



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
F514 L52 1883 1
Lehrbuch der physiologischen Chemie.



24503444868

LANE

MEDICAL



LIBRARY

LEVI COOPER LANE FUND

HEMIE.

St. b. b.

LEHRBUCH
DER
PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE.

ERSTER BAND.

... ..

LEHRBUCH
DER
PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE

VON
PROF. DR. C. G. LEHMANN.

ERSTER BAND.

ZWEITE AUFLAGE.
(ZWEITE UMARBEITUNG.)



LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1853.
M.

LIBRARY



Abhold den sonst in Vorreden gebräuchlichen Captationes benevolentiae und Anführungen von Uebersetzungen in fremde Sprachen, wohlwollenden Beurtheilungen im In- und Auslande, erlaubt sich der Verfasser nur zu bemerken, dass die allgemeinen Principien bei Bearbeitung dieser Auflage ganz dieselben geblieben sind. Während er einerseits bemüht war, das reiche Material, welches diese junge Disciplin bereits bietet, möglichst gesichtet und nach gewissen einheitlichen Momenten zusammenzustellen: hofft er auch durch die zahlreichen eignen Untersuchungen, die ihm in jedem einzelnen Capitel der physiologischen Chemie zur Seite standen, die Berechtigung erworben zu haben, mit selbstständiger Kritik die mehr oder weniger lautern Beobachtungen behandeln zu dürfen. Ist doch das ganze Studium der Naturwissenschaften, das ganze Wesen der Naturforschung nichts als eine Experimentalkritik der durch unsern Geist der Natur suppeditirten Ideen.

Kurz nach Vollendung des dritten Bandes erster Auflage erschien der vortreffliche, allseitig wohlwollend anerkannte Atlas der physiologischen Chemie von Dr. *O. Funke*. Wir selbst hätten, auch wenn wir alle die zu einem solchen Unternehmen nöthigen Fähigkeiten und Talente besäßen, keine bessern Abbildungen unserm Werke beifügen können; wir rechnen es daher als einen nicht geringen Vorzug dieser neuen Auflage an, dass wir im Stande waren, in den einzelnen einschlagenden Capiteln und Gegenständen auf die betreffenden Abbildungen des *Funke'schen* Atlas (mit der Abkürzung *F. T.* — *F.* —) zu verweisen.

Leipzig, im Juni 1853.

C. G. Lehmann.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Methodologische Einleitung	4
Organische Substrate des thierischen Organismus	22
Lipogene Säuren	29
Flüchtige Fettsäuren	34
Oxalsäure	40
Ameisensäure	47
Essigsäure	49
Metacetonensäure	54
Buttersäure	54
Baldriansäure	59
Capronsäure	64
Oenanthsäure	63
Caprylsäure	64
Pelargonsäure	65
Caprinsäure	66
Feste Fettsäuren	67
Cetylsäure	69
Margarinsäure	74
Stearinsäure	74
Cerotinsäure	76
Melissinsäure	76
Bernsteinsäuregruppe	76
Bernsteinsäure	77
Fettsäure	79
Oelige Fettsäuren	80
Oelsäure	84
Döglingsäure	84

	Seite
Damalursäure	84
Damolsäure	84
Benzoësäuregruppe	84
Benzoësäure	87
Phenylsäuregruppe	90
Phenylsäure	94
Taurylsäure	93
Milchsäuregruppe	93
Milchsäure	94
Glycinsäure	111
Stickstofflose gepaarte Säuren	112
Benzoglycinsäure	114
Lithofellinsäure	115
Cholsäure	117
Stickstoffhaltige basische Körper	124
Sauerstofffreie Alkaloide	125
Phenylamin	129
Sauerstoffhaltige Alkaloide	131
Leucin	134
Sarkosin	137
Glycin	139
Hypoxanthin	143
Xanthin	144
Tyrosin	146
Lienin	148
Kreatin	148
Kreatinin	152
Harnstoff	154
Allantoin	168
Guanin	171
Cystin	178
Taurin	176
Stickstoffhaltige gepaarte Säuren	179
Hippursäure	179
Harnsäure	188
Inosinsäure	205
Glykocholsäure	207
Hyocholinsäure	211
Taurocholsäure	214
Lungensäure	217

	Seite
Mineralsubstanzen des thierischen Körpers	385
Erste Classe von Mineralkörpern	390
Wasser	390
Phosphorsaurer Kalk	390
Kohlensaurer Kalk	394
Phosphorsaure Talkerde	397
Fluorcalcium	399
Kieselsäure	400
Zweite Classe von Mineralkörpern	402
Chlorwasserstoffsäure	402
Fluorwasserstoffsäure	402
Chlornatrium	403
Kohlensaures Natron	406
Phosphorsaure Alkalien	409
Eisen	409
Dritte Classe von Mineralkörpern	410
Schwefelsaure Alkalien	410
Kohlensaure Talkerde	412
Mangan	413
Thonerde	414
Arsen	414
Kupfer und Blei	415
Ammoniaksalze	416
Blausäure	418
Schwefelblausäure	419

Denkens innegehalten; ferner ist das nothwendige Ineinandergreifen der Chemie und Physiologie, so wie der Histologie und pathologischen Anatomie nur zu oft ausser Acht gelassen worden; und endlich hat man eine Menge Fragen durch die Chemie entscheiden zu können geglaubt, die entweder von ihr aus gar keiner Beantwortung fähig sind, oder wenigstens bei dem jetzigen Standpunkte dieser Disciplin noch ohne Antwort bleiben müssen.

Wenn wir in der Anwendung der Chemie auf die Wissenschaft des generellen Lebens noch hie und da den durchgreifenden Einfluss einer wahrhaften Naturphilosophie vermissen, so verstehen wir darunter nicht etwa eines jener nun ziemlich verschollenen Systeme, die mehr einer schönen Dichtung gleichen und fast zum Spotte der Nachkommen geworden sind, sondern jene Newton'sche Naturanschauung, welche die Astronomie zu ihrer Vollendung und die Physik zu den glänzendsten Entdeckungen führte. Es ist dies dieselbe Naturanschauung, die *Fries* zu einem Systeme zu verarbeiten verstand, und welcher *Humboldt* in seinem Kosmos den lebendigen Ausdruck gab. Auch in der Erforschung der Lebenserscheinungen können wir nur vorwärts schreiten durch Anwendung physikalischer Gesetze als Abstractionen, durch Aufstellung gewisser einheitlicher Momente der empirisch beobachteten Erscheinungen, durch Festhalten an sichern leitenden Maximen, kurz durch logische Consequenz. Es scheint aber fast, als habe die ältere Medicin auf jene Disciplinen, die ihr hilfreich zur Seite stehen, einen Schlagschatten geworfen, der selbst lichtere Theile derselben zu verdüstern strebt. Man hat sich nämlich auch in der Medicin, die sich eine physiologische nennt, nicht mit einem Male des alten Hypothesenkrams und der Sucht, alles erklären zu wollen, trotz der festeren Unterlagen entschlagen können; daher ist es gekommen, dass weniger die naturwissenschaftliche, exacte Methode in der Medicin Aufnahme gefunden hat, als dass man das von den Naturwissenschaften und insbesondere von der Chemie gebotene Material ausbeutete, um an die Stelle der früheren naturphilosophischen Delirien chemische Phrasen und chemisch klingende Fictionen zu setzen, die jenen an innerer Leere und Haltlosigkeit kaum nachstehen. Dieser Mangel an logischer Consequenz, dem wir in der heutigen Medicin noch so oft begegnen, hat sich leider von hier aus auch in die Thierchemie eingeschlichen. Man hat auch hier oft genug vergessen, Thatsachen von Hypothese und Hypothese von Fiction zu unterscheiden. Dass diess aber viel leichter in der physiologischen Chemie als in der reinen allgemeinen Chemie geschehen konnte, ist allerdings leicht erklärlich. Während die reine Chemie sich fast nur mit palpablen Erscheinungen, mit an sich feststehenden, auf bestimmte Gesetze leicht reducirbaren Thatsachen beschäftigt, haben wir es in der auf Lebenserscheinungen angewandten Chemie zwar auch mit Versuchen zu thun, auch mit Fragen an die Natur, deren Beantwortung aber meist noch individuellen Geistesoperationen unterliegt. Die zoochemischen Prozesse sind die complicirtesten, auf die wir in der Naturforschung stossen.

Processe sind aber überhaupt nicht mit Händen zu greifen, diese wollen errathen oder vielmehr verstanden sein. Der ursächliche Zusammenhang der Dinge, die logische Aufeinanderfolge der Erscheinungen wird nicht durch unsere Sinne percipirt; denn die Bewegung sehen wir nicht, wir erkennen sie nur aus dem Resultate der Veränderungen; wir empfinden die Wärme nicht, sondern nur die Schwankungen der Temperatur und ihre Folgen u. s. w. Unsere Sinne täuschen uns daher nicht, sondern nur unser Urtheil über die uns durch die Sinne zum Bewusstsein gebrachten Gegenstände. Demnach kann also die causale Verknüpfung mehrerer zusammengehöriger Phänomene, d. h. ein Process, nicht durch sinnliche Anschauung erfasst werden, sondern nur durch subjective Vereinigung der einzelnen, sinnlich percipirten Objecte. Indem wir nun die äusserst verwickelten chemischen Erscheinungen des Lebens unserer Forschung unterwerfen, treten wir auch recht eigentlich in das Gebiet der Hypothesen. Leider hat man aber hier oft die logischen Begriffe einer Hypothese gänzlich vergessen und an deren Stelle die vagsten Fictionen gesetzt; deshalb ist der Ausdruck Hypothese in solchen Misscredit gekommen, dass viele sich aller Hypothesen entschlagen zu können wähnten, indem sie nicht daran dachten, dass ja ohne Hypothese nicht der einfachste Versuch anzustellen ist. Ohne Hypothese keine Naturforschung; jedem neu anzustellenden Experimente liegt eine solche zu Grunde; sie ist nichts als die Unterstellung unsers Gedankens, unsrer Anschauung unter die Realität der Erscheinungen. Das ist aber immer die Frage, ob wir zu einer solchen Unterstellung durch die vorliegenden Facta logisch berechtigt sind; fehlt eine solche Berechtigung unsrer Position, so verdient sie nicht den Namen einer Hypothese, sondern den einer Fiction, die sich meist erst an andre Hypothesen anzulehnen pflegt.

Zu solchen Fictionen gab aber allerdings die physiologische Chemie theils wegen ihres Mangels an hinreichender Ausbildung, theils wegen der drängenden Forderung der Physiologie und Pathologie nach chemischen Aufschlüssen die reichlichste Veranlassung. Indem man aus den oft nur zu oberflächlichen Erfahrungen der Chemiker einzelne sehr isolirt dastehende Schlüsse zog, glaubte man diese unter Benutzung sogenannter chemischer Formeln, zu deren Aufstellung meist in den Analysen selbst keine Berechtigung lag, in einen wiewohl rein imaginären Zusammenhang bringen zu dürfen, und zu deren Veranschaulichung sich der chemischen Zeichen bedienen zu können. Wenn man z. B. aus einer Elementaranalyse des Blutrückstandes und der Zusammensetzung einzelner Bestandtheile der Excrete einen Schluss auf die Metamorphose des Bluts zu ziehen wagt, so fehlt demselben aller wissenschaftliche Halt; denn abgesehen davon, dass eine Elementaranalyse eines so gemengten Stoffs, wie doch das Blut ist, zu gar nichts führen und uns am allerwenigsten zur Aufstellung einer chemischen Formel berechtigen kann, so ist es doch gewiss auch ganz unlogisch, die Zusammensetzung des Gesamtbluts mit der einzelner excrementitieller Stoffe vergleichen zu wollen. In solchen, durch chemische

Formeln veranschaulichten Schlüssen ist das Addiren von Sauerstoff-, und das Subtrahiren von Wasser-, Kohlensäure- und Ammoniakatomen durchaus willkürlich; denn die chemische Erfahrung hat uns zu den meisten solcher Gleichungen noch nicht den geringsten Anhalt gegeben. Wenn wir dagegen Harnsäure durch verschiedene Oxydationsmittel in Harnstoff und andere Körper zerfallen sehen, und dagegen den Harnsäuregehalt des Urins meist in den Fällen vermehrt finden, wo eine verminderte Zufuhr von Sauerstoff zum Blute nachweisbar ist, so schliessen wir wohl mit Recht, dass auch im thierischen Organismus wenigstens ein Theil des im Harne gefundenen Harnstoffs durch Oxydation der Harnsäure entstanden sei. In der diesem Schlusse untergelegten Formel haben wir auch eine Hypothese, aber eine auf Thatsachen begründete, welche, obwohl noch weiterer Beweise bedürftig, doch fern ist von der oft gerügten, aber seltener vermiedenen Spielerei mit chemischen Chiffren. Chemische Gleichungen aber, die sich auf nichts gründen, als auf die vermeintliche Unfehlbarkeit empirischer Formeln, können uns nur von dem Wege nüchternen Naturforschung ablenken und in ein Chaos der haltlosesten Fiktionen stürzen. So könnte man z. B. aus einer chemischen Gleichung schliessen, dass Glycin beim thierischen Stoffwechsel die Quelle des Harnstoffs und der Milchsäure sei; man würde sich nämlich vorstellen, 2 Aeq. Glycinhydrat zerfielen in die genannten Stoffe nach der Formel: $C_8 H_{10} N_2 O_8 \rightarrow C_2 H_4 N_2 O_2 + C_6 H_5 O_5 \cdot HO$. Die bisher mit dem Glycin angestellten Versuche widersprechen aber einer solchen Spaltung. Wollte man nun trotzdem den Ursprung des Harnstoffs und der Milchsäure aus dem im Blute noch nicht einmal nachgewiesenen Glycin herleiten, so würde man mindestens gegen die verständlichste Regel der Logik verstossen, wornach eine Hypothese nicht einer andern aufgepropft werden darf. Leider hat man aber in letztvergangener Zeit noch viel complicirtere Gleichungen als Stützen solcher rein subjectiven Anschauungen benutzt, und dadurch andre glauben gemacht, man bewege sich auf dem Wege exactester Forschung. Darum sind auch in der Physiologie, hauptsächlich aber in der Pathologie, an die Stelle der frühern naturphilosophischen Phantasien eine Menge chemischer Fiktionen getreten, durch welche die Medicin in ein neues Labyrinth der haltlosesten Theorien gestürzt worden ist.

Als einen weitem Grund für die theilweis verfehlte Anwendung der Chemie auf die Lebenserscheinungen bezeichneten wir das mangelhafte Ineinandergreifen der verschiedenen naturwissenschaftlichen Doctrinen, ohne welche keine Einsicht in den Ablauf der einzelnen Phänomene, keine Erkenntniss des vollständigen vitalen Processes zu erlangen ist. Diess gilt besonders von den pathologisch-chemischen Untersuchungen; fast bei den meisten derselben hat man die Errungenschaften der pathologischen Anatomie und der aus dieser hervorgegangenen Diagnostik zu wenig berücksichtigt, während die Anhänger der pathologisch-anatomischen Schule sich chemischer Phrasen und Fiktionen bedienen zu dürfen geglaubt haben, ohne mit den bezüglichen chemischen Erfahrungen und Lehrsätzen genügend

vertraut zu sein. Wenn chemische Untersuchungen pathologischer Objecte einen wissenschaftlichen Werth haben sollen, wenn sie wirklich den von ihnen erwarteten Aufschluss über pathologische Processe geben sollen, so ist doch gewiss erforderlich, dass der fragliche Gegenstand von anatomischer oder diagnostischer Seite genügend untersucht sei. Gegen diesen selbstverständlichen Satz finden leider noch täglich die ärgsten Verstösse statt. Wie oft sind krankhafte Knochen chemisch untersucht worden, ohne dass man nach einer dem jetzigen Standpunkte der pathologischen Anatomie angemessenen Diagnose gefragt hätte. Was ist z. B. nicht alles unter dem Namen osteomalacischer Knochen analysirt worden, während doch die Befunde solcher Knochen so verschieden sind, dass es selbst für den pathologischen Anatomen oft schwer ist, eine bestimmte Diagnose zu stellen! Häufiger noch treffen wir auf ähnliche Verstösse bei Untersuchung krankhafter thierischer Säfte. Es sollte hier gewiss immer die Regel, die man z. B. für die statistische Beobachtung der Krankheiten geltend gemacht hat, ebenfalls fest gehalten werden: dass nämlich stets nur die einfachsten Formen einer Krankheit zu solchen Untersuchungen benutzt werden. Sehr oft hat man aber Harn und Blut gerade bei den complicirtesten Krankheitsformen untersucht, und aus dem etwaigen Resultate Schlüsse für den einfachen pathologischen Process gezogen. Oft hat man nicht einmal die richtige Diagnose der Krankheit angegeben. Man gibt z. B. an, das Blut bei einer typhösen Pneumonie untersucht zu haben; bei Durchsicht der Krankheitsgeschichte ergibt sich aber, dass die fragliche Krankheit weder ein gewöhnlicher Abdominaltyphus mit pneumonischen Exsudaten, noch ein sogenannter Pneumothypus gewesen sei, sondern eine einfache Pneumonie mit Cerebralsymptomen. Oefter noch müssen wir uns mit einem vagen Krankheitsnamen ohne alle Krankheitsgeschichte begnügen. Gewiss ist in den meisten Fällen der Name der Krankheit bedeutungslos; zur wissenschaftlichen Beurtheilung einer solchen Untersuchung ist es zwar keineswegs erforderlich, dass die ganze Krankheitsgeschichte in der beliebten Manier vom Anfang bis zum Ende ausführlich referirt werde, allein für unbedingt nothwendig halten wir es, dass bei der chemischen Untersuchung eines krankhaften Products der Zustand des Kranken zu der Zeit, wo ihm dieses entlehnt wurde, besonders auf die physikalische Exploration gestützt, genau angegeben werde. Bei Mittheilung chemischer Arbeiten ist es Regel, stets das eingeschlagene Verfahren möglichst genau mitzutheilen, um dem Leser eine freie Beurtheilung des Ganzen zu gönnen und seine eigene Schlussfolgerung zu rechtfertigen. Eine ähnliche Regel sollte bei Mittheilung pathologisch-chemischer Untersuchungen immer auch bezüglich des Krankheitszustandes beobachtet werden. Nur so können solche Arbeiten erst wissenschaftlichen Werth erhalten. Man vergleiche aber unsere pathologisch-chemische Literatur, und man wird finden, wie oft gegen jene Regel gestündigt worden ist.

Soll die Chemie andern naturwissenschaftlichen Disciplinen wahrhaften

Gewinn bringen, so dürfen die in diesen bereits gemachten Forschungen und mühsam erworbenen Kenntnisse nicht ignorirt oder gar verdächtigt werden, wie es der auf mikroskopische Untersuchungen gestützten Histologie leider nicht selten ergangen ist. Wir sind zwar glücklich über die Zeit hinaus, wo man z. B. krankhafte Geschwülste, unbekümmert um deren histologische Constitution, im Mörser zerquetschte, um aus dem künstlich erzeugten Chaos ein Krobsin oder Pyin herauszufischen: allein noch heute wird das Verbrennungsrohr gemissbraucht, um die elementare Zusammensetzung einer Masse zu finden, die aus den verschiedensten organisirten, aufgelösten und angeschoppten Theilen gemengt ist. Solche Analysen sind ohne chemischen und ohne physiologischen Werth; dass sie der Chemie auch nicht einen Zoll breit Terrain gewinnen, wird kein Chemiker in Abrede stellen. Dem Physiologen und Pathologen aber bleiben sie ein nutzloses Material, da ihm eben zu deren Benutzung alle wissenschaftlichen Verknüpfungspunkte entzogen sind. Lassen wir uns aber in solchen Fällen die Physiologie als Führerin dienen, so werden uns auch hier die einheitlichen Momente nicht fehlen, auf welche jedes wissenschaftliche Streben, jede Untersuchung, ja jeder einzelne Versuch zurückgeführt werden muss. Gerade die pathologischen Geschwülste können uns als Beispiel dienen, wie die ganze chemische Untersuchung, die Methode der Analyse u. s. w. abhängig sind von der richtigen physiologischen Anschauung solcher Objecte, um zu einem gedeihlichen Erfolge zu führen. Sind wir nämlich der neuesten Forschungen über diesen Gegenstand eingedenk, so betrachten wir die bösartigen Geschwülste nicht mehr als Afterproducte oder parasitische Organe, sondern als Exsudate, die auf verschiedenen Stufen der Entwicklung und Organisation stehen geblieben sind. Halten wir diesen Gesichtspunkt fest, so wird es uns nicht sehr gelüsten, nach besondern Stoffen des Scirrhus, Markschwamms u. dergl. zu suchen, sondern wir werden vielmehr in jenen Objecten eine Gelegenheit zu finden glauben, um den physiologisch-chemischen Processen der Entwicklung des Plasma zu Zellen und Fasern, die bisher der chemischen Untersuchung unübersteigliche Hindernisse entgegengesetzten, etwas mehr auf die Spur zu kommen.

Wenn aber insbesondere die pathologische Chemie der pathologischen Anatomie gegenüber oft einen unrichtigen Standpunkt eingenommen hat, so macht sich doch die pathologisch-anatomische Schule nicht minder Vorgehen schuldig. Woher rührt es aber, dass die Vertreter der pathologischen Anatomie, die doch nur mit Erforschung des eigentlichsten Thatbestandes in der Medicin beschäftigt sind, uns bereits mit allen Schrecknissen einer transcendentalen Humoralpathologie drohen? Die Antwort auf diese Frage glauben wir in Folgendem zu finden. Die pathologische Anatomie als solche beschäftigt sich nur mit den äussern, palpablen Veränderungen, welche Gewebe und Säfte in Folge von Krankheiten erlitten haben, und wenn sie auch die leisesten Uebergangsstufen im Verlaufe solcher Prozesse kennen lehrt, so sind diese doch immer nur For-

men oder vollendete Thatsachen, die uns noch keine tiefere Einsicht in den Modus der Umwandlungen selbst gestatten; mit einem Worte die pathologische Anatomie ist eine rein descriptive Disciplin, eine Naturgeschichte der Krankheitseffecte, die wohl zu einem System, aber nicht zu einem allgemeinen Princip und daraus abgeleiteten Folgerungen führen kann. Sie ist die Geognosie des kranken Organismus, an sie muss sich eine Geologie der Krankheit zwar anlehnen, sie kann sie aber nicht selbst schaffen. Gerade weil die pathologische Anatomie als solche rein descriptiv ist, liegt sie eigentlich ausserhalb der Sphäre des Experiments. Gleich der Geognosie kann sie nur unter Mitwirkung der Physik und Chemie zum Ziele d. h. zu wissenschaftlicher Erkenntniss der Objecte führen. Wurde aber die pathologische Anatomie als die sicherste Grundlage unsers medicinischen Wissens angesehen, so musste auch auf speculativem Wege eine innigere Verknüpfung mit der Pathologie versucht, sie musste dem ärztlichen Publicum gewissermassen erst geniessbar gemacht werden. Wir sind daher auch überzeugt, dass der Schöpfer der deutschen pathologischen Anatomie, *Rokitansky*, in dem vielfach angegriffenen ersten Theile seines berühmten Werkes den Pathologen nur die Gesichtspunkte hat eröffnen wollen, von denen aus die Ergebnisse der von ihm erst geschaffenen pathologischen Anatomie auszubeuten sind. Allein leider haben seine Schüler oft genug der Physik und Chemie Phrasen und Vorstellungen entlehnt, ohne den Geist dieser Disciplinen zu erfassen oder deren Methode auch nur zu kennen. Daher ist es gekommen, dass selbst von dieser auf den positivsten Beobachtungen fussenden Disciplin aus eine Unzahl der luftigsten Fictionen in die Medicin eingeführt worden sind, die an Seichtigkeit denen früherer Schulen nicht nachstehen. Man hat die Nervenpathologie geächtet, die Nervenphysik ignorirt, weil die gröbere Anatomie hier noch nicht pathologische Veränderungen nachzuweisen vermochte; man hat sich aber nicht gescheut, der organischen Chemie, bei völliger Unbekanntschaft mit derselben, Begriffe oder eigentlich blos Worte zu entlehnen zur Erklärung der complicirtesten Processe, deren Endresultat man höchstens kannte. Einige Anhänger der pathologisch-anatomischen Schule haben uns mit einer Lehre von den Krasen des Bluts in verschiedenen Krankheiten beschenkt, einer Lehre, an die heute noch kein Chemiker im Ernste denken konnte. Diese Krasenlehre ist indessen in neuerer Zeit von Physiologen vielseitig beleuchtet und in ihrer vollständigen Nichtigkeit dargestellt worden, so dass wir hier nur daran zu erinnern brauchen, dass, wo Mischung oder Entmischung in Frage kommt, der Chemiker allein competent ist; es würde sonst gewiss nicht weniger absurd sein, wenn man verlangte, der Astronom solle vom Zoologen die Bewegung der Himmelskörper oder der Sehende die Farbe vom Blinden lernen.

Ein dritter Umstand der zu Missgriffen in der physiologischen Chemie geführt hat, beruht auf Ueberschätzung der chemischen Hilfsmittel und völliger Verkennung des derzeitigen Standpunktes der organischen Chemie. Sind die Erwartungen der Aerzte durch die zahlreichen mit unge-

wöhnlicher Ausdauer durchgeführten Analysen krankhaften Blutes erfüllt worden? Alle Achtung und Dank den unermüdlichen Forschern, die mit so geringen Mitteln, wie sie nur die Zoochemie bieten konnte, sich in das Chaos hineinwagten, um es mindestens einigermaßen zu lichten: allein fragen wir ernstlich nach dem Lohne der Mühen und Opfer, so ist der Gewinn, wo nicht zu theuer erkauf, doch sicher zu kärglich, um den Forderungen der Pathologie zu entsprechen. Haben die zahllosen Harnanalysen zu viel Anderem geführt, als etwa zur Annahme mehrerer neuer Krankheitsspecies oder sogenannter Diathesen? Erwarten konnte man vielleicht mehr, aber wundern darf man sich nicht, wenn die bisherigen Bestrebungen jene Hoffnungen wo nicht getäuscht, doch wenigstens nur theilweise erfüllt haben; denn wenn auch in Folge solcher Untersuchungen die chemische Diagnostik der physikalischen nicht unwürdig zur Seite getreten ist, so vermochten die Analysen krankhafter Producte doch kaum uns eine klarere und tiefere Einsicht in die chemische Werkstätte des Organismus zu gewähren, da noch die Mittel fehlten, um sie nach dem Muster der Mineralanalysen mit wissenschaftlicher Genauigkeit auszuführen. Die Zoochemie ist noch weit davon entfernt, uns eine präcise und gleichzeitig praktisch brauchbare Untersuchungsmethode des Bluts zu liefern; und wie sollte sie dies auch, da man über die chemische Natur der gewöhnlichen Bestandtheile des Bluts noch im Zweifel ist. Die Mineralstoffe des normalen Bluts sind noch nicht bestimmt, wenigstens streitet man noch heute darüber; die Fette desselben kennt man kaum dem Namen nach; einer der wichtigsten Stoffe des Blutes, das Fibrin, kann nicht chemisch rein dargestellt werden; unbekannt ist die Natur und Scheidung des Globulins der Blutkörperchen; an eine Trennung und Bestimmung der sogenannten Proteinoxyde ist noch nicht zu denken; welche Excretionsstoffe bereits im Blute vorkommen, wissen wir nicht. Wie soll bei diesen und tausend andern Unsicherheiten und Zweifeln eine wissenschaftlich werthvolle Untersuchung des Bluts durchgeführt werden! Wir analysiren gesunde und kranke Milch, und doch kennen wir jene Stoffe nicht, deren Gemeng man bisher Casein nannte. Der Harn bildet im krankhaften Zustande so viele Varietäten, und doch läuft unsere Kenntniss dieses so unendlich oft untersuchten Excretes nicht weit über die quantitativen Verhältnisse einiger Hauptbestandtheile hinaus; Kreatinin und Hippursäure sind noch bei keiner Analyse bestimmt, ja das Vorkommen letzterer im menschlichen Harn wird noch von Vielen, wiewohl mit Unrecht, bezweifelt; über den augenfälligen Farbstoffen des Harns lagert noch immer das dichteste Dunkel. Viel, sehr viel ist über Nahrungsmittel und Verdauung experimentirt und philosophirt worden, und doch wird noch heute über die Natur der freien Säure des Magensaftes gestritten; über die Wirkungsweise des Pepsins fehlt es nicht an Hypothesen, aber von seiner chemischen Natur wissen wir noch nichts; das nächste Umwandlungsproject eiweissartiger Körper bei der Verdauung im Magen ist noch so gut wie unbekannt. Wird endlich *Mulder* trotz der äussersten

Genauigkeit seiner Analysen durch Sulphamid und Phosphamid das Protein retten? oder wird dieser Name nur noch zur Bezeichnung einer bestimmten Aera der organischen Chemie dienen? Viel unerledigte Fragen! viel unerfüllte Wünsche! Sollen wir bei solchem Stande der Zoochemie uns noch wundern, dass die chemischen Actionen im Thierkörper, ihr verschiedenes Getriebe und ihr Ineinandergreifen, ihr ursächlicher Zusammenhang und ihre Abhängigkeit von äussern Einflüssen und innern Zuständen uns noch nicht durchsichtig geworden sind? Leider aber ist aus dem Gebahren vieler Aerzte in Reden und Schriften zu entnehmen gewesen, dass sie, den aphoristisch hingeworfenen, oft sehr apodiktischen Versicherungen mancher Chemiker vertrauend, schon nahe dem Ziele zu sein glaubten, während uns eben erst die Richtung angedeutet worden ist, in der wir steuern müssen, um es, wenn auch spät erst und nach unsäglichen Anstrengungen, endlich mit Glück zu erreichen.

Nachdem wir die Mängel und Irrthümer kennen gelernt haben, in welche man bei Behandlung und Bearbeitung der in der letzten Zeit so hoch erhobenen Chemie der vitalen Processe verfallen ist, gehen wir zu den Methoden und Principien über, nach denen allein uns eine gedeihliche Förderung dieser Disciplin zu ermöglichen scheint. Das Endziel aller physiologisch-chemischen Forschung geht bekanntlich dahin, den Ablauf der chemischen Erscheinungen, welche die vitalen Processe begleiten, in ihrem ursächlichen Zusammenhange genau zu erkennen. Um aber diese Kenntniss zu erlangen, genügt es nicht, einzelne Theile aus dem Triebwerk des Ganzen herauszunehmen und auf eine mehr oder weniger oberflächliche Untersuchung hin Urtheile über die Gesamtwirkung jenes so complicirten Chemismus gründen zu wollen. Man hat wohl bereits versucht, in diesem Sinne ein prächtiges Gebäude der thierischen Stoffmetamorphose aufzuführen, allein noch fehlen dem grossen Werke trotz der vielen tüchtigen Hände und Köpfe, die an ihm beschäftigt sind, die Unterlagen, ohne welche kein fester Bau zu erzielen ist.

Es bedarf keines Beweises, dass wir erst die Substrate des thierischen Stoffwechsels hinlänglich kennen gelernt haben müssen, ehe wir uns an eine Beurtheilung der Processe selbst wagen dürfen. Die festesten Unterlagen der physiologischen Chemie sind daher in der allgemeinen organischen Chemie zu suchen. Die Lehre von den organischen Substraten des Thierkörpers oder die Zoochemie im engern Sinne muss daher einen integrirenden Theil der physiologischen Chemie bilden und zu deren Ausbildung als kräftigster Hebel dienen. Soll aber die Zoochemie ihren Zweck erfüllen, so muss schon in ihr der chemische Gesichtspunkt mit dem physiologischen amalgamirt werden d. h. die einzelnen Stoffe müssen nicht nur rücksichtlich ihres vollen chemischen Werthes und nach ihrer Stellung in der reinen organischen Chemie in allen Richtungen genau erforscht werden, sondern ihre Behandlung muss zugleich auch bereits die allgemeinen Beziehungen in sich aufnehmen, welche jeder einzelne Stoff für den thierischen Organismus und dessen Stoffwechsel haben kann. Mit

einem Worte in der Zoochemie, als Grundlage der physiologischen Chemie, ist der physiologische Werth jedes einzelnen Stoffes ebenso sorgfältig darzulegen, als seine Stellung und Geltung im Systeme der reinen Chemie. Wir glauben nun diesen Zweck in unsrer Darstellung der Zoochemie (als ersten Theil dieses Werk) auf folgende Weise erreicht zu haben: die Beschreibung der chemischen Beziehungen jedes Körpers zerfallen wir in die Darlegung der Eigenschaften desselben, seiner Zusammensetzung, seiner Verbindungen und Zersetzungsweisen, seiner Bereitung und endlich seiner Prüfungsmethoden und quantitativen Bestimmung; zur Erläuterung der physiologischen Verhältnisse des einzelnen Stoffes haben wir immer sein Vorkommen im Thierkörper, seine Entstehung in oder ausserhalb desselben und endlich, auf alle diese Vordersätze gestützt, seinen physiologischen Werth zu bestimmen versucht.

Wir schicken die Eigenschaften jedes organischen Substrats der Betrachtung der übrigen chemischen Verhältnisse voraus, da es uns unpraktisch und unlogisch dünkt z. B. die Darstellungsweise voran zu stellen, so wie diess gewöhnlich geschieht; unpraktisch, weil der Lernende nimmermehr eine Darstellung begreifen wird, wenn er nicht die Eigenschaften der darzustellenden Substanz einigermaßen kennt, unlogisch aber, da man doch erst eine Idee von einem Körper haben muss, ehe es einem in den Sinn kommen kann, ihn darzustellen. Nachdem die wesentlichsten Eigenschaften einer Substanz mit ihren hauptsächlichsten Reactionen durchgegangen sind, wird und muss die nächste Frage nach der Zusammensetzung sein; denn durch diese erhalten wir erst einen Begriff von dem Wesen der Substanz und der Stelle, die sie im Systeme der organischen Chemie einnimmt. Daher darf dieser Abschnitt sich nicht etwa bloß auf Mittheilung der Analysen oder einer empirischen Formel erstrecken, sondern es müssen hier zugleich die Gründe erwogen werden, welche für die eine oder die andere Ansicht der theoretischen, innern Constitution des fraglichen Stoffes sprechen, für diese ist dann die rationelle Formel nur ein kurzer Ausdruck. Gerade diese Erwägung ist für die Erkenntniss der physiologischen Beziehungen organischer Stoffe von der höchsten Wichtigkeit; denn ohne diese Kenntniss wird man später kein logisch berechtigtes Urtheil über den Ursprung so wie über den physiologischen Werth der Stoffe fällen können. Wäre nicht bei Erforschung der Verbindungen und Zersetzungsproducte einer organischen Substanz die Kenntniss der Zusammensetzung nothwendig, so würden wir die letztere der erstern nachgestellt haben, da zur Beurtheilung der rationalen Zusammensetzung namentlich die Zersetzungsproducte die sichersten Gründe abgeben. Eine sorgfältige Erforschung der Zersetzungsproducte ist aber um so nothwendiger, da wir hierauf später hauptsächlich unser Urtheil über die Umwandlungen begründen müssen, welche ein vorliegender Stoff innerhalb der Lebenssphäre selbst erleidet.

Erst nachdem alle diese Verhältnisse eruiert sind, halten wir es für passend, die verschiedenen Darstellungsmethoden zu berücksichtigen;

denn nun erst werden die Angaben zur Abscheidung und Trennung der Substanzen begreiflich.

Ehe aber der physiologische Gesichtspunkt einer Substanz in's Auge gefasst wird, sind noch die Mittel zu erwägen, durch die man auf dem geeignetsten Wege deren Gegenwart in den thierischen Säften und Geweben nachzuweisen im Stande ist; die qualitative Analyse organischer Körper steht immer noch weit hinter der der anorganischen zurück; ihre Berücksichtigung ist um so nothwendiger, als man auf mangelhafte Untersuchungen oft genug vorschnelle Urtheile begründet hat. Nicht weniger wichtig ist eine Beurtheilung der Methoden, die man zur quantitativen Bestimmung der Hauptbestandtheile thierischer Flüssigkeiten benutzt hat; denn nur hierdurch können wir ein Urtheil gewinnen über den Werth vieler der bisher angestellten quantitativen Analysen physiologischer und pathologischer Producte, und über die Schlussfolgerungen, zu denen sie berechtigen können.

Die physiologische Betrachtung einer jeden Substanz muss sich natürlich zunächst auf ihr Vorkommen stützen; denn ohne zu wissen, wo, unter welchen Verhältnissen und in welchen Mengen eine Substanz vorkommt, können wir über deren Werth für die thierischen Stoffbewegungen überhaupt kein Urtheil fällen. Haben wir aber endlich die Entstehung und den Untergang einer solchen Substanz erforscht, so sind die festesten Unterlagen für die Erklärung der vital-chemischen Prozesse gewonnen.

Wenn wir auf solche Weise uns mit den organischen Substraten des Thierkörpers vertraut gemacht haben, ist uns erst die Pforte geöffnet, um in ein näheres Studium der Constitution und Function der thierischen Säfte und Gewebe einzugehen. Ehe wir daher zur eigentlichen Aufgabe der physiologischen Chemie d. h. zur Lehre vom Stoffwechsel oder den zoochemischen Processen übergehen, sind die in der Zoochemie bekannt gewordenen Stoffe gewissermaassen topographisch, in ihrem gleichzeitigen Vorkommen, in ihrer Mengung und Mischung unter der Form von thierischen Säften, Geweben und Organen zu betrachten. Eine zweite Abtheilung unserer Disciplin hätte sich also zu beschäftigen ebensowohl mit den thierischen Flüssigkeiten als mit den Geweben und ganzen Organen. Dass die Kenntniss der chemischen Constitution dieser zusammengesetzten und oft variablen Theile des Thierkörpers ein zweites Fundament der physiologischen Chemie ist, kann Niemand leugnen; denn es versteht sich ganz von selbst, dass wir, soll von chemischen Processen die Rede sein, mit den bei denselben concurrirenden Substanzen bekannt sein müssen. Eine solche Kenntniss wird aber in der Zoochemie, wie wir diese aufgefasst haben, noch nicht erlangt. Wir treten hier noch einen Schritt weiter an die Physiologie heran, indem wir hier gewissermassen die unmittelbaren Resultate physiologischer Actionen der Erforschung unterwerfen; die Untersuchung selbst ist aber noch immer eine rein chemische und zwar wesentlich analytische.

In der chemischen Säfte- und Gewebelehre hat die Chemie eine ähnliche Aufgabe, wie in der sogenannten mineralogischen Chemie; wie hier über die nähern Bestandtheile der oft sehr complicirt zusammengesetzten Stein-, Erz- und Felsarten Aufschluss gegeben werden soll, so ist es der Zweck jener, die Constitution thierischer Flüssigkeiten und fester organischer Theile nach den in der Zoochemie errungenen Kenntnissen analytisch festzustellen. Gerade hierin suchte man früher das Wesen der physiologischen und pathologischen Chemie, und glaubte aus der Kenntniss solcher Analysen ohne Weiteres auf die Processe selbst schliessen zu dürfen. Wie sehr man aber hierin irrte, beweist uns ebensowohl der Standpunkt der Ernährungs- und Ausscheidungsphysiologie vor etwa einem Jahrzehnt, als die mannigfachen Täuschungen, denen man sich seit dieser Zeit bezüglich der chemischen Processe im Thierkörper hingegeben hat. Waren vor dieser Zeit die Analysen des Bluts, des Harns, der Milch und der Galle wohl etwas Anderes, als isolirt stehende Facta, denen das eigentliche Verknüpfungsmittel mit der Lehre von der Ernährung und Ausscheidung fehlte? Die ältere Physiologie erwähnte solcher Analysen mehr als Zierde, denn als nothwendiges Mittel zum Verständniss des Processes. Später gelangte man zu einer genauern, wiewohl noch keineswegs vollkommenen Kenntniss der chemischen Qualitäten jener Säfte; man versuchte daher schon jetzt eine innigere Vereinigung der chemischen Constitution mit der physiologischen Function herzustellen, allein bei der immer noch zu mangelhaften analytischen Unterlage entsprangen aus dieser Richtung nicht selten eine Menge Verkehrtheiten und gefährliche Irrthümer, wie wir dieselben zum Theil schon in dem Obigen geschildert haben, und zu denen wir noch eine grosse Anzahl Beispiele hinzufügen könnten. Wenn uns auch die Ergebnisse der chemischen Analyse thierischer Säfte zu mancherlei Deutungen der Processe Anlass geben, so gestatten sie uns doch noch keineswegs, so zahlreich und vollkommen sie auch sein mögen, auf die Function selbst zu schliessen; erst Experimente, die wir auf die Zusammensetzung jener Flüssigkeiten hin begründen, sind im Stande, uns Aufschluss über die Natur der betreffenden Processe zu geben.

Das Studium der zoochemischen Processe, basirt auf Zoochemie und Säftelehre, fällt dem dritten Abschnitte der physiologischen Chemie, der Lehre vom Stoffwechsel, von der Ernährung und Ausscheidung anheim. Es ist bereits hervorgehoben worden, dass das Ziel aller physiologischen Chemie eigentlich darauf hinausgeht, den Ablauf der chemischen Erscheinungen des thierischen Organismus in ihrem ursächlichen Zusammenhange zu erforschen und sie von den bekannten physikalischen und chemischen Gesetzen abzuleiten, d. h. wissenschaftlich zu erklären. Setzen wir die chemischen Unterlagen, wie sie uns die Zoochemie und Säftelehre kennen lehrt, auch als genügend erforscht voraus, so haben wir doch erst noch verschiedene Wege zu betreten, um die eigentliche Spitze unserer Forschung zu erreichen. Dieser Wege müssen

wir uns aber um so mehr bewusst werden, als wir gerade hier, um der Wahrheit nahe zu kommen, Hypothesen zu Hülfe nehmen müssen, von denen wir bekanntlich nur zu leicht in das Gebiet reiner Fictionsen abirren können.

So lange Zoochemie und Säftelehre sich auf dem derzeitigen, immerhin noch sehr niedrigen Standpunkte befinden, ist die einzige Methode diejenige, die wir die statistische nennen möchten; denn sie ist es, die uns die jeder exacten Forschung nöthige Grundlage im Calcul verspricht. *Liebig, Boussingault* und *Valentin* haben wohl zuerst in richtiger Erkenntniss Dessen, was Noth thut, die Endwirkungen des Ganzen mit den dazu verwendeten materiellen Substraten zu vergleichen versucht. Durch die blosse Zusammenstellung und quantitative Vergleichung der Einnahmen thierischer Organismen mit ihren Ausgaben erlangen wir nun zwar noch keinen Aufschluss über den Hergang des Processes selbst (gerade so wie wir auch aus der Anzahl der Sterbefälle bei gewissen Krankheiten noch nicht über deren Ursachen und Verlauf urtheilen können): allein wir erhalten durch solche Erfahrungen schon gewisse allgemeinere Resultate, die uns als Leitstern zu weitem Untersuchungen dienen können. Einige der wichtigsten Fragen, deren Beantwortung vor allem nothwendig war, fanden nur auf diesem Wege ihre Lösung. So ergab sich z. B. aus einer genauern Untersuchung der Nahrungsmittel und einem Vergleich mit den Bestandtheilen der Ernährungsflüssigkeiten und Excrete, dass in der gewöhnlichen Nahrung der Thiere eiweissartige Substanzen in hinreichender Menge vorkommen, um das bei der Ernährung und dem Stoffwechsel untergehende stickstoffhaltige Material wieder zu ersetzen; gleichzeitig konnte hieraus ersehen werden, dass der thierische Organismus wenigstens nicht nothwenigerweise die Fähigkeit besitzen müsse, aus andern stickstoffhaltigen Materien eiweissartige zu erzeugen. Auf gleichem Wege wurde auch jene Frage erledigt, ob der thierische Organismus die Fähigkeit besitze, Fett zu erzeugen oder nicht; wir wissen, dass durch solche statistische Beobachtungen (indem man das Fett der Nahrungsmittel mit dem in dem Zellgewebe abgeschiedenen oder mit dem den Excrementen beigemengten verglich) der bekannte Streit über die Fettbildung zwischen *Liebig* einerseits und *Dumas* und *Boussingault* andererseits endlich zu Gunsten des erstern entschieden wurde.

Diese statistische Methode bewahrt uns vor Aufstellung unhaltbarer Hypothesen und ebendeshalb vor Anstellung unnützer Versuche; wie lange spukte nicht in den Köpfen der Naturphilosophen jener Wahn, dass der Thierkörper die Kraft besitze, mineralische Elemente, wie Kalk, Eisen, Schwefel u. dergl. aus andern Elementen oder wohl auch aus Nichts zu erzeugen! Diese Methode allein war es, welche jenes hartnäckig verteidigte Dogma, die »Lebenskraft«, in seiner völligen Nichtigkeit darstellte.

Die statistisch-chemischen Forschungen können aber endlich auch andern Untersuchungen und Untersuchungsmethoden als Controle dienen;

sie liefern oft erst die Probe auf das Exempel; so hat z. B. *Boussingault* die Erfahrungen *Dulong's*, *Valentin's*, *Marchand's* und Anderer, die auf einen geringen Verlust des Thierkörpers an Stickstoff durch die Lungenexhalation hinwiesen, durch Vergleichung des Stickstoffgehalts der Excremente mit dem der Nahrungsmittel vollkommen bestätigt.

Demnach dürfte wohl die statistische Methode eines der wichtigsten Hilfsmittel sein, um über einige allgemeinere Fragen bezüglich der thierischen Stoffmetamorphose Aufschluss zu geben. Nur muss man sich hüten, mehr aus solchen Erfahrungen abzuleiten, als die einfachste Induction gestattet; denn leider haben auch die nach dieser Methode erlangten Resultate dazu dienen müssen, vielen der vagsten Fiktionen und kühnsten Phantasien eine Stütze zu bieten.

Es bedarf nun aber wohl kaum der Bemerkung, dass die Wissenschaft sich nicht mit der Kenntniss der Endresultate der chemischen Prozesse im Thierkörper, mit der Aufstellung der chemischen Dignität des Lebensprocesses in Summa begnügen dürfe; sie verlangt vielmehr ein tieferes Eindringen in den Ablauf der einzelnen Prozesse selbst und in die ursächlichen Verhältnisse der Erscheinungen. Hierüber vermag natürlich die statistische Methode keinerlei Aufschluss zu geben; haben wir auf jenem Wege in Erfahrung gebracht, dass Fett im thierischen Körper gebildet wird, so müssen andere Methoden uns das Wie der Entstehung solchen Stoffes lehren.

Die eine der Methoden, durch welche das Wie der Erscheinungen und das Warum der Aufeinanderfolge erforscht werden kann, möchten wir die *comparativ-analytische* oder *chemisch-experimentelle* nennen, insofern nach ihr ausserhalb des lebenden Körpers chemische Erscheinungen desselben künstlich nachgeahmt, und die chemischen Umwandlungen gewisser Substanzen ausserhalb der Lebenssphäre verglichen werden mit denen innerhalb der vitalen Prozesse. *Liebig* und seine Schule haben bereits auch hierin Vorzügliches geleistet. *Liebig* glaubte aus seinen statistischen Untersuchungen über die Fette schliessen zu dürfen, dass diese bei ihrem Durchgange durch den Organismus grossentheils zu Wasser und Kohlensäure oxydirt würden und somit wesentlich zu Unterhaltung der thierischen Wärme beitragen. Da *Liebig* keineswegs gesonnen war, anzunehmen (wie wohl Andere nach ihm geglaubt haben), dass das Fett in den Lungen etwa so verbrenne, wie das Oel in der Lampe, so musste dessen allmälige Umwandlung, sein Uebergang in verschiedene Oxydationsstufen und sauerstoffreichere Körper einer genauern Erforschung unterworfen werden. Zu diesem Zwecke glaubte *Liebig* zunächst auf genanntem *comparativ-analytischem* Wege gelangen zu können. Daher wurde von ihm und seiner Schule den zahlreichen *Zersetzungsproducten* nachgespürt, und wir wissen, welche schöne Resultate bereits aus diesem Bemühen hervorgegangen sind, wiewohl wir uns immer noch nicht am Ziele befinden. Ein ähnliches Beispiel bieten uns die leimgebenden Gewebe des Thierkörpers dar; dass der Leim sich

aus den eiweissartigen Stoffen herausbilde, darüber lassen weder die statistisch-chemischen noch die histologischen Untersuchungen den geringsten Zweifel. Noch aber ist der Process jener Umwandlung uns völlig unklar; ehe wir berechtigt sind, über diese Metamorphose ein Urtheil zu fällen, und dies etwa in einer chemischen Gleichung auszudrücken, ist es unerlässlich, erst die Umwandlungen zu studiren, welche die eiweissartigen Körper bei einer allmäligen Oxydation erleiden. Gewiss einer solchen Idee verdanken wir die vortrefflichen Untersuchungen, welche unter *Liebig's* Leitung von *Schlieper* und *Guckelberger* über die Oxydationsproducte der eiweissartigen Körper und des Leims selbst angestellt worden sind.

Indem wir die Prozesse der Fäulniss und Verwesung, sowie die der trockenen Destillation einzelner Thiersubstanzen näher untersuchen und somit deren Rückbildungsweisen kennen lernen, dürfen wir uns wohl der Hoffnung hingeben, aus der Rückbildungsweise einen Wahrscheinlichkeitsschluss über die Heranbildung solcher Stoffe zu ziehen. So sind z. B. *Dessaigne's* Entdeckung des Zerfallens der Hippursäure in Glycin und Benzoësäure, *Liebig's* Untersuchung des Kreatins und seiner Schüler Analysen des Leimzuckers Forschungen, die zwar noch kein volles Licht über den thierischen Stoffwechsel verbreiten, uns aber doch manche sichere Anhaltspunkte für fernere Untersuchungen über die vitalen Prozesse geben.

Eine dritte Methode, die, obwohl schon häufig in Anwendung gebracht, bei dem niedern Standpunkte unserer Vorkenntnisse uns noch wenig erkleckliche Resultate gegeben hat, ist die physiologisch-experimentelle. Wir verstehen darunter jene Art von Untersuchungen, wobei man bestrebt ist, am lebenden Körper selbst den Erfolg gewisser Bedingungen auf den Ablauf eines physiologisch-chemischen Processes und letztern selbst in seinen verschiedenen Stadien zu beobachten. Wir wissen, dass wir es nie dahin bringen werden, alle Prozesse sowie sie im lebenden Körper vor sich gehen, künstlich nachzuahmen, da wir hierzu ebenso wenig die Bedingungen und Verhältnisse schaffen können, wie zur Bildung der Erze und Felsarten. Desshalb kommt es darauf an, den Process, über den wir unser Urtheil durch Nachahmung selbst nicht prüfen können, wenigstens in seinem natürlichen Verlaufe am lebenden Körper möglichst genau zu belauschen. Zur Erreichung dieses Zwecks müssen uns zunächst natürlich physiologische Mittel verbelfen. Hierher gehören z. B. solche Untersuchungen, wie sie bereits oft über das Verhalten der Magencontenta während der natürlichen Verdauung, über die chemische Veränderung einzelner Stoffe bei der Entwicklung des Eies durch Brutwärme, über die Abhängigkeit der Respirationsproducte von verschiedenen äussern Bedingungen angestellt worden sind. Hierher sind auch jene Versuche zu rechnen, welche man über die Umwandlungen einzelner Stoffe bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus, oder über die Einwirkung einer gewissen Kost und die Umwandlungen

...llt werden sind. ... mag, bei gewissen physio-
... abzuweisen, so wird sie doch
Indem wir die Prozesse der ... drängen, denn immer wird uns
... Destillat ... physiologische Gleichung für einen
... deren Rückbildung ... philosophischen Ausdruck dafür finden.
... hingehen, an der ... also die Chemie der Physiologie ein
... schluss über die ... werten daher wohl kaum den Cicero'-
... (Descriptio) ... delectatus alterum contemnit« auf uns
... reißt, ... wenn wir frei behaupten, dass die phy-
... des Lebnadler ... physiologischen Forschung sei.
... thierischen ... angewandten Physiologie, zur Pa-
... ltpunkte ... finden wir, dass auch hier die Chemie
... n.
... unter der unzähligen Menge von Krankheiten
... Eine dritte ... gewissen chemischen Veränderungen begleitet
... it, bei dem nicht ... Wesen eines Processes erklärt oder erfasst
... g'erklickte ... dürfen, wenn man einen von dessen integri-
... imentelle ... Ohne chemische Bewegungen kein Leben, keine
... pi 1 ... Veränderungen. Dies im Bezug auf Pathologie.
... Therapie die Chemie die Hauptrolle spiele, bedarf
... ung; hat doch gerade die neuere Pharmakologie
... chemische Prozesse und Principien gestützt! Ist
... einmal so weit gekommen, den Arzneimitteln nicht
... Kräfte zuzuschreiben, sondern ihre Wirksamkeit we-
... hen Facultäten abzuleiten, so muss die Chemie auch
... Pharmakologie sein. Der Arzt wirkt meist nur durch
... en Körper; diese behält aber die ihr eigenthümlichen
... wie ausserhalb des Organismus. Fällt nun auch die
... t in das Bereich der chemischen Umwandlungen, so kön-
... sogenannten Nervina der Pharmakologen primär wenigstens

Hilfswissenschaften der Medicin einnehme. Jene aber, welche noch eigenenthümliche Kräfte und besondere Gesetze zur Erklärung der Lebenserscheinungen für nothwendig halten, werden uns wenigstens zugestehen, dass, wenn, was nicht zu läugnen, erst nach vollständiger Erforschung der physikalischen im lebenden Körper thätigen Kräfte eine wahre Lebenskraft oder Lebensgesetze gefunden werden können; von den zuvor zu erforschenden Wirkungen und zu erledigenden Fragen die chemischen gewiss die wichtigsten sind. Mit Denen aber, welche die Lebenskräfte nach subjectiven Gefühlen construiren, und der Natur das Gepräge ihrer Ideen aufdrücken wollen, vermögen wir von unserm Standpunkte aus nicht zu rechten; ihnen mag die Chemie, gleich der Physik und Anatomie, höchstens als dienstwillige Magd erscheinen bei dem erhabenen Geschäfte, eine überschwengliche Naturanschauung zu schaffen und das Naturleben in sinnigen Allegorien zu schildern.

Es bleibt uns nur noch übrig, über das Verhältniss der pathologischen Chemie zur physiologischen ein paar Worte hinzuzufügen. Weder aus theoretischem noch aus praktischem Gesichtspunkte können wir uns damit einverstanden erklären, dass die pathologische Chemie als irgend etwas Verschiedenes von der physiologischen getrennt werde. Wie unpraktisch eine solche Trennung ist, lehrt schon die Erfahrung; denn wie viel Kräfte sind schon fast unnütz vergeudet worden zur Erforschung unerreichbarer Dinge: zu diesen gehört aber eine pathologische Chemie, der keine physiologische zu Grunde liegt. Es ist eine für den Naturforscher gewiss sehr zu beherzigende Regel, keine Versuche zu unternehmen, die nicht auf eine gut gestellte Frage eine bestimmte Antwort geben müssen. Allein kaum zählbar sind die pathologisch-chemischen Versuche, die uns ohne alle Antwort gelassen haben und uns voraussichtlich auch keine geben konnten; denn es ist kaum begreiflich, wie man das Abnorme erkennen wollte, da man das Normale noch nicht kannte: um zwei Dinge zu vergleichen, muss doch wenigstens das eine genau bekannt sein. Hiermit soll keineswegs behauptet werden, dass man sich aller pathologisch-chemischen Untersuchungen enthalten müsse: dies würde ebenso absurd sein, als wenn wir der Pathologie nicht eher unsere Aufmerksamkeit schenken wollten, als bis wir mit der Physiologie ganz im Reinen zu sein glaubten. Wir verwahren uns im Gegentheil nur gegen solche Analysen pathologischer Producte, denen alle Beziehung auf irgend ein einheitliches Moment, aller Zusammenhang mit bereits wissenschaftlich constatirten Thatsachen, alle Rücksicht auf allgemeinere chemische oder physiologische Sätze abgeht. Solcher Untersuchungen gibt es leider noch unzählige; finden wir nicht wenigstens aller vier Wochen eine Analyse diabetischen Harns mitgetheilt? Wir würden darin als Resultat wenigstens zum tausendsten Mal die Bestätigung des Zuckergehaltes diabetischen Harns finden, wenn nur nicht gerade erst dann Diabetes diagnosticirt wäre, wenn erwiesenermassen Zucker im Harn vorkommt. Von den Beziehungen der in bestimmten Zeiten entleerten Zuckerquantität zu

Chemie der sogenannten *Metaphysiologie* gegenüber einnimmt. Man hat nicht verfehlt, auch die neuern Fortschritte der organischen Chemie zu benutzen, um sie den phantastischen Gespinnsten einer Physiologie einzuverweben, die sich eine vergleichende nennt. Es ist dies nicht etwa eine Disciplin, welche die Functionen der Organe verschiedener Thiere untereinander vergleicht, wie die vergleichende Anatomie den Bau derselben, sondern ein auf Abstractionen und idealen Vergleichen, d. h. bildlichen Darstellungen subjectiver Auffassungen begründetes System, in welches den Ergebnissen objectiver Forschung zum Trotz die widersprechendsten Thatsachen eingezwängt werden. Wir hegen alle Achtung vor einer *Metaphysik*, die unter den speculativen Wissenschaften denselben Rang einnimmt, wie Physiologie und Chemie unter den exacten. *Metaphysik* und Physiologie gleichen zwei divergenten Linien, die nur in ihrem Ausgangspunkte coincidiren, in allen übrigen Punkten aber so different sind, dass sie sich nur gewaltsam zum Schaden wahrer Wissenschaftlichkeit vereinigen lassen. Der Naturforscher hat seinen Standpunkt meist sicherer behauptet und fester gehalten als der Naturphilosoph, der nie davon abgesehen hat, seine nach subjectivem Ermessen construirten Ideen-complexe den objectiven Erfahrungen des Naturforschers aufdrängen zu wollen. Man hat sich von dieser Seite her bemüht, die Entdeckungen und allgemeineren Sätze geistig zu anticipiren, die der Naturforscher erst noch factisch zu eruiiren versucht, und hat auf solche Weise in die Wissenschaft eine Verwirrung gebracht, die ihrem Fortschritte nur hinderlich sein konnte. Wir haben es jetzt allerdings nur noch mit den Nachzüglern jener naturphilosophischen Schule zu thun, die aus derselben überschwenglichen Richtung der Zeit hervorging, welche für die Dichtkunst die sogenannte romantische Schule erzeugte. Man erträumte sich damals ein Ideal, das man Natur nannte.

Eine solche *Metaphysik*¹⁾, die ihren Standpunkt gänzlich verkennt, fordert vom Chemiker, dass »er sich über den chemischen und (sogar den) vitalen Process erhebe, dieselben in ihren Haupteigenschaften und Hauptresultaten miteinander vergleiche und in ihrer von oben geschauten Coëxistenz darstelle, wie sie in den objectiven Processen begründet sei.« Aus einer solchen Vogelperspective kann und soll aber der Chemiker, so lange er Chemiker bleibt, die Naturerscheinungen nicht beobachten; von den schwindelnden Höhen der Phantasie aus ist eben keine exacte Forschung möglich, wohl aber Verzückung über künstlich gelungene Vergleiche oder über die ineinander verschwimmenden Nebelbilder undeutlich aufgefasster Naturerscheinungen. Wir haben es schon in dem Obigen nicht verhehlen können, dass wir uns den specifisch vitalen Erscheinungen und Lebenskräften gegenüber auf durchaus radikalem Standpunkte befinden; wir können uns nicht an das magische Halbdunkel gewöhnen,

1) *Geubel*, Grundzüge der wissenschaftlichen Chemie, Frankf. a. M. 1846 und *L. Müller*, Berzelius' Ansichten, Breslau 1846.

kraft, oder wie sie dies sonst zu nennen beliebten, anzunehmen. Hätten sie den ersten besten Chemiker gefragt, so würden sie erfahren haben, dass vor der Leuchte einer nüchternen Logik kein wesentlicher Unterschied zwischen organischen und anorganischen Körpern besteht; ein Chemiker, der nie etwas von organischen Stoffen gehört oder gesehen hätte, würde alle jene zufälligen Unterschiede beider Stoffarten aus der der todtten Materie entsprossenen Affinitätslehre und Stöchiometrie, also a priori, deducirt haben. Mögen jene Verehrer einer romantischen Naturpoesie auch vornehm auf den Schwarm ämsiger Forscher hinblicken, die oft jahrelang unablässig sich bemühen, um höchstens einige feste Stämme für den grossen Bau einer wahrhaften Naturphilosophie zusammenzutragen: wir werden doch nicht daran verzweifeln, dass unser Werk einst einfach aber grossartig dastehen und dauernder sein wird, als jene Naturphilosopheme von Pythagoras und Empedokles bis auf Schelling und Hegel, die, wie Sand am Meere, durch eine Woge emporgetrieben, durch die folgende wieder zu Grunde gehen.

Organische Substrate des thierischen Organismus.

So wahr es ist, dass die gesammte Naturforschung ihren ganzen Stütz- und Haltspunkt lediglich in der Untersuchung der Einzelheiten findet und finden muss, so traurige Erfahrungen wir bereits in den Naturwissenschaften durch vorzeitige Abstractionen und kühne Verallgemeinerungen an sich richtig beobachteter Sätze gemacht haben: so darf doch die Bearbeitung irgend einer naturwissenschaftlichen Disciplin, und sei ihr Feld auch noch so begrenzt, nicht ohne gewisse leitende Maximen, nicht ohne bestimmte allgemeinere Gesichtspunkte unternommen werden. Diese leitenden Maximen, diese allgemeineren Gesichtspunkte hat aber die physiologische Chemie ebensowohl in der Physiologie als in der allgemeinen Chemie zu suchen; ohne diese ist und bleibt die Zoochemie ein wirres Haufwerk lose zusammenhängender Thatsachen, aus welchem jeder phantastische Kopf sich das auswählen kann, was ihm beliebt, um sich und andre mit den Nebelbildern seiner Träume auf nur zu kurze Dauer zu ergötzen.

Bei der Betrachtung der Eigenschaften thierischer Stoffe und ihrer chemischen Verwandlungen müssen wir ebensowohl der allgemeineren Principien der Chemie und ihrer neuesten Errungenschaften eingedenk sein,

in dem belebten Körper alle seine integrierenden Eigenschaften ablege und in der vitalen Sphäre höher begabt oder begeistert werde. Wenn wir daher in dem Folgenden für die zoochemischen Stoffe ein rein chemisches Eintheilungsprincip zur Geltung zu bringen suchen, so tragen wir gleichzeitig der Physiologie die vollste Rechnung. Eine chemische Eintheilung der thierischen Stoffe muss eben vollkommen congruent einer physiologischen sein: denn die letztere könnte nicht rationell, nicht richtig, nicht der Natur entsprechend sein, wenn sie Materien von verschiedenen Qualitäten zusammenwürfe und andre von analogen chemischen Characteren künstlich aus einander risse. So leuchtet es z. B. von selbst ein, dass die stickstofflosen Materien, wie Stärkmehl, Zucker u. dergl. ganz anderen physiologischen Functionen vorstehen müssen, als die von jenen so verschiedenen stickstoffreichen Eiweisskörper: allein kaum durfte man erwarten, dass schon in den beiden grossen Reichen belebter Organismen sich die Differenz jener stickstofflosen und stickstoffhaltigen Materien so entschieden abspiegeln würde; die Lebenserscheinungen der Thiere und Pflanzen verdanken ihre Verschiedenheiten zum grossen Theile der Verschiedenartigkeit dieser beiden Classen chemischer Stoffe. Wir werden in dem weitem Verlaufe dieser Betrachtung finden, dass die reine Chemie die organischen Stoffe gar nicht anders spalten oder gruppiren konnte und durfte, als die physiologischen Voraussetzungen es verlangen.

Wenn wir aber in der reinen Zoochemie d. h. eben in der Lehre von den chemischen Substraten thierischer Organismen ein rein chemisches Eintheilungsprincip der dahin gehörigen Objecte in Anwendung bringen wollen, so meinen wir damit nicht etwa jene alte abgegriffene Eintheilung organischer Stoffe in Säuren, Basen und indifferente oder amphotere Körper, sondern wir sind vielmehr der Ansicht, dass eine Eintheilung der Thierstoffe nach ihrem gesammten chemischen Verhalten, nach ihrer chemischen Dignität (also nicht nach einer einzelnen ihrer Eigenschaften, wie z. B. die Basicität oder Acidität ist), eben weil sie eine natürliche ist, auch der Physiologie gerecht werden müsse. Andererseits halten wir aber für die Zoochemie rein physiologische Eintheilungsprincipien (wie wir sie z. B. selbst in der ersten Auflage dieses Werks befolgt haben) für eben so irrationell und unnatürlich als jene, die aus dem Gesichtspunkte der reinen Affinitätslehre entsprungen sind. Scheint für den ersten Blick eine Eintheilung der organischen Substrate in Nährstoffe und Excrete auch zweckentsprechend, so zeigen sich im Verfolge der wirklichen Ausführung einer solchen Behandlungsweise doch eine Menge Unzulänglichkeiten, welche den gehofften Vortheil einer solchen Eintheilung völlig wieder aufheben. Denn es stellt sich sehr bald heraus, dass ein Körper, der an einer Stelle des thierischen Organismus oder bei einem Prozesse sich als reines Zersetzungsproduct zeigt, an einem andern noch zur Bildung eines Gewebes, noch zur Vollführung einer rein physiologischen Function verwendet wird. Eine Sondernng der zoochemischen Stoffe in Secretions- und Excretionsstoffe führt zu der grössten Unsicherheit und ärgsten Ver-

richtige sein, welche beiden Disciplinen, der Chemie gleich der Physiologie, Gnüge leistet.

Wenn die Zoochemie die festeste Unterlage der physiologischen Chemie ist, wenn in ihr dem chemischen Elemente überall seine Geltung gewahrt werden muss, so dürfen jedoch die physiologischen Beziehungen der einzelnen Stoffe nicht gänzlich aus den Augen gesetzt werden. Die Materien dürfen nicht bloß in ihren Eigenschaften, ihrer Zusammensetzung, Darstellung und Zersetzung nach beschrieben werden, sondern man muss auch ihre physiologische Qualität in Erwägung ziehen. Das Vorkommen eines Stoffs an gewissen Orten des Thierkörpers und bei gewissen Processen, sein Verhalten zum allgemeinen Stoffwechsel und seine Bildung oder Rückbildung sind Fragepunkte, welche die reine Chemie nicht zu beantworten pflegt, die Physiologie allein aber nicht zu beantworten vermag.

Einen solchen Ausbau der Zoochemie halten wir vor allen Dingen nothwendig, ehe Physiologie und Medicin erwarten dürfen, allgemeinere auf grössere Prozesse bezügliche Fragen von der Chemie mit Exactheit beantwortet zu sehen. Diese Ansicht hat ohne Zweifel auch die meisten wahren Naturforscher bei ihren Bestrebungen in diesem Felde wissenschaftlicher Thätigkeit geleitet; ein *Berzelius*, ein *Wöhler*, ein *Liebig*, *Mulder* haben sich nie herabgelassen, Untersuchungen anzustellen, die, aller wissenschaftlichen Basis entbehrend, zu keinen wissenschaftlich gerechtfertigten Resultaten führen konnten. Wir finden dagegen, dass solcher Männer Streben immer dahin gegangen ist, erst der reinen Zoochemie den innern wissenschaftlichen Halt zu verschaffen, ohne welchen sie nichts als ein Stückwerk, aus vereinzelt Thatsachen zusammengetragen, bleiben würde. Für jetzt lassen sich aber von der reinen Zoochemie aus die gründlichsten physiologischen Resultate erwarten, und wir machen uns keiner Uebertreibung schuldig, wenn wir behaupten, dass durch zoochemische Untersuchungen, wie die *Mulder's* über eiweisartige Stoffe, *Liebig's* über Kreatin u. dergl., *Wöhler's* über Harnsäure u. s. f. mehr Licht über den thierischen Stoffwechsel verbreitet worden ist, als durch Hunderte von Analysen des Bluts und Harnes.

Wir werden der mitgetheilten Gründe wegen in der folgenden Darstellung der zoochemischen Elemente dieselben Gruppen festhalten, wie sie nach den neuesten Forschungen in der reinen Chemie constatirt sind. Körper von homologem chemischem Werthe müssen auch gemeinsame physiologische Beziehungen haben. Wir werden hierbei von den Körpern einfacher Zusammensetzung beginnen, von denen die meisten nur selten oder nie bereits gebildet in thierischen Organismen gefunden worden sind; allein insofern sie sich als Abkömmlinge thierischer Stoffe zeigen, ist ihre Kenntniss nicht überflüssig, sondern sogar nothwendig. Indem wir sodann von den Gruppen einfacher constituirter Körper zu denen von complicirterer Zusammensetzung aufsteigen, werden wir allmählig vertrauter mit dem Getriebe der Zusammenlegung und Spaltung der organischen Materie, so dass wir endlich die wichtigsten, aber verwickeltesten Stoffe der thierischen Organismen einer gediegenern Beurtheilung unterwerfen können. Es bedarf aber gerade einer sehr vorsichtigen, kritischen Beurtheilung der vorliegenden Thatsachen, wenn wir die Zoochemie wirk-

eiweissartigen Stoffen und ihren Abkömmlingen, als Körpern von sehr hohem Atomgewichte, sich die Atomzahl des Wasserstoffs am wenigsten sicher wird berechnen lassen.

Die Atomgewichte der genannten Stoffe sind aber zum Theil so hoch, und die Ungewissheit, ob diese Substanzen neben ihrem untrennbaren Gehalte an sogenannten Aschenbestandtheilen als frei von allen andern Beimengungen anzusehen seien, so gross, dass auch die Zahl der Kohlenstoffatome sich aus dem empirischen Resultate der Analyse mit Sicherheit nicht berechnen lässt. Da wir endlich kein Mittel besitzen den Sauerstoffgehalt eines organischen Körpers direct zu bestimmen, sondern ihn nur aus dem Verluste, d. h. durch Subtraction der gefundenen Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoffmengen von dem Gewichte der zur Analyse verwendeten Substanz berechnen, so werden sich oft die Untersuchungsfehler in der Zahl des Sauerstoffs summiren und es wird somit wenigstens in vielen Fällen gerade der in der Analyse bezeichnete Sauerstoffgehalt als die unsicherste Zahl angesehen werden müssen.

Würden aber alle diese Mängel, die der Berechnung atomistischer Formeln aus den unmittelbaren Resultaten von Elementaranalysen anhaften, möglichst vermieden oder in einem vorliegenden Falle = 0 zu achten sein: so würde die aufgestellte Formel immer nur einen problematischen Werth haben, so lange nicht die Sättigungscapacität des Körpers durch directe Versuche bestimmt ist, d. h. so lange nicht das aus der Sättigungscapacität des Körpers berechnete Atomgewicht mit dem aus der Analyse abgeleiteten im Einklang gefunden worden ist. Ohne Kenntniss der Sättigungscapacität würden wir also, selbst bei übrigen vollkommen exacten, zweifellosen Unterlagen keine Garantie für das wahre Atomgewicht eines Körpers, für dessen atomistische Zusammensetzung haben. Wir wüssten z. B. nicht, ob Milchsäure und Amylon nach der Formel $C_6 H_8 O_5$ oder $C_{12} H_{10} O_{10}$ oder nach andern Multipeln zusammengesetzt seien. Leider stossen wir aber gerade unter den thierischen Substanzen höherer Ordnung auf eine Menge, deren atomistische Zusammensetzung nicht durch Vergleichung mit ihrer Sättigungscapacität geprüft werden kann. Solche Substanzen lassen sich entweder gar nicht mit andern Stoffen in einer bestimmten Proportion verbinden, oder sie vereinigen sich damit in mannigfachen Verhältnissen, so dass nicht zu entscheiden ist, welche eigentlich als die neutrale Verbindung anzusehen sei. Die Schwankungen in den Zahlen der Sättigungscapacität sind aber bei solchen Körpern (zum Theil wegen der beigemengten Mineralstoffe) oft noch weit bedeutender, als die der Zahlen in der Elementaranalyse d. h. das aus der Sättigungscapacität berechnete Atomgewicht ist oft nicht weniger unsicher, als das aus der Elementaranalyse abgeleitete.

Wenn man diesen in der Chemie allgemein anerkannten Regeln folgt, und diesen Betrachtungen gemäss die Eigenschaften der meisten eiweissartigen Stoffe und ihrer Abkömmlinge vergleicht, so wird man leicht einsehen, was eigentlich von den für die Zusammensetzung dieser Körper aufgestellten Formeln zu halten ist, und

Buttersäure	=	$C_8 H_7 O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_8 \cdot O_4$.
Baldriansäure	=	$C_{10} H_9 O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{10} \cdot O_4$.
Capronsäure	=	$C_{12} H_{11} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{12} \cdot O_4$.
Oenanthsäure	=	$C_{14} H_{13} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{14} \cdot O_4$.
Caprylsäure	=	$C_{16} H_{15} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{16} \cdot O_4$.
Pelargonsäure	=	$C_{18} H_{17} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{18} \cdot O_4$.
Caprinsäure	=	$C_{20} H_{19} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{20} \cdot O_4$.
Margaritinsäure	=	$C_{22} H_{21} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{22} \cdot O_4$.
Laurostearinsäure	=	$C_{24} H_{23} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{24} \cdot O_4$.
Cocinsäure	=	$C_{26} H_{25} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{26} \cdot O_4$.
Myristinsäure	=	$C_{28} H_{27} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{28} \cdot O_4$.
Cetinsäure	=	$C_{30} H_{29} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{30} \cdot O_4$.
Palmitonsäure	=	$C_{32} H_{31} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{32} \cdot O_4$.
Margarinsäure	=	$C_{34} H_{33} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{34} \cdot O_4$.
Stearinsäure	=	$C_{36} H_{35} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{36} \cdot O_4$.
Behensäure	=	$C_{42} H_{41} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{42} \cdot O_4$.
Cerotinsäure	=	$C_{54} H_{53} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{54} \cdot O_4$.
Melissinsäure	=	$C_{60} H_{59} O_3 \cdot HO$	=	$(CH)_{60} \cdot O_4$.

Ob die Palmitonsäure = $C_{31} H_{30} O_3 \cdot HO$, die Bogsäure = $C_{33} H_{32} O_3 \cdot HO$ und die Kokkeltalgssäure = $C_{35} H_{34} O_3 \cdot HO$, in denen die Kohlenstoffatome eine ungerade Zahl bilden, eine solche Zusammensetzung wirklich haben oder Gemenge verschiedener Säuren sind, muss vorläufig dahin gestellt bleiben; wenigstens lassen mehrere theoretische Gründe an der Annahme einer ungeraden Zahl in den Kohlenstoffatomen dieser Säuren gerechte Zweifel setzen.

So analog die genannten Säuren nicht nur rücksichtlich ihrer Zusammensetzung, sondern auch betreffs vieler Eigenschaften sind, so bieten die Anfangs- und Endglieder jener Reihe doch auf den ersten Blick so erhebliche Unterschiede dar, dass man in früherer Zeit diese Säuren, ihren innern Zusammenhang nicht ahnend, in zwei ganz besondern Gruppen behandelte. Es versteht sich von selbst, dass mit der Verminderung der Sättigungscapazität, mit den Steigen des Atomgewichts gewisse Veränderungen der chemischen wie der physikalischen Eigenschaften verbunden sein müssen; so steigt z. B. der Siedepunkt dieser Säuren proportional dem Atomgewichte, bis derselbe endlich so hoch wird, dass die betreffenden Säuren sich bei solchen Temperaturen unter gewöhnlichen Verhältnissen zersetzen; die Säuren von geringerem Atomgewicht sind ferner bei gewöhnlicher und selbst bei niedriger Temperatur tropfbar flüssig, während sie mit der Zunahme des Atomgewichts dickflüssig, weich und schmierig und endlich fest und wachsartig werden und nur bei höherer Temperatur schmelzen. Obgleich sich demnach in diesen vollkommen homologen Körpern feste und flüssige, flüchtige und nicht flüchtige gegenüberzustehen scheinen, so lässt sich doch in jener Reihe nicht die Grenze angeben, wo die flüchtigen und flüssigen aufhören und die festen und nicht flüchtigen anfangen. Indessen wird es zum Behufe der Uebersicht über diese Stoffe nicht unpraktisch sein, die alte Eintheilung derselben

nach den eben erwähnten Eigenschaften beizubehalten und sie in zwei Unterabtheilungen zu betrachten, nämlich einerseits die flüchtigen Fettsäuren und andererseits die festen Fettsäuren. Ziemlich willkürlich schliessen wir die Gruppe der flüchtigen lipogenen Säuren mit der Caprinsäure und beginnen die der festen mit der Margaritinsäure.

Auf den ersten Blick muss diese Eintheilung in flüchtige und feste Fettsäuren höchst unlogisch erscheinen, und diess ist sie auch: allein wir behalten den alteingebürgerten Ausdruck bei, da wir ausser den genannten noch eine Gruppe von Fettsäuren haben, die flüssig sind, ohne flüchtig zu sein, nämlich die Oelsäure und ähnliche.

Flüchtige Fettsäuren.

Dieselben sind bei mittlerer Temperatur tropfbarflüssig und zwar im wasserarmen Zustande meist ölartig, erst unter 0° erstarren sie krystallinisch; sie sind so flüchtig, dass sie schon bei gewöhnlicher Temperatur stark verdunsten und deshalb einen Augen und Nase mehr oder weniger reizenden Geruch verbreiten; sie sind farblos, haben aber einen eigenthümlich brennenden oder scharfen Geschmack. In Wasser, Alkohol und Aether sind sie fast in jedem Verhältnisse löslich; Lackmus röthen sie stark; sie sind unzersetzt destillirbar; ihre Siedepunkte steigen mit der Zahl der Kohlenwasserstoffatome (nach Kopp auf 2 At. CH um 19°); in einem ähnlichen Verhältnisse stehen die Dichtigkeiten der Dämpfe dieser Säuren zu der Zahl der Kohlenwasserstoffatome; die Dämpfe dieser Säuren sind übrigens entzündlich, wenn ihnen nicht zu viel Wasserdampf beigemischt ist.

Mit Basen bilden diese Säuren meist auflöslliche und zum Theil leicht krystallisirbare Salze. Mit den organischen Halidbasen: Methyloxyd, Aethyloxyd, Amyloxyd, Lipyloxyd, bilden sie sogenannte Halidsalze, welche entweder durch unmittelbare Vereinigung der Säure mit der fraglichen Base oder durch doppelte Wahlverwandschaft entstehen. Die Verbindungen mit den 3 erstgenannten Basen sind fast sämmtlich tropfbarflüssig und äusserst flüchtig; ihr Siedepunkt liegt für jede Basis um eine bestimmte Anzahl Grade niedriger, als der der entsprechenden Säure im wasserärmsten Zustande.

Fast unter keiner Classe von Körpern hat man bis jetzt so viele *metamere* Stoffe gefunden als unter dieser, z. B. Metacetonsäure = $C_6 H_8 O_3$. HO, ameisen-saures Aethyloxyd = $C_4 H_5 O$. $C_2 H_3 O$, und essigsäures Methyloxyd, $C_2 H_3 O$. $C_4 H_5 O_3$ enthalten gleiche Zahlen der Atome einzelner Elemente = $C_6 H_8 O_4$, sind also metamere, ebenso Oenanthsäure = $C_{14} H_{22} O_3$. HO, essigsäures Amyloxyd = $C_{10} H_{17} O$. $C_4 H_5 O_3$, capronsäures Methyloxyd = $C_2 H_3 O$. $C_{12} H_{21} O_3$ und baldriansäures Aethyloxyd = $C_4 H_5 O$. $C_{10} H_{19} O_3$ = $C_4 H_5 O_4$.

Ehe wir zur Betrachtung der einzelnen dieser Gruppe angehörigen Säuren übergehen, müssen wir noch auf einige allen diesen Säuren gemeinsame Verhältnisse aufmerksam machen, die sich namentlich auf die

mit ihnen in näherem Zusammenhange stehenden Stoffe, auf die Reihen homologer Körper, aus denen sie entweder hervorgehen, oder in die sie unter gleichen Bedingungen übergehen, und überhaupt auf ihre innere chemische Constitution beziehen.

Zunächst heben wir hervor, dass, wenn man der Theorie der organischen Radicale folgt, bereits eine Anzahl Stoffe gefunden worden sind, welche als niedere Oxydationsstufen der Kohlenwasserstoffradicale dieser Säuren betrachtet werden können; wir haben dann Körper von der generellen Formel, $C_n H_n - 1 O + HO [= (CH)_n O_2]$ und $C_n H_n - 1 O_2 \cdot HO [= (CH)_n O_3]$. Die nach der ersten dieser Formeln constituirten Stoffe hat man Oxyde der Säureradicalen oder gewöhnlicher noch *Aldehyde* genannt. Diese Körper sind meist tropfbarflüssig, sehr flüchtig und oxydiren sich schnell an der Luft, indem sie in die entsprechenden Säuren übergehen. Man hat bis jetzt folgende Körper dieser Art genauer studirt:

Essigsäurealdehyd	$C_4 H_3 O \cdot HO.$
Metacetonsäurealdehyd	$C_6 H_5 O \cdot HO.$
Buttersäurealdehyd	$C_8 H_7 O \cdot HO.$
Oenanthsäurealdehyd	$C_{14} H_{13} O \cdot HO.$
Caprinsäurealdehyd	$C_{20} H_{19} O \cdot HO.$

Die zwischen diesen Oxyden und den fraglichen Säuren mitten inne stehenden Oxydationsstufen $= C_n H_n - 1 O_2 \cdot HO$ sind nur bei wenigen gefunden worden; auch sie gehen durch Oxydation an der Luft leicht in die entsprechenden Säuren über.

Acetylige Säure	$C_4 H_3 O_2 \cdot HO.$
Oeanthyliche Säure	$C_{14} H_{13} O_2 \cdot HO.$

Aus den Salzen, namentlich aus den Barytsalzen mehrerer dieser Säuren, hat man durch trockne Destillation den Aldehyden derselben isomere Körper hervorgebracht, zu deren Bezeichnung die Endung *al* gewählt worden ist. Diese Körper bilden ölartige, höchst flüchtige und daher stechend riechende Flüssigkeiten, welche unzersetzt destillirbar sind, sich leicht in Alkohol und Aether, aber nicht in Wasser lösen, weder saure noch basische Eigenschaften besitzen, weniger leicht an der Luft als durch Vermittlung oxydirender Substanzen in die entsprechenden Säuren übergehen, und leicht einen Theil ihres Wasserstoffs mit Chlor vertauschen. Man kennt bis jetzt:

Butyral	$C_8 H_8 O_2.$
Valeral	$C_{10} H_{10} O_2.$
Oeanthal	$C_{14} H_{14} O_2.$

Eine andere Reihe von Abkömmlingen dieser Säuren entsteht durch Erhitzen ihrer Salze mit starken Basen, indem hierbei die Säure die Elemente eines Atoms Kohlensäure verliert und in einen Stoff verwandelt wird, der neben einem dem ölbildenden Gase polymeren, aber aus ungeraden Zahlen constituirten Kohlenwasserstoff 4 At. Sauerstoff enthält, z. B. $Ca O \cdot C_8 H_7 O_3 - CO_2 = C_7 H_7 O$. Zur Bezeichnung dieser Körper hat man die Endung *on* gewählt; sie sind farblose, sehr flüchtige

Oele, von durchdringendem Geruch, in Alkohol und Aether leicht löslich, unlöslich in Wasser, leicht entzündlich, nicht mit Säuren oder Basen verbindbar.

Wie bei vielen andern organischen Körpern können auch in diesen Säuren einzelne Atome Wasserstoff durch die entsprechende Anzahl Atome Chlor, Brom oder Jod ersetzt werden, z. B. Chloressigsäure entsteht nach folgender Gleichung: $C_2 H_3 O_2 \cdot HO + 6 Cl = 3 HCl + C_2 Cl_3 O_2 \cdot HO$. In der Buttersäure können verschiedene Zahlen von Wasserstoffatomen durch gleiche Chloratome vertreten werden; wir haben daher zwei Chlorbuttersäuren, nämlich $= C_4 (H_3 Cl_2) O_2$ und $C_4 (H_3 Cl_4) O_2$ zusammengesetzt. So sehr *Berzelius* selbst bis zu den letzten Tagen seines Lebens gegen die sogenannte Substitutionstheorie angekämpft hat, so wenig darf doch diese Ansicht bei der Betrachtung der Constitution organischer Materien ausser Acht gelassen werden. Denn obgleich diese Deutungsweise der Zusammensetzung chlorhaltiger organischer Stoffe den bisher in der Chemie geläufigen electro-chemischen Ansichten widerspricht: so ist sie doch schon deshalb nicht gänzlich zu verwerfen, weil sie zur Zeit diejenige Darstellungsweise der Constitution solcher Körper ist, die der empirischen Zusammensetzung am nächsten steht. Man braucht den metaleptischen Ansichten *Dumas'* und *Laurent's* keineswegs rigorös anzuhängen, wenn man der leichtern Uebersicht und des bessern Verständnisses wegen sich jener Vorstellungsweise bedient und die Formeln jener Körper so construirt, als ob Chlor geradezu an die Stelle des Wasserstoffs getreten sei. Allein abgesehen von dem praktischen Vortheil, den diese Bezeichnungsweise gewährt, abgesehen davon dass die von *Berzelius* versuchten Deutungsweisen der Zusammensetzung solcher Körper zum grossen Theil höchst gesucht und ohne mannigfache Verwirrung nicht mit andern Erfahrungen in Einklang zu bringen sind: so spricht doch für diese Anschauungsweise die in den meisten Fällen constatirte Erfahrung, dass, trotz des Verlustes von Wasserstoffatomen und des Eingehens von dem negativen Chlor, Brom oder Jod oder selbst dem der Untersalpetersäure entsprechenden Atomencomplexe $= NO_2$, der neue Körper den chemischen Character der ursprünglichen Verbindung beibehält d. h. war die Muttersubstanz eine Säure, so ist auch der neugebildete Stoff eine solche, war er neutral, so ist auch die neue Verbindung neutral; am auffälligsten ist aber, dass selbst basische Körper, wie die Alkaloide, noch Basen bleiben, wenn einzelnen Wasserstoffatomen derselben jene Elemente oder Untersalpetersäure substituirt sind.

Alle Säuren dieser Gruppe bilden auch Amidverbindungen. Der Ausdruck *Amid* ist schon aus der anorganischen Chemie bekannt. Das nicht isolirt darstellbare Atomenaggregat $H_2 N$ wurde in manchen metallhaltigen Präparaten gefunden, die durch Behandlung von Metalloxydverbindungen mit Ammoniak entstanden waren. Es wurde dort angenommen, dass das Atom Sauerstoff des Metalloxyds z. B. des Quecksilberoxyds sich mit einem Aequivalent Wasserstoff des Ammoniaks zu Wasser ver-

bunden habe und als solches ausgetreten sei, das Metall sich aber mit dem Reste des Ammoniaks $= H_2 N$ zu einem sogenannten Amid vereinigt habe. In der organischen Chemie entstanden die Amide auf ähnliche Weise, nur mit dem Unterschiede, dass hier mehr die sauren Stoffe solche Verbindungen einzugehen geneigt sind. Die Entstehung und Zusammensetzung der organischen Amide kann man sich am besten vergegenwärtigen, wenn man sich vorstellt, dass das hypothetisch wasserfreie Ammoniaksalz der organischen Säure 4 Aequ. Wasser verliert, indem dem Ammoniak ein Aeq. Wasserstoff und der Säure ein Aeq. Sauerstoff entzogen werden. So ist Acetamid gleich essigsauerm Ammoniak — 4 At. Wasser, denn $H_3 N. C_4 H_3 O_3 = HO = H_2 N. C_4 H_3 O_2 = C_4 H_3 N O_2$.

Man hat auch in diesen Verbindungen nach der Substitutionstheorie das eine Atom Sauerstoff der Säure durch den Complex $H_2 N$ als ersetzt ansehen wollen, allein auf diese dürfte jene Anschauungsweise keine Anwendung finden, da die Säuren durch jene Vereinigung ihren sauren Character gänzlich verlieren und auch selbst die basischen Körper durch diese Verbindung mit Amid ihrer Basicität vollkommen verlustig gehen. Die Kenntniss dieser Amidverbindungen und ihrer allgemeinen Charactere, die überhaupt erst in letzter Zeit die Aufmerksamkeit der Chemiker auf sich gezogen haben, ist besonders deshalb wichtig, weil man Grund hat, zu glauben, dass mehrere in Pflanzen- und Thiersubstanzen vorkommende Stoffe zu dieser Classe von Körpern gehören.

Während die Amide mancher andrer Säuren künstlich durch blosses Erhitzen der Ammoniaksalze oder durch Behandlung der Chlorverbindungen mit Ammoniak dargestellt werden, gewinnt man die Amide der Säuren dieser Gruppe am besten aus deren Aethoxydsalzen und Ammoniak. So entsteht Acetamid, wenn essigsaueres Aethoxyd (Essigäther) mit flüssigem Ammoniak digerirt wird, denn $C_4 H_3 O. C_4 H_3 O_3 + H_3 N = C_4 H_3 O. HO + H_2 N. C_4 H_3 O_2$.

Wie aus vorstehender Formel ersichtlich ist, verwandelt sich bei dieser Umwandlung das Aethoxyd in Oxydhydrat d. h. Aether in Alkohol; das hierzu nöthige Wasser wird aus 4 At. Sauerstoff der Essigsäure und 4 At. Wasserstoff des Ammoniaks gebildet.

Die Amide dieser Säuren sind fest, krystallisirbar, farblos, löslich in Wasser und Alkohol, unzersetzt sublimirbar, ohne Reaction auf Pflanzenfarben und verhalten sich gegen schwache Säuren und Basen meistens indifferent; indessen hat *Dessaigne* ¹⁾ mit vielen Amiden Verbindungen von Quecksilberoxyd in bestimmten Proportionen herzustellen vermocht. Werden sie aber mit starken Säuren oder Basen behandelt, so zerfallen sie unter Aufnahme von Wasser in Ammoniak und die entsprechende Säure.

Acetamid giebt, mit Aetzkali behandelt, Ammoniak und essigsaueres Kali = $C_4 H_3 N O_2 + KO. HO = KO. C_4 H_3 O_2 + H_3 N$.

Sehr characteristisch ist auch das Verhalten dieser Amide, so wie das aller andern gegen salpetrige Säure; durch Einwirkung dieser Säure wer-

1) *Dessaigne*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 84 p. 443—454.

den sie nämlich unter Entwicklung von Stickstoff in die ursprünglichen Säuren verwandelt (Piria ¹).

Man kann sich diesen Process so vorstellen, dass durch Einwirkung der salpetrigen Säure auf das Amid unter Wasserstoffaufnahme zunächst Ammoniak und die bezügliche organische Säure gebildet werden, das Ammoniak aber in statu nascenti mit der salpetrigen Säure in Wasser und Stickstoff zerfalle, z. B. Acetamid und salpetrige Säure geben Wasser, Essigsäure und Stickstoffgas, denn $C_2 H_5 N O_2 + NO_2 = C_2 H_5 O_2 + 2 HO + 2 N$. Auf diesem Wege glaubte man, dass sich mehrere stickstoffhaltige thierische Materien würden als Amide erkennen lassen, wie das z. B. beim Asparagin auch glückte, welches sich bekanntlich als das Amid der Aepfelsäure auswies: allein weitere Forschungen lehrten, dass auch andere Stoffe, die nicht in dem hier beliebten Sinne als Amide gewisser Säuren zu betrachten sind, dieser Eigenschaft theilhaftig sind; hieher gehören z. B. die homologen Stoffe; Leucin, Alanin und Glycin; das Alanin giebt gleich dem isomeren Lactamid mit salpetriger Säure Milchsäure; ferner werden auch mehrere starkbasische Stoffe, welche die entschiedensten Charactere der Alkaloide an sich tragen, durch die salpetrige Säure unter Stickstoffentwicklung zerlegt, z. B. Aethylamin und ähnliche.

Die Amide dieser Gruppe zeichnen sich durch eine Eigenschaft aus, die den Amidem der meisten andren Säuren nicht zukommt; mit Kalium behandelt, liefern sie nämlich Cyankalium und einen Kohlenwasserstoff. Es gewinnt demnach den Anschein, als sei in diesen Amidem Cyan bereits präformirt enthalten, zumal da in ihnen wegen ihres Mangels an basischen Eigenschaften ein copulirtes Ammoniak oder dergl. nicht angenommen und auch 4 At. Sauerstoff durch Amid substituirt nicht wohl gedacht werden kann.

Aus diesem Gesichtspunkte hat man das Acetamid als blausauren Holzgeist und das Metacetamid als blausauren Weingeist angesehen wissen wollen; denn $C_2 H_5 N O_2 = C_2 H_4 O_2 \cdot H C_2 N$ und $C_6 H_7 N O_2 = C_6 H_6 O_2 \cdot H C_2 N$.

Werden die Amide dieser Säuren mit wasserfreier Phosphorsäure behandelt, so verlieren sie 2 At. Wasser und es bleiben sauerstofffreie, stickstoffhaltige Körper zurück, welche das Radical der Säure und anstatt der 3 At. Sauerstoff 4 Aequ. Stickstoff enthalten; man hat diese Körper Nitrile genannt.

Valeramid und Phosphorsäure bilden wasserhaltige Phosphorsäure und Valeronitril: $C_{10} H_{11} N O_2 + PO_5 = PO_5 \cdot 2 HO + C_{10} H_9 N$.

Die eben erwähnte Bereitungsweise dieser Körper gilt fast nur für die Nitrile dieser Gruppe von Säuren; andere werden entweder durch blosses Erhitzen der Ammoniaksalze oder dadurch bereitet, dass die Dämpfe der letztern über erhitzten Aetzkalk geleitet werden. Einige jener Nitrile hat man auch unter den Zersetzungsproducten gefunden, welche sich bei der Behandlung thierischer Substanzen durch oxydirende Mittel bilden.

Die Nitrile sind ölige, sehr flüchtige Flüssigkeiten, von eigenthümlichem Geruche, in Wasser weniger löslich als in Alkohol und Aether, unzersetzt destillirbar, ohne Wirkung auf Pflanzenfarben und vereinigen

1) Piria, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 22 p. 470—479.

sich nicht mit Säuren zu Salzen. Nur mit Schwefelwasserstoff vereinigen sie sich unmittelbar und nehmen davon 2 Aequivalente auf, so dass schwefelhaltige, den Amidn analoge Stoffe daraus hervorgehen, z. B. Benzotrinitril bildet mit Schwefelwasserstoff Schwefelbenzamid, welches dem Benzamid analog ist: $C_{14} H_5 N + 2 HS = C_{14} H_7 N S_2 \sim C_{14} H_6 N O_2$. Durch Alkalien so wie durch starke Säuren werden die meisten Nitrile in ihre Ursprungstoffe, d. h. in Ammoniak und die bezügliche Säure unter Aufnahme von 3 At. Wasser zerlegt, z. B. Valeronitril: $C_{10} H_9 N + 3 HO = H_3 N + C_{10} H_9 O_3$.

Mehrere Eigenschaften und besonders Zeretzungsweisen der Nitrile deuten darauf hin, dass sie ihrer innern chemischen Constitution nach nicht etwa als Verbindungen der entsprechenden Säureradiale mit Stickstoff betrachtet werden können, sondern vielmehr als Cyanverbindungen gewisser Kohlenwasserstoffe, von denen aus ein neues Licht über die theoretische Zusammensetzung der Säuren dieser Gruppe verbreitet wird.

Ziehen wir nämlich zuerst die Nitrile der einfachsten Säuren dieser Gruppe: der Ameisensäure, Essigsäure und Metacetonsäure in Betracht, so stellt sich heraus, dass dieselben eigentlich längst bekannte Körper sind, die aber keineswegs unter dem Gesichtspunkte der Nitrile betrachtet wurden noch zu betrachten sind. Das Nitril der Ameisensäure müsste $= C_2 H N$ constituirt sein; dieses ist aber die Zusammensetzung der Blausäure, welche bekanntlich ganz analog den Nitrilen durch Erhitzen von ameisen-saurem Ammoniak unter Ausscheidung dreier Atome Wasser entsteht. Die Cyanwasserstoffsäure kann aber ebenfalls wie die Nitrile sehr leicht in Ammoniak und die entsprechende Ameisensäure verwandelt werden.

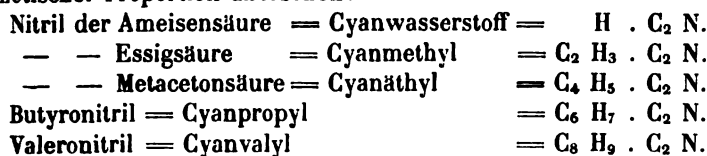
Bringt man ferner zur Darstellung des Nitrils der Essigsäure Acetamid mit wasserfreier Phosphorsäure zusammen, so bildet sich ebenfalls ein schon länger bekannter und als anders constituirt betrachteter Körper, nämlich Cyanmethyl; denn $C_4 H_3 N = C_2 H_3. C_2 N$. Ganz ebenso verhält es sich mit dem Nitril der Metacetonsäure; dieses entspricht dem Cyanäthyl, denn $C_6 H_5 N = C_4 H_5. C_2 N$. Ein geistreicher Forscher, *Kolbe*¹⁾, der über diesen Gegenstand die scharfsinnigsten Untersuchungen ausgeführt hat, kam nun auf den Gedanken, die Metacetonsäure aus dem durch Destillation von schwefelsaurem Aethyloxydkali und Cyankalium bereiteten Cyanäthyl durch Behandlung mit Kalilauge darzustellen; und der Versuch gelang vollkommen, indem das Cyanäthyl (ganz entsprechend der Eigenschaft besagter Nitrile) sich unter Aufnahme von 3 At. Wasser in Ammoniak und Metacetonsäure schied, nach der Formel $C_4 H_5. C_2 N + 3 HO = H_3 N + C_6 H_5 O_3$. In ähnlicher Weise haben *Brazier* und *Gosslé*²⁾ aus Cyanamyl und Kali die Capronsäure dargestellt: $C_{10} H_{11}. C_2 N + 3 HO = H_3 N + C_{12} H_{11} O_3$.

Nach diesen Thatsachen lag der Gedanke sehr nahe, auch die übrigen

1) *Kolbe*, Phil. Mag. Vol. 54, p. 266—274.

2) *Brazier* und *Gosslé*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 76 S. 249—274.

bis jetzt bekannten Nitrile der Säuren dieser Gruppe als Verbindungen von Cyan mit einem Radical der Aethergruppe angehöriger Halidbasen anzusehen, d. h. mit einem Kohlenwasserstoff, in welchem ebenfalls eine grosse Zahl Kohlenstoffatome und die nächst höhere ungerade Zahl Wasserstoffatome enthalten sind. So lassen diese Stoffe sich nach folgender arithmetischer Proportion übersehen:



Während in den ersten drei Verbindungen die Existenz des Cyans als nachgewiesen betrachtet werden konnte, glaubte *Kolbe*¹⁾ auch das Bestehen solcher Kohlenwasserstoffe, wie C₆ H₇ und C₈ H₉ nachweisen zu müssen, und diess ist ihm in der That gelungen, indem er die Kalisalze der den beiden letztgenannten Nitrilen entsprechenden Säuren, der Buttersäure und Baldriansäure, einem electrischen Strome aussetzte; neben andern Producten erhielt er dann den Kohlenwasserstoff C₆ H₇ und C₈ H₉. Durch weitere Untersuchungen²⁾, z. B. durch Zerlegung des Cyanäthyls mittels Kalium, wies er auch die Existenz der Radicale des Holzäthers und Weinäthers: C₂ H₃ und C₄ H₅ nach.

Durch diese die Nitrile jener Säuren betreffenden Thatsachen wird man fast unwillkürlich zu der von *Kolbe* zuerst ausgesprochenen Ansicht geführt, die Säuren dieser Gruppe als gepaarte Oxalsäuren zu betrachten, d. h. als solche Säuren, in welchen Oxalsäure mit einem der genannten Kohlenwasserstoffe = C_n H_{n+1} so verbunden ist, dass an der Sättigungscapacität der Oxalsäure nichts geändert ist.

Für diese Ansicht sprechen aber noch folgende auf Thatsachen beruhende Gründe:

Die Buttersäure so wie die Baldriansäure zerfallen unter dem Einflusse des galvanischen Stroms nach Aufnahme eines Atomes Sauerstoff in 2 Aeq. Kohlensäure und den bezüglichen Kohlenwasserstoff.

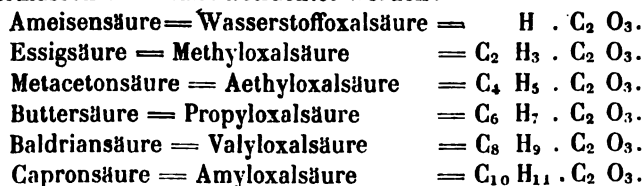
Cyan zerfällt bekanntlich mit Wasser in Oxalsäure und Ammoniak (C₂ N + 3 HO = H₃ N + C₂ O₃); umgekehrt bildet sich beim Erhitzen von oxalsaurem Ammoniak neben Oxamid Cyan. Die Entstehung und Zersetzung des Valeronitrils lässt sich demnach theoretisch auf folgende Weise fassen: Ist die Baldriansäure eine mit dem Kohlenwasserstoff C₈ H₉, *Valyl*, copulirte Oxalsäure, so wird die letztere bei der Umwandlung des Ammoniaksalzes in Nitril in Cyan verwandelt, welches mit dem Paarling C₈ H₉ verbunden bleibt und so die empirische Zusammensetzung des Valeronitrils giebt. Wird daher das letztere, als Cyanvalyl betrachtet, durch Alkalien zersetzt, so verwandelt sich das copulirte Cyan, ganz wie isolir-

1) *Kolbe*, Chem. Gaz. Jun. 1847. No. 444, p. 228.

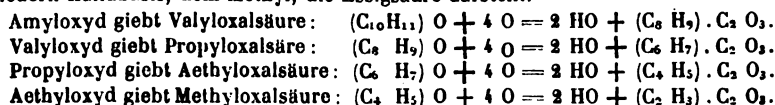
2) *Ders.*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 65, S. 274—299.

tes, in Ammoniak und Oxalsäure, die dann mit der Copula $C_8 H_9$ verbunden bleibt.

Nach dieser Anschauungsweise müssten die Säuren dieser Gruppe also folgendermassen constituirt betrachtet werden:



Es knüpft sich an diese Auffassungsweise der Constitution jener Säuren noch eine andere Betrachtung, welche sich auf die Entstehung dieser homologen Säuren aus der Reihe der ätherartigen homologen Halidbasen bezieht. Die generelle Formel der Halidbasen: des Methyloxyds, Aethyloxyds, Amyloxyds ist $= C_n H_{n+1} O$, die dieser Säuren war $C_n H_n - 1 O_2$; man hat die Entstehung der Säuren aus den correspondirenden Halidbasen meist durch einfache Aufnahme von 4 At. Sauerstoff und Abgabe von 2 At. Wasser erklärt, z. B. die Umwandlung des Aethyloxyds in Essigsäure; allein es muss, wenn die obigen durch einfache Induction gewonnenen Schlüsse richtig sind, angenommen werden, dass z. B. bei der Umwandlung des Aethyloxyds in Essigsäure das Atomaggregat $C_2 H_3$ aus dem Radical des Aethyloxyds $C_2 H_5 O$ austritt, sich mit 4 At. hinzutretenden Sauerstoffs und 4 At. des Aethyloxyds zu Wasser und Oxalsäure vereinigt, welche verbunden mit dem Radical der nächst niedern Halidbasis, dem Methyl, die Essigsäure darstellt.



Da mehrere jener Radicale nach den von *Kolbe* eingeschlagenen Methoden nicht im isolirten Zustande hergestellt werden konnten, indem sich Kohlenwasserstoffe niedrer Ordnung bildeten, und da andererseits für manche solcher Radicale zwei ihnen isomer constituirte Stoffe, von denen doch immer nur einer das wahre Radical hätte sein können, hergestellt worden sind: so würde man wohl noch einige Zweifel darüber hegen können, ob überhaupt solche Radicale in genannten Säuren als präformirt anzunehmen seien und ob diese wirklich die Stelle des einfachen Wasserstoffs, wie hier der Ameisensäure, zu vertreten vermöchten. Allein die in neuerer Zeit so ausgedehnten Untersuchungen über die organischen Basen, auf die wir später ausführlicher eingehen werden, haben die Wiederkehr dieser den Wasserstoff ersetzenden Kohlenwasserstoffe in den mannigfachsten organischen Verbindungen mit einer theoretischen Sicherheit dargethan, wie wir uns deren nur selten in der organischen Chemie erfreuen können. Kann man also kaum mehr seinen Beifall der Ansicht versagen, dass jene Kohlenwasserstoffe ($= C_n H_{n+1}$) wahre Elemente der organischen Natur sind, welche namentlich an die Stelle von Wasserstoff treten und auch durch selbigen ersetzt werden können: so ist auch nicht daran zu zweifeln, dass die fraglichen Säuren jene Radicale in Verbindung mit 2 At. Kohlenstoff und 3 At. Sauerstoff enthalten.

Ist nun aber auf der einen Seite die Existenz jener Kohlenwasserstoffradicale ziemlich ausser Zweifel gesetzt: so könnte doch das Vorhandensein von Oxalsäure als solcher in jenen Säuren bezweifelt werden, und zwar nicht ohne Grund; denn abgesehen davon, dass Manchem eine Verbindung von Wasserstoff mit Oxalsäure (in der Ameisensäure) nicht recht übereinstimmend mit sonstigen chemischen Thatsachen scheinen möchte: so weist das Vorkommen niederer Oxydationsstufen jener Säuren z. B. der sogenannten Aldehyde, der acetyligen Säuren u. s. w. darauf hin, dass hier wohl noch ein anderes Verhältniss obwalten möge, als das einer einfachen Verbindung jener Radicale mit Oxalsäure. Kolbe¹⁾ hat daher seine frühere Ansicht dahin wesentlich abgeändert, dass er die vorerwähnten Radicale als copulirt mit je 2 At. Kohlenstoff betrachtet, so dass also der Sauerstoff in jenen Säuren und ihren niedern Oxyden an den Typus: $(C_n H_n + 1)^{\wedge}C_2$ angelagert gedacht werden muss, z. B. Ameisensäure $= H^{\wedge}C_2 \cdot O_3$, Acetyloxyd $= (C_2 H_3)^{\wedge}C_2 \cdot O$, acetylige Säure $= (C_2 H_3)^{\wedge}C_2 \cdot O_2$ u. s. w. So viel auffallendes nun auch für den ersten Blick eine solche Paarung von einem Doppelatom Kohlenstoff haben mag, so umfasst diese Hypothese doch die für jetzt vorliegenden Thatsachen am einfachsten; wir stossen gerade unter den in der neuern organischen Chemie bekannt gewordenen Stoffen sehr häufig auf Körper, die ein solches Doppelatom Kohlenstoff, mit Kohlenwasserstoffen gepaart, zu enthalten scheinen; so finden wir das bekannte Radical Phenyl $(C_{12} H_5)$ in der Benzoësäure mit 2 At. Kohlenstoff gepaart $= (C_{12} H_5)^{\wedge}C_2 \cdot O_3$; das Benzönitril betrachten wir demnach als $(C_{12} H_5)^{\wedge}C_2 \cdot N$ wie das Valeronitril als $(C_6 H_6)^{\wedge}C_2 \cdot N$. Auch die Kohlenwasserstoffe, welche Multipla von $C_2 H_2$ bilden, scheinen mit C_2 eine Paarung einzugehen, z. B. in der Bernsteinsäure $= (C_2 H_2)^{\wedge}C_2 \cdot O_3$, Adipinsäure $= (C_4 H_4)^{\wedge}C_2 \cdot O_3$ u. s. w. Die beste Stütze dürfte aber diese Hypothese in den von Löwig, Wöhler und Andern entdeckten Verbindungen von Metallen mit gewissen Kohlenwasserstoffen finden, in den Stibäthyl, Stibmethyl, Telluräthyl u. dgl., wozu auch das längst bekannte Kakodyl gehört: letzteres dürfte zu betrachten sein als $(C_2 H_3)_2^{\wedge}As$, das Stibäthyl $= (C_4 H_5)_2^{\wedge}Sb$, Telluräthyl $= (C_4 H_5)^{\wedge}Te$; diese Stoffe sind bekanntlich durch ihre grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff und ihre Geneigtheit, mit diesem so wie mit andern Verbrennungsunterhaltern Verbindungen einzugehen, den Metallen ausserordentlich ähnlich, obgleich sie selbst erst aus den fraglichen Kohlenwasserstoffradical und dem Metall hervorgegangen sind; man muss demnach hier eine Paarung beider zu einem zusammengesetzten Radical annehmen.

Die grosse Analogie dieser gepaarten Radicale mit dem oben erwähnten aus $(C_n H_n + 1)^{\wedge}C_2$ gepaarten Radicalen springt von selbst in die Augen.

Fast möchte es scheinen, dass die hier ventilirten Fragen über die theoretische Constitution der genannten organischen Säuren einzig und allein der reinen Chemie angehörten und somit ausser dem Bereiche einer physiologischen Chemie

1) Kolbe, Handwörterb. d. Chem. v. Liebig, Poggendorf u. Wöhler. Bd. 4, S. 540 ff.

lügen: allein abgesehen davon, dass, wie bereits oben erwähnt, die mangelhafte Kenntniss dessen, was in der Chemie zur Aufstellung einer theoretischen Formel logisch berechtigt, so vielen Irrthümern in die physiologische und pathologische Chemie Eingang verschafft hat: ist gerade die Erkenntniss der theoretischen Constitution dieser Säuren von entscheidendem Einfluss auf die physiologische Dignität dieser Stoffe im Allgemeinen und auf die Ansichten über die Fettbildung im Thierkörper insbesondere. Wir schicken der Betrachtung dieser Säuren die Beschreibung der Oxalsäure und ihres physiologischen Verhaltens voran, da sie nach den oben angestellten Erörterungen für diese wie für mehrere andre Säuregruppen gewissermassen die Grundlage bildet, das Radical C_2 in seinen einfachsten Verbindungsverhältnissen.

Oxalsäure. $C_2 O_3 . H O$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften: Diese Säure, auch Sauerkleesäure genannt, krystallisirt mit 3 At. Wasser in schiefen rhombischen Prismen, ist geruchlos, von scharf saurem Geschmack, verwittert an der Luft, indem sie 2 At. Wasser verliert, und zerfällt zu einem weissen Pulver; wird sie vorsichtig auf 150° bis 160° erhitzt, so sublimirt sie unzersetzt in spiessigen Krystallen; bei 470° zerfällt sie aber (oder bei schnellerm Erhitzen der krystallisirten Säure auf 455°) in Kohlenoxyd und Kohlensäure, etwas Ameisensäure und Wasser; aufgelöst wird sie von 8 Th. kaltem und 4 Th. kochendem Wasser und 4 Th. Weingeist; ihre Lösungen röthen Lackmus stark. Aus den Lösungen des Goldoxyds oder Chlorids schlägt die Oxalsäure durch Kochen unter Kohlensäureentwicklung feinvertheiltes Gold als schwarzes Pulver nieder. Mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, zerfällt sie in Kohlenoxyd und Kohlensäure, ohne dass eine Färbung der Schwefelsäure bemerkt wird.

Zusammensetzung. Entsprechend der oben gegebenen Formel muss diese Säure, die übrigens im freien Zustande nicht ohne Wasser bestehen kann, in 100 Th. zusammengesetzt sein aus:

Kohlenstoff	2 At.	=	26,667
Wasserstoff	3 „	=	53,333
Wasser	4 „	=	20,000
			400,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 450,0; Sättigungscapazität derselben = 22,222.

Nur historisch erwähnen wir, dass man einerseits die Oxalsäure, um das Ueberwiegen ihrer Acidität über die der Kohlensäure zu erklären, als das Oxyd eines sauerstoffhaltigen Radicals, des Oxalyls = $C_2 O_2$, und andererseits als eine Wasserstoffsäure = $C_2 O_4 . H$ betrachtet hat.

Verbindungen. Mit Alkalien lässt sich die Oxalsäure in drei Verhältnissen verbinden, in welchen der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure sich = 1:3, 4:6 und 4:12 verhält. Diese Salze sind in Wasser löslich, während alle übrigen oxalsäuren Salze in Wasser unlöslich oder

schwerlöslich sind; in Alkohol sind alle Oxalate unlöslich. Diese Salze verkohlen nicht beim Erhitzen; ihre Verbindungen mit den leichter reducirebaren Oxyden liefern dabei Kohlensäure und gediegenes Metall (z. B. $\text{Co O} \cdot \text{C}_2 \text{O}_3 = 2 \text{CO}_2 + \text{Co}$), während die mit den schwerer reducirebaren Basen unter Entwicklung von Kohlenoxydgas in kohlensaure Salze verwandelt werden.

Oxalsaures Ammoniak, *neutrales oxalsaures Ammoniumoxyd*, $\text{H}_4 \text{N O} \cdot \text{C}_2 \text{O}_3 + 2 \text{HO}$, durch Neutralisation der Oxalsäure mit kohlen-saurem Ammoniak und Verdunstung der Lösung erhalten, krystallisirt in Nadeln, ist von salzigem Geschmack, verwittert an der Luft, löst sich schwerer in Wasser als freie Oxalsäure.

Oxamid, $\text{C}_2 \text{H}_2 \text{N O}_2 (= \text{H}_2 \text{N} \cdot \text{C}_2 \text{O}_2)$, wird theils durch trockne Destillation des oxalsauren Ammoniaks, theils durch Behandlung des neu-tralen oxalsauren Aethyloxyds mit Ammoniak erhalten. Es ist krystalli-nisch pulvrig, blendend weiss, ohne Geruch und Geschmack, löst sich in kaltem Wasser sehr wenig, in heissem etwas mehr; bei starkem Erhitzen zerfällt es in Wasser, Kohlenoxyd, Blausäure und etwas Harnstoff.

Oxaminsäure, $\text{C}_4 \text{H}_2 \text{N O}_5 \cdot \text{HO}$, ist eine Säure, in welcher man Oxalsäure ge-paart mit Oxamid annimmt ($\text{C}_2 \text{H}_2 \text{N O}_2 \cdot \text{C}_2 \text{O}_3 \cdot \text{HO}$); dieselbe entsteht durch trockne Destillation sauren oxalsauren Ammoniaks; sie stellt ein farb- und geruchloses, körniges Pulver dar, welches nicht eben leicht von Wasser gelöst wird und Lackmus röthet. Durch Erhitzen mit Schwefelsäure zerfällt sie in Ammoniak und Oxalsäure; ihre Salze sind sämmtlich löslich; ihre Baryt-, Kalk- und Silberoxydsalze wenig-stens in siedendem Wasser.

Oxalsaurer Kalk, $\text{Ca O} \cdot \text{C}_2 \text{O}_3$; dieser für die pathologische Chemie besonders wichtige Körper stellt ein weisses, geschmack- und ge-ruchloses Pulver dar, welches sich aber bei der mikroskopischen Unters-uchung aus einzelnen Krystallen bestehend zeigt; diese Krystalle, deren kry-stallographische Verhältnisse *C. Schmidt*¹⁾ besonders genau studirt hat, zeigen sich bei schwachen Vergrösserungen als briefcouvertförmige, scharf contourierte Körper, bei stärkern sind sie aber leicht als stumpfe Quadrat-oktaëder zu erkennen; doch finden sich unter diesen oft auch einige sehr spitze (*F. T. 1 F. 1* und *T. 12 F. 6*). Diese Krystalle enthalten 1 At. Wasser, welches sie erst bei 180° verlieren. In Wasser ist der oxalsaurer Kalk so gut wie unlöslich; von Essigsäure und Oxalsäure wird er ebenfalls kaum angegriffen, von stärkern Mineralsäuren aber leicht aufgelöst.

Die beschriebenen Krystalle zeigt der künstlich dargestellte oxalsaurer Kalk nur, wenn man sehr verdünnte Lösungen von Kalksalzen mit verdünnten Lösungen oxal-sauren Alkalis kochend gemengt hat; ausserdem zeigt es sich unter dem Mikroskop nur in kugligen oder knolligen Massen. Mit Kochsalzkrystallen könnten die des oxal-sauren Kalks vielleicht verwechselt werden, wenn die erstern sich nicht durch ihre Durchsichtigkeit und besonders durch ihre Löslichkeit in Wasser vor den letztern auszeichneten. Zuweilen vorkommende grössere Krystalle von oxalsaurem Kalk

1) *C. Schmidt*, Entwurf einer allg. Untersuchungsmethode der Säfte und Excrete des thierischen Organismus, Mitau u. Leipz. 1846, S. 63–65.

haben einige Aehnlichkeit mit Krystallen von phosphorsaurem Talkerdeammoniak, die in der Projection einem quadratischen Oktaëder gleichen; allein eine genauere mikroskopische Betrachtung und die Löslichkeit des Tripelphosphats in Essigsäure lässt dieses nicht mit oxalsaurem Kalk verwechseln. *Golding Bird* ¹⁾ beschreibt auch Krystalle von oxalsaurem Kalk, die theils trommelschlägelförmig, theils wie zwei aneinander gelegte Wavellitdrusen erscheinen, sogenannte Dumb-bells, Hanteln; *Griffith* ²⁾ hat dieselben auch beobachtet, jedoch gehören diese Formen weit häufiger dem kohlsauren Kalk, harnsaurem Ammoniak und andern Stoffen an.

Andere oxalsaurer Salze haben bis jetzt kein physiologisches Interesse erregt.

Darstellung. Die Oxalsäure ist ein Endproduct der Oxydation der meisten thierischen und pflanzlichen Körper; sie kann daher aus sehr verschiedenen Stoffen durch stark oxydirende Mittel dargestellt werden; am häufigsten gewinnt man sie durch Zerstörung des Zuckers mittelst nicht allzu concentrirter Salpetersäure, Abdampfen zur Krystallisation und Umkrystallisiren in Wasser.

Prüfung. Die Oxalsäure und ihre Salze sind so wohl characterisirt, dass sie nicht füglich mit einer andern Säure verwechselt werden kann. Im thierischen Organismus dürfte die Oxalsäure kaum anders als an Kalk gebunden vorkommen, und daher wird sie hier bei einiger Uebung leicht durch das Mikroskop und die Unlöslichkeit der Kalkoxalatkrystalle in Essigsäure entdeckt werden können. Sollte eine weitere Untersuchung nothwendig erscheinen, so würde die Gegenwart der Oxalsäure durch die Eigenschaft, Gold aus seinen Lösungen zu reduciren, und weder im freien noch im gebundenen Zustande beim Erhitzen oder bei Anwendung von Schwefelsäure zu verkohlen, hinreichende Gewähr von ihrer Existenz geben. Von den meisten beigemengten Substanzen kann übrigens der oxalsaurer Kalk entweder durch Essigsäure oder durch verdünnte Kalilauge getrennt werden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. So häufig die Oxalsäure theils an Alkalien, theils an Kalk gebunden im Pflanzenreiche vorkommt (*Schleiden* ³⁾, *Carl Schmidt* ⁴⁾ und Andere), so selten kommt sie doch im thierischen Organismus wenigstens in grössern Mengen vor. Sie findet sich hier nur an Kalk gebunden und erreicht nie eine solche Menge, dass sie neben dem oxalsauren Kalk auch an Alkalien gebunden wäre. Der oxalsaurer Kalk findet sich aber weit häufiger in pathologischen Zuständen als in physiologischen.

Am häufigsten ist die Gegenwart von oxalsaurem Kalk im Harn beobachtet worden. Man hielt ihn hier lange Zeit für rein pathologisch;

1) *Golding Bird*, Lectures on the physical and pathological Characters of Urinary deposits, delivered at Guy's Hospital, Lond. 1843; übers. in der Handbibl. des Auslandes f. d. org.-chem. Richtung der Heilkunde, S. 66.

2) *Griffith*, London, medic. Gazette, Decbr. 1850.

3) *Schleiden*, Grundzüge der Botanik. 2. Aufl. 1846.

4) *C. Schmidt*, Entw. u. s. w. a. a. A.

allein abgesehen davon, dass dieser Körper sich constant im Harn pflanzenfressender Thiere neben kohlensaurem Kalk vorfindet, so haben *Höfle*¹⁾, *ich*²⁾ und Andere denselben auch im normalen Menschenharn oft genug gefunden.

Im Morgenharn gesunder Menschen lassen sich zwar durch das Mikroskop häufig einzelne Krystalle von Kalkoxalat entdecken, allein diess ist nicht immer der Fall, auch ist der durch das Mikroskop in solchen Fällen erkennbare oxalsaure Kalk nicht aller im Harn enthaltene; denn derselbe pflegt erst nach einiger Zeit und zwar während der von *Scherer* so schön beschriebenen sauren Harnghärung in grösserer Menge aufzutreten. Lässt man nämlich Morgenharn längere Zeit stehen, so findet man oft sehr viele jener Krystalle in einem Harn, in dem frisch keine Spur derselben zu entdecken war. Hierbei ist nicht ausser Acht zu lassen, dass möglicher Weise bei letzterwähntem Prozesse oxalsaurer Kalk erst gebildet wird; ein näherer Zusammenhang zwischen Harnsäureabscheidung und Bildung dieses Salzes giebt sich wenigstens darin zu erkennen, dass in den meisten Harnproben, sedimentirenden und nicht sedimentirenden, so lange sie frisch sind, oxalsaurer Kalk mikroskopisch nicht wahrzunehmen ist, sobald sich aber Harnsäurekrystalle einstellen, pflegt man unter diesen auch mindestens einige Krystalle oxalsauren Kalks zu entdecken; ja gewöhnlich zeigt sich auch krankhafter Harn um so reicher an solchen Krystallen, je früher er freie Harnsäure abscheidet. Da, wie wir weiter unten sehen werden, die Harnsäure unter Einwirkung gewisser Oxydationsmittel in Harnstoff, Allantoin und Oxalsäure zu zerfallen pflegt, so könnte wohl bei jener saurem Harnghärung ein Theil Harnsäure zersetzt und so aus dieser erst Oxalsäure erzeugt werden, eine Möglichkeit, die *Ranke*³⁾ neuerdings dadurch wahrscheinlich gemacht, dass er beobachtet zu haben glaubt, die Harnsäure zerfalle auf Zusatz von Hefe und Alkali bei höherer Temperatur im Harnstoff und Oxalsäure.

Indessen dürfte oxalsaurer Kalk auch schon im frischen Harn, so wie er aus der Blase entleert wird, enthalten sein; dafür sprechen nämlich folgende Beobachtungen: bringt man nämlich frischen Harn zum Gefrieren, so krystallisirt, wie aus Wein und Essig, ein grosser Theil des Wassers heraus, und nach Entfernung desselben bleibt eine concentrirte Salzlösung zurück, in welcher mikroskopisch Krystalle jenes Kalksalzes nachzuweisen sind. Dass der oxalsaure Kalk im filtrirten Harn erst wirklich aufgelöst ist, und nicht etwa, wie *C. Schmidt* meint, aus dem Blasenschleime hervorgeht, dafür spricht der von mir öfter wiederholte Versuch, dass in von Schleim und harnsaurem Natron abfiltrirtem, vorher völlig erkaltetem Harn nach einiger Zeit die deutlichsten Krystalle von oxalsaurem Kalk zu erkennen sind, während früher im Schleime des frischen Harns keine Spur wahrzunehmen war, und auch nach längerem Stehen des Residuums auf dem Filter mit Wasser sich keine solchen Krystalle bildeten. Der oxalsaure Kalk scheidet sich aus dem filtrirten Harn erst nach längerem Stehen neben wenigen Harnsäurekrystallen ab. Sehr leicht kann man sich auch von der Gegenwart oxalsauren Kalks als aufgelösten Körpers dadurch überzeugen, dass man den festen Rückstand filtrirten Harns mit nicht zu concentrirtem Spiritus auszieht, und das spirituöse Extract mit Aether schüttelt; nach der Extraction mit Aether ist im alkoholischen Extracte ein im Wasser unlösliches Sediment zu bemerken, welches aus den schönsten Kalkoxalatkrystallen besteht.

Der zu geringen Menge halber konnte früher von den Chemikern der oxalsaure Kalk im normalen Harn nicht nachgewiesen werden, da die gewöhnlichen chemischen Hilfsmittel dazu nicht ausreichten; doch haben gute Analytiker in dem un-

1) *Höfle*, Chemie und Mikroskop am Krankenbette. Erlangen 1848. S. 385.

2) *Lehmann*, R. Wagner's Wörterb. der Physiol. Bd. 2, S. 6.

3) *Ranke*, Journal für prakt. Chem. Bd. 56. S. 16.

Kallichen Theile der Asche des Harnextracts stets etwas kohlen-sauren Kalk gefunden, der wenigstens theilweise seinen Ursprung dem oxalsaurer Kalk verdankt.

Am häufigsten findet man Krystalle von oxalsaurer Kalk im Harn nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel; *Wilson*¹⁾ und *Donné* glauben besonders nach dem Genusse solcher Vegetabilien, welche oxalsaurer Salze enthalten, dieses Salz beobachtet zu haben; eine Behauptung, der *C. Schmidt*²⁾ directen Versuchen nach widerspricht. Im Harn der meisten pflanzenfressenden Säugethiere, vorzüglich in dem der Pferde, Rinder, Kaninchen u. s. w. findet man nicht geringe Mengen oxalsaurer Kalks neben kohlen-saurer Kalk. *Donné* fand nach dem Genusse von moussirenden Weinen die Menge jenes Salzes im Harn vermehrt; auch kohlen-säurereiche Biere (Gose), so wie doppelkohlen-saurer und organisch-saurer Alkalien bedingen meinen Erfahrungen nach eine vermehrte Ausscheidung oxalsaurer Kalks. Nach *Bird*³⁾ und *Beneke*⁴⁾ erzeugen stickstoffreiche Nahrungsmittel Niederschläge oder wenigstens eine Vermehrung von Kalkoxalat im Harn; oft wird es im Harn Schwangerer vermehrt gefunden (*Höfle*⁵⁾).

In den Excrementen der Raupen findet man oft sehr viel oxalsaurer Kalk, der nicht bloß unmittelbar aus den Ingestis herrührt; denn sehr oft fand ich⁶⁾ denselben auch in den sogenannten Gallengängen dieser Thiere; diese Organe lassen sich sehr gut herauspräpariren und pressen dann vermöge ihrer Contractilität aus den Durchschnitten eine grosse Menge ihres Inhalts aus, der sich mikroskopisch sehr gut untersuchen lässt.

Was das Vorkommen des oxalsaurer Kalks in gewissen krankhaften Zuständen betrifft, so sind über dasselbe von *Prout*, *Bird* und Andern sehr entschiedene Behauptungen aufgestellt worden, die jedoch trotz *Beneke's* sorgfältiger Beobachtungen am Krankenbette noch mannigfacher Prüfung bedürfen. Zahlreiche Untersuchungen krankhaften Harns haben mich gelehrt, dass hier wenigstens weit seltener wahre Sedimente von oxalsaurer Kalk vorkommen, als es die englischen Autoren beobachtet haben. Meine Erfahrungen beschränken sich auf folgendes: bei irgendwie gestörtem Athmungsprocess pflegen noch am häufigsten reichlichere Abscheidungen von oxalsaurer Kalk vorzukommen, am constantesten bei entweder schon ausgebildetem Lungenemphysen oder der noch öfter wiederholten Catarrhen eingetretenen Verminderung der Elasticität des Lungengewebes; dagegen bei weitem nicht so oft bei entzündlicher oder tuberculöser Affection der Lunge (*Höfle*⁷⁾); ferner bei der Convalescenz von schweren Krankheiten, namentlich vom Typhus, wo sich zu dem an

1) *Wilson*, *Schmidt's Jahrb. f. ges. Med.* Bd. 53, S. 449.

2) *C. Schmidt*, a. a. O. S. 70.

3) *Bird*, a. a. O. S. 70.

4) *Beneke*, *Zur Entwicklungsgeschichte der Oxalurie.* Göttingen 1853.

5) *Höfle*, a. a. O. S. 385.

6) *Lehmann*, *Jahresber. d. ges. Med.* 1848. S. 25.

7) *Höfle*, a. a. O. Nachtrag S. 476.

sich unbedeutenden Sedimente von oxalsaurem Kalk oft noch Schleimkörperchen gesellen; eigentliche reine Sedimente dieses Salzes fand ich nur bei drei Personen, die zuweilen (in ziemlich grossen Intervallen) an epileptischen Krämpfen litten. Keineswegs constant habe ich sie gefunden im Harn rhachitischer Kinder (*Simon*¹), Erwachsener, die unter den Erscheinungen von sogenannten Gichtparoxysmen an Osteoporose litten, mit weissem Fluss behafteter Frauen, Herzkranker und in saamenhaltigem Harn (*Donné*²).

Bei sogenannten dispeptischen Zuständen, in denen *Prout* und *Bird* einstimmig ganze Sedimente von oxalsaurem Kalk gefunden haben, ist mir hier durchaus nichts dem ähnliches vorgekommen; die Sedimente des Harns solcher Kranken fand ich im Gegentheil sehr oft frei von jenen Krystallen. Dass die Engländer aber überhaupt so häufig jenes Salz im Harn gefunden haben, mag wohl daran liegen, dass man in England (wie weiter unten weiter bemerkt werden wird) in der Regel einen concentrirten Harn lässt, ein concentrirter Harn aber, wie *Bird* sehr richtig bemerkt, oxalsauren Kalk schneller abscheidet, als ein wässriger. Uebrigens wird jedem unbefangenen Beobachter die Erfahrung am Krankenbette lehren, dass dieses Erscheinendes oxalsauren Kalks im Harn keineswegs von einer bestimmten Symptomen-Gruppe begleitet ist.

Dass die sogenannten 'maulbeerartigen Harnsteine grösstentheils aus oxalsaurem Kalk bestehen, ist eine längst bekannte Thatsache; aber auch die meisten andern Harnsteine, mögen sie der Hauptsache nach aus Erden oder harnsauren Salzen bestehen, enthalten fast immer etwas oxalsauren Kalk. Namentlich besteht sehr häufig der Kern harnsäurereicher Steine aus diesem Salze.

Ausser im Harn hat man diesen Körper nur selten an andern Orten gefunden. *C. Schmidt* macht darauf aufmerksam, dass er oft im Schleime der Gallenblase und fast constant auf der Schleimhaut des schwangern Uterus vorkomme. Ob der von mir einigemal im Lungenauswurfe gefundene oxalsaure Kalk wirklich aus dem Lungenschleime oder aus Speiseresten der Mundhöhle herrührte, lasse ich unentschieden.

Ursprung. Da der Genuss vegetabilischer Nahrungsmittel, von denen viele oxalsaure Salze enthalten, eine Vermehrung des oxalsauren Kalks im Harn bedingt, so dürfte wohl der Schluss nicht zu gewagt sein, dass oxalsaure Salze aus den Nahrungsmitteln in den Harn übergehen. Allein die Quelle dieses Salzes ist keineswegs lediglich in den präformirten oxalsauren Salzen zu suchen, sondern in dem Gehalt derselben an pflanzensauren Alkalien, welche für sich auch, wie oben erwähnt, eine Vermehrung des Kalkoxalats bedingen. In allen wohl constatirten Fällen, wie sie oben namhaft gemacht worden sind, dürfte die Vermehrung des oxalsauren Kalks mit einem gestörten Athmungsprocesse verbunden sein. So ist es leicht erklärlich, warum nach dem Genusse kohlenäurereicher Getränke, doppeltkohlenaurer oder pflanzensaurer Alkalien Oxalsäure im

¹ *Simon*, Hufelands Journ. 4844, Dec., S. 73—88.

² *Donné*, Cours de microsc. P. 249, 322.

Harn vermehrt gefunden wird; die überflüssig in's Blut übergeführte oder dort aus den organischsauren Salzen entstandene Kohlensäure muss der Aufnahme von Sauerstoff und der vollkommenen Oxydation gewisser Substanzen des Blutes hindernd in den Weg treten; daher auch bei theilweise gehemmten Gasaustausch in den Lungen wegen Emphysems, Compression der Lunge in der Schwangerschaft u. dergl. die Menge des oxalsauren Kalks vermehrt gefunden wurde.

Dass das Nervensystem trotz des Widerspruchs einiger Chemiker Einfluss auf die Oxydation im Blute hat, ist wohl nicht zu läugnen; das bei epileptischen Krämpfen, bei Convalescenten u. dergl. beobachtete Vorkommen von oxalsaurem Kalk könnte daher wohl von der bei solchen Zuständen gestörten Ernährung oder Function des Nervensystemes und dessen vermindertem Einfluss auf den Athmungsprocess abzuleiten sein.

Fussend auf *Wöhler's* und *Liebig's* Erfahrung, dass Harnsäure durch Bleihyperoxyd in Harnstoff, Allantoin und Oxalsäure zerfällt, darf man annehmen dass die Oxalsäure des Harns ihren Ursprung vorzugsweise einer Oxydation der Harnsäure verdanke, während gewöhnlich die Oxalsäure bis zu Kohlensäure oxydirt wird. *Wöhler* und *Frerichs*¹⁾ haben aber durch den directen Versuch nachgewiesen, dass die Harnsäure im thierischen Organismus in ganz ähnlicher Weise wie durch Bleihyperoxyd zerlegt wird, indem sie nach Injection von harnsauren Salzen nicht blos die Menge des Harnstoffs im Harn sich steigern, sondern auch Oxalsäure in grösserer Menge auftreten sahen. Diese Erfahrung schliesst aber keineswegs die Möglichkeit aus, dass, wie oben erwähnt, auch aus andern Materien, als stickstoffhaltigen, die Oxalsäure im thierischen Organismus erzeugt werden könne.

Eine eigenthümliche Ansicht über den Ursprung des oxalsauren Kalks im Harn hat *C. Schmidt*²⁾ ausgesprochen; nach ihm ist nämlich der Aussonderungsheerd dieses Stoffes in der Schleimhaut der Harnwege zu suchen, der oxalsaurer Kalk entstehe erst durch Zersetzung des von den Schleimhäuten abgesonderten oxalsauren Albuminkalks durch die saure Harnflüssigkeit; oxalsaurer Kalk als unlöslicher Körper könne mit der Harnflüssigkeit in den Nieren unmöglich mehrfache Zellenreihen durchdringen; auch aus dem Gallenblasenschleime entstehe erst bei der Zersetzung desselben oxalsaurer Kalk. Mit dem oxalsauren Kalk finde man immer den Schleimgehalt des Harns vermehrt. Diese Gründe dünken uns indessen nicht schlagend genug, um die oben von uns ausgesprochene Ansicht mit der von *Schmidt* zu vertauschen, zumal da *Schmidt*³⁾ selbst an einem andern Orte behauptet, dass der Harnstoff zum Theil an Oxalsäure gebunden sei.

1) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 340.

2) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 60, S. 55 ff.

3) *C. Schmidt*, Entwurf u. s. w. S. 47.

Ameisensäure. $C_2 H O_3$. HO.**Chemisches Verhalten.**

Eigenschaften. Diese Säure hat im Allgemeinen die oben beschriebenen Charactere der Säuren dieser Gruppe; sie bildet mit Wasser zwei verschiedene Hydrate, wovon das erste bei -1° erstarrt und bei $+99^\circ$ siedet, spec. Gewicht = 1,2353, das zweite aber, 48,35% oder 2 At. Wasser enthaltend, noch nicht bei -15° erstarrt und erst bei $+106^\circ$ siedet, spec. Gewicht = 1,1104. Durch concentrirte Schwefelsäure wird sie in Wasser und Kohlenoxydgas zerlegt ($C_2 H O_3 = HO + 2 CO$), Silber- und Quecksilberoxydsalze werden von ihr beim Erwärmen reducirt.

Zusammensetzung. Entsprechend der oben angezogenen Formel muss diese Säure in 100 Th. bestehen aus:

Kohlenstoff	2 At.	26,087
Wasserstoff	1 „	2,174
Sauerstoff	3 „	52,174
Wasser	1 „	19,565
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfr. Säure = 462,5, Sättigungscapacität derselben = 24,62. Der oben auseinandergesetzten Theorie nach ist die rationale Formel dieser Säure = $H^2 C_2 \cdot O_3$.

Verbindungen. Die Salze der Ameisensäure sind sämmtlich auflöslich; mit Alkalien bildet sie auch saure Salze.

Ameisensaures Ammoniak ist bekannt durch seine Eigenschaft, sich beim Erhitzen in Blausäure umzuwandeln ($H_4 N O \cdot C_2 H O_3 = H \cdot C_2 N + 4 HO$), und es mag daher die bei Zersetzungen thierischer Substanzen oft zum Vorschein kommende Blausäure wohl zunächst der vorangegangenen Bildung von ameisensaurem Ammoniak ihre Entstehung verdanken.

Es giebt Verbindungen, die ihrer empirischen Zusammensetzung nach als Ameisensäure betrachtet werden können, in denen der gesammte Sauerstoff derselben durch Chlor, Brom, Jod und Schwefel ersetzt ist; am bekanntesten darunter ist das zur Betäubung anstatt des Aethers benutzte *Chloroform*, *Formylsuperchlorid*, $H^2 C_2 Cl_3$.

Darstellung. Man gewann diese Säure früher meistens dadurch, dass eine grössere Parthie Ameisen mit Wasser oder Spiritus destillirt ward; aus dem Destillate, welches die Säure natürlich nur in höchst verdünntem Zustande enthielt, gewann man nach bekannten Methoden, durch Sättigen der Säure mit einer Basis und Zerlegung des krystallisirten Salzes mit Schwefelsäure, die Ameisensäure in wasserarmem Zustande. Da man jedoch später die Ameisensäure auch als Product der Oxydation vieler thierischer und vegetabilischer Substanzen kennen gelernt hat, so zieht man jetzt vor, sie als Product aus verschiedenen Stoffen mittelst Braunstein und Schwefelsäure, Chromsäure oder Uebermangansäure darzustellen.

len. Am besten dürfte man sie aus 3 Th. Zucker und 4 Th. doppeltchromsaurem Kali gewinnen, indem man etwas Wasser und Schwefelsäure (2 At. S auf 4 At. K Cr₂) zusetzt und destillirt.

Prüfung. Diese Säure wird leicht von andern Säuren durch ihre Flüchtigkeit, und von andern Säuren dieser Gruppe durch ihre Fähigkeit, Quecksilberoxyd und Silberoxyd zu reduciren, unterschieden; nur muss man sich erinnern, dass, wenn man durch Destillation eines Gemisches mit Schwefelsäure Ameisensäure erhält, diese erst durch Einwirkung der Schwefelsäure auf organische Substanzen oder auf bereits vorhandene Blausäure entstanden sein kann. Scheiden kann man sie von den übrigen Säuren dieser Gruppe durch fractionirte Destillation, da der Siedepunkt dieser Säure niedriger ist, als der aller andern homologen Säuren.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dass diese Säure in den Ameisen vorkommt, lehrt schon ihr Name; sie ist aber auch im Organismus der höhern Thierclassen in neuerer Zeit mit Sicherheit nachgewiesen worden. So fand sie *Scherer*¹⁾ neben einigen andern Säuren dieser Gruppe sowohl in den sauren Flüssigkeiten des Muskelfleisches als in denen der Milz²⁾ und jüngst auch in leuchtendem Blute³⁾. Ferner wurden unter meinem Augen aus normalem menschlichen Scheweisse sehr grosse Mengen von Ameisensäure dargestellt, deren Existenz nicht bloß durch die oben angeführten Reactionen, sondern auch durch Bestimmung der Sättigungscapacität und Elementaranalyse dargethan wurde. Endlich glauben *Bouchardat* und *Sandras*⁴⁾ im Blute von Hunden, die sie längere Zeit mit Zucker gefüttert hatten, Ameisensäure gefunden zu haben.

Ursprung. Da die Hauptprocesse im thierischen Organismus von einer Oxydation begleitet sind und die Ameisensäure sich aus den verschiedensten chemischen Stoffen so leicht durch Oxydationsmittel erzeugt, kann ihr Vorkommen in erwähnten Flüssigkeiten und namentlich im Scheweisse nicht Wunder nehmen: allein eine Substanz, aus welcher vorzugsweise jene Säure hervorginge, speciell namhaft zu machen, ist man nicht im Stande; gleich der Oxalsäure mag sie im Allgemeinen in reichlicher Menge gebildet werden, wenn die Oxydationsprocesse im Thierkörper irgendetwie eine Hemmung erfahren haben; daher sie in krankhaftem Scheweisse besonders reichlich auftritt.

Dass die in den Ameisen vorkommende Säure nicht bloß als Product eines Oxydationsprocesses zu betrachten ist, sondern zum Theil wenigstens von aussen in den Organismus dieser Thiere gelangt, wird dadurch nicht unwahrscheinlich, dass man in gewissen Nahrungsmitteln dieser

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 196—204.

2) *Ders.*, Verhandl. der physik.-medic. Ges. in Würzburg. Bd. 2, S. 298.

3) *Ders.*, ebendas. Bd. 2, S. 324—325.

4) *Bouchardat* und *Sandras*, Compt. rend. F. 20, p. 1026 et 1085.

Thiere z. B. Fichtennadeln, Wachholderbeeren u. s. w. nicht unerhebliche Mengen dieser Säure präformirt gefunden hat.

Essigsäure. $C_4 H_3 O_3 . HO.$

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Die Essigsäure hat die allgemeinen Charactere der Säuren dieser Gruppe. In ihrem wasserärmsten Zustande, als erstes Hydrat, ist sie unter $+ 46^\circ$ eine krystallinische Masse, über $+ 46^\circ$ ist sie flüssig und hat das spec. Gewicht = 1,080, siedet bei $117^\circ,3$; ihr zweites Hydrat, 2 At. Wasser enthaltend, hat das spec. Gewicht = 1,078 und siedet bei $+ 140^\circ$.

Wir werden von der Essigsäure und ihren Verbindungen nur das Wichtigste und auf die Thierchemie Bezügliche anführen, da die übrigen chemischen Verhältnisse der Essigsäure durchaus als bekannt aus der reinen Chemie vorausgesetzt werden müssen.

Zusammensetzung. Der obigen Formel nach besteht die Essigsäure aus:

Kohlenstoff	4 At.	40,000
Wasserstoff	3 „	5,000
Sauerstoff	3 „	40,000
Wasser	1 „	15,000
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 637,5; Sättigungscapazität derselben = 15,686. Schon *Berzelius* stellte noch vor *Kolbe* die Hypothese auf, dass die Essigsäure mit Methyl gepaarte Oxalsäure sei = $C_2 H_3 . C_2 O_3 . HO$. Bis dahin nahm man in der Essigsäure das Radical $C_4 H_3$ an und betrachtete das Aldehyd und die Aldehydsäure als niedere Oxydationsstufen desselben. Nach der im Obigen geltend gemachten Anschauungsweise wäre die rationelle Formel dieser Säure = $(C_2 H_3)^2 C_2 . O_3$.

Verbindungen. Von sauren essigsäuren Salzen kennt man nur ein Kalisalz; sonst ist die Essigsäure im Gegentheil sehr geneigt, mit den Oxyden der schweren Metalle basische Salze zu bilden.

Acetamid, $H_2 N . C_4 H_3 O_2 = C_4 H_3 N O_2$, wird aus Essigäther und Ammoniak dargestellt, bildet eine weisse, krystallinische, zerfliessliche Masse, die bei 78° schmilzt und bei 228° siedet; es schmeckt süsslich erfrischend; durch wasserfreie Phosphorsäure wird es in Cyanmethyl verwandelt, daher man es als blausauren Holzgeist ($C_4 H_3 N O_2 = C_2 H_3 O + H C_2 N + HO$) hat betrachten wollen.

Bei der trocknen Destillation der essigsäuren Salze mit starken Basen bildet sich Aceton oder *Oenylöxyhydrat*, $C_6 H_5 O . HO$, das manche Aehnlichkeit mit den Alkoholen der Alkalibasen darbietet.

Werden gleiche Theile essigsäures Kali und arsenige Säure in einer Retorte erhitzt, so bildet sich jener bekannte Körper, den man Alkarsin

oder Kakodyloxyd, $C_4 H_6 A_3 O$, genannt hat, und der sich durch seinen ganz specifischen Geruch auszeichnet.

Darstellung. Die Methoden der Bildung und Gewinnung der Essigsäure sind so bekannt, dass wir sie hier füglich übergehen können.

Prüfung. Aus dem später zu erwähnenden vermeintlichen oder wirklichen Vorkommen der Essigsäure in thierischen Säften wird die Wichtigkeit der Prüfungsmethoden auf Essigsäure einleuchten.

Wie bei den meisten organischen Substanzen müssen wir auch bei der Essigsäure diese erst von den meisten beigemengten Substanzen trennen, ehe wir Prüfungsmittel auf dieselbe anwenden können. Diese Trennung ist verhältnissmässig leicht durch ihre Destillirbarkeit zu erzielen; sie kann daher nur mit flüchtigen ihr homologen oder nur ähnliche Reactionen gebenden Säuren verwechselt werden. Von der Ameisensäure ist sie leicht zu trennen mittelst deren Zersetzbarkeit durch Quecksilberoxyd; eine Verwechslung mit dieser kann daher kaum stattfinden. Wie sie von den homologen Säuren, Metacetonensäure u. s. w. getrennt und unterschieden werden kann, wird bei den betreffenden Säuren angeführt werden. Hat man die Essigsäure durch Destillation und dann durch Krystallisation eines ihrer Salze möglichst getrennt, so sind etwa ausser der krystallographischen Untersuchung der Krystallformen nachfolgende Reactionen anzustellen: salpetersaures Quecksilberoxydul giebt aus einer nicht zu verdünnten Lösung des essigsauren Salzes anfangs keinen Niederschlag, nach kurzer Zeit bilden sich aber kleine Krystallflimmerchen, welche allmählig als fettglänzende Schüppchen in der Flüssigkeit niederschweben. Da die essigsauren Salze mit den mekonsauren und rhodanwasserstoffsäuren (schwefelblausauren) die Eigenschaft gemein haben, mit Eisenoxydsalzen ziemlich intensiv rothe Lösungen zu geben, so könnte man sie in gemengten Flüssigkeiten mit einer dieser Säuren verwechseln; allein von der Mekonsäure ist die Essigsäure leicht durch die Löslichkeit ihres Kalksalzes (mekonsaurer Kalk ist in Wasser unlöslich) zu unterscheiden, von der Rhodanwasserstoffsäure aber leicht dadurch, dass die rothe Lösung des Eisenrhodanids mit Kaliumeisencyanid beim Erwärmen sehr bald Berlinerblau ausscheidet, was sonst bei keinem andern Eisenoxydsalze der Fall ist.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Scherer¹⁾ hat die Essigsäure in dem Saft des Muskel fleisches ebensowohl als in den Flüssigkeiten der Milz und in leuchtlichem Blute neben andern Säuren dieser Gruppe gefunden. Im Magensaft mag sie bei perverser Verdauung öfter vorkommen; in einem Falle, wo nach dem Genusse von Vegetabilien und etwas Fleisch ohne beigemengten Essig das Ausgebrochene untersucht wurde, habe ich mich chemisch mit Bestimmtheit von der Anwesenheit der Essigsäure überzeugt.

1) Scherer, a. d. o. a. Orten.

In solchen ausgebrochenen Massen ist sie übrigens von Andern öfter beobachtet, aber nicht immer mit hinlänglicher chemischer Sicherheit nachgewiesen worden, da einerseits Genuss von Essig oder Branntwein dem Erbrechen vorangegangen sein konnte, andererseits aber noch eine Verwechslung mit Metacetonsäure und Buttersäure möglich war. Die Behauptung, dass bei der normalen Verdauung im Magen Weingeist in Essigsäure umgewandelt würde, wird bei der Betrachtung des Processes der Magenverdauung widerlegt werden. Schon *Proust*¹⁾ und *Thenard*²⁾ haben Essigsäure im Schweiße gefunden; neuerdings wurde sie in meinem Laboratorium als constanter Bestandtheil normalen wie krankhaften Schweißes nachgewiesen; indessen wurde ihre Menge in den meisten Fällen geringer gefunden, als die der Ameisensäure.

Bouchardat und *Sandras*³⁾ wollen im Blute solcher Thiere, welche mit Branntwein getränktes Futter erhalten hatten, einige Male Spuren von Essigsäure nachgewiesen haben.

Ob die von *Scherer* in den Flüssigkeiten des Fleisches gefundenen Säuren dieser Gruppe aus der durch den Gebrauch untauglich gewordenen Fleischfaser hervorgegangen seien, oder aus der Zersetzung anderer Stoffe herrühren und im Muskelsafte nur isolirt worden sind, darüber müssen erst weitere Untersuchungen entscheiden.

Metacetonsäure. $C_4 H_5 O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure, welche auch Butteressigsäure und Propionsäure genannt wurde, bildet im concentrirtesten Zustande eine farblose, ölige Flüssigkeit, die bei niederer Temperatur krystallinisch erstarrt, bei ungefähr 140° siedet, einen eigenthümlichen sauerkrautähnlichen Geruch hat und sonst die Charactere der Säuren dieser Gruppe an sich trägt; in wenig Wasser löst sie sich nicht vollständig auf, sondern bildet darin örlartige Tropfen.

Zusammensetzung: Der obigen Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	6 At.	48,649
Wasserstoff	5 At.	6,757
Sauerstoff	3 At.	32,432
Wasser	1 At.	12,162
		400,000

Atomgewicht der hypoth. wasserfreien Säure = 845,5, Sättigungscapazität derselben = 12,34.

1) *Proust*, Ann. de Chim. 1800. T. 36, p. 258.

2) *Thenard*, ibid. 1806. T. 59, p. 265 et 278.

3) *Bouchardat* und *Sandras*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér., T. 24, p. 448—457.

Nach den oben citirten Untersuchungen *Kolbe's* muss diese Säure zusammengesetzt betrachtet werden nach folgender Formel: $= (C_4 H_3)^2 C_2 . O_3 . HO$.

Verbindungen. Mit Basen bildet diese Säure fettglänzende und zum Theil auch fettig anzufühlende, auflösliche Salze.

Metacetonsaurer Baryt krystallisirt in kleinen Rectangulärkristallin oder rechtwinkligen Prismen mit schiefen Endflächen.

Metacetonsaures Silberoxyd bildet glänzend weisse Körner oder kleine Prismen, die am Lichte wenig verändert werden, in Wasser schwer löslich sind, beim Erhitzen schmelzen und endlich geräuschlos verglimmen.

Metacetonsaures Aethyloxyd geht mit Ammoniak in das farblose krystallinische Metacetamid, $H_2 N . C_6 H_5 O_2$ über, welches durch wasserfreie Phosphorsäure noch leichter als metacetonsaures Ammoniak in Cyanäthyl verwandelt wird.

Metaceton, $C_6 H_5 O$, kann nicht aus der Metacetonsäure erhalten werden, sondern wird durch Zersetzung eines Theils Zucker oder Stärkmehl mit 3 Theilen Aetzkalk erhalten; es bildet eine farblose, ölige, flüchtige Flüssigkeit, die von dem ihm isomeren Oenylloxyd wesentlich verschieden ist.

Metacetonsäurealdehyd, $C_6 H_5 O . HO$, ist bei der Oxydation stickstoffhaltiger Stoffe durch Schwefelsäure und Braunstein unter den Destillationsproducten von *Guckelberger*¹⁾ entdeckt worden; farblose, ätherartig riechende Flüssigkeit, spec. Gewicht = 0,79, siedet bei ungefähr 50°, mit Wasser in jedem Verhältnisse mischbar, wird an der Luft allmählig sauer, reducirt aber Silberlösung nicht; es ist daher noch fraglich, ob diese Flüssigkeit den Aldehyden beizuzählen ist.

Darstellung. Die Metacetonsäure bildet sich bei den freiwilligen Zersetzungsprocessen vieler vegetabilischer Substanzen z. B. der Erbsen, Linsen, Gerberlohe, bei Einwirkung von Kalihydrat auf Zucker, Stärke, Gummi und dergl., auch bei der Gährung weinsauren Kalks in Berührung mit stickstoffhaltigen Körpern, bei der Zersetzung des Cyanäthyls durch kaustisches Kali; besonders wichtig für die Zoochemie ist aber die Entstehung dieser Säure durch Oxydation der Fette mittelst Salpetersäure (*Redtenbacher*²⁾), durch Oxydation eiweissartiger Körper mittelst Chromsäure oder Schwefelsäure und Braunstein (*Guckelberger*³⁾) und endlich durch Gährung des Glycerins, des bekannten Zersetzungsproductes der Fette, mittelst gewöhnlicher Hefe (*Redtenbacher*⁴⁾). Am leichtesten und reinsten erhält man diese Säure entweder durch Destillation des Gährungsproductes aus Hefe und Glycerin oder durch Behandlung des Metacetons mit Chromsäure oder Kalihydrat; sonst stellte man sie gewöhnlich durch Erhitzen von 4 Th. Zucker mit 3 Th. Kalihydrat dar, wo sie aber von den gleichzeitig entstandenen Säuren: Oxalsäure, Ameisensäure und Essigsäure zu trennen ist.

1) *Guckelberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 46 ff.

2) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 44—57.

3) *Guckelberger*, a. a. O.

4) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 474—477.

Prüfung. Die Metacetonsäure muss zunächst von andern beigemengten, nicht flüchtigen organischen Substanzen durch Destillation getrennt werden, dann von etwa beigemengter Ameisensäure durch Quecksilberoxyd; ist Essigsäure neben der Metacetonsäure vorhanden, so bindet man am besten beide Säuren an Natron, wo dann beim Verdunsten der Salzlösung das essigsäure Salz früher krystallisirt, als das metacetonsäure. Das Bleisalz der Metacetonsäure ist nicht krystallisirbar, während bekanntlich essigsäures Bleioxyd sehr leicht krystallisirt. Wie diese Säure von den übrigen Säuren dieser Gruppe getrennt und unterschieden wird, ist bei den betreffenden Säuren nachzulesen. Da aber weder aus der Form der Salze, die krystallographisch noch keineswegs genau bestimmt sind, noch auch aus dem Siedepunkte der Flüssigkeit auf die Identität eines vorliegenden Stoffs mit Metacetonsäure geschlossen werden kann: so vermag nur die Elementaranalyse eines rein dargestellten Salzes die Gegenwart der Metacetonsäure wissenschaftlich zu erweisen.

Wir werden überhaupt im weitem Verlaufe der Zoochemie eine Menge Körper kennen lernen, die so wenig charakteristische Eigenschaften haben, dass über ihre Gegenwart und über ihre Wesenheit nur die Elementaranalyse entscheiden kann. So oft auch das Verbrennungsrohr in der physiologischen Chemie gemissbraucht worden sein mag, so sehr sind wir doch überzeugt, dass Niemand die Zoochemie und physiologische Chemie fördern zu können sich schmeicheln darf, wenn er nicht mit den gebräuchlichen Methoden der Elementaranalyse vertraut ist. Leider ist die physiologische Chemie lange genug in den Händen von chemischen Dilettanten gewesen, welche eine Elementaranalyse für ein grosses Kunststück ansahen, und auf die von ihnen selbst nicht erlangten Resultate der Elementaranalysen jene unglücklichen Fictionen begründet haben, deren sich die physiologische Chemie noch jetzt kaum erwehren kann.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Da die der Metacetonsäure homologen Säuren so häufig im thierischen Organismus wenigstens als Zersetzungsproducte gefunden wurden, so sollte man wohl erwarten, dass auch diese Säure wenigstens zuweilen im pathologischen Zustande des Organismus vorkomme; dazu kommt noch, dass einerseits die Metacetonsäure ihrer Zusammensetzung nach in einem sehr nahen Verhältnisse zu der im Thierkörper so häufig gefundenen Milchsäure steht (denn Metacetonsäure giebt mit 2 At. Sauerstoff Milchsäure: $C_6 H_5 O_3 \cdot HO + 2 O = C_6 H_5 O_5 \cdot HO$), und dass andererseits das Glycerin, von dem man nicht weiss, wo es bei der Zerstörung der Fette im Thierkörper hinkommt, sich so leicht in Metacetonsäure umwandelt (denn $C_6 H_7 O_5 - 4 HO = C_6 H_5 O_3 \cdot HO$): allein leider ist die Metacetonsäure bis jetzt noch nirgends im thierischen Organismus mit Bestimmtheit nachgewiesen worden. Schottin glaubte sie zwar im Scheweisse gefunden zu haben: allein bei den geringen Mengen, in welchen die fragliche Säure neben Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure vorkommt, musste es unentschieden bleiben, ob diese Säure in den vorliegenden Fällen nur ein Gemeng der beiden letztgenannten Säuren gewesen sei oder nicht.

Buttersäure. $C_8 H_7 O_3 . HO$.**Chemisches Verhalten.**

Eigenschaften. Diese Säure ist ölig flüssig, bei -20° noch nicht fest und kann nur durch die von einem Gemeng condensirter Kohlensäure und Aether hervorgebrachte Kälte (-113°) zum Erstarren in Krystallblättchen gebracht werden; sie verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr stark, kann aber erst bei 157° zum wirklichen Sieden gebracht werden; ihr spec. Gewicht ist bei $+0^{\circ} = 0,9886$; verbrennt entzündet wie ein ätherisches Oel.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff 8 At.	54,545
Wasserstoff 7 „	7,955
Sauerstoff 3 „	27,273
Wasser 1 „	10,227
	400,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure 987,5; Sättigungscapazität derselben = 10,126.

Nach *Kolbe's* Untersuchungen ist die Buttersäure als die höchste Oxydationsstufe des mit Propyl gepaarten Kohlenstoffs zu betrachten = $(C_6 H_7)C_2 O_3$.

Verbindungen. Die buttersauren Alkalien sind zerfliesslich und nicht krystallisirbar; die Verbindungen der Buttersäure mit Metalloxyden verlieren beim Erwärmen einen Theil ihrer Säure und riechen schon bei gewöhnlicher Temperatur darnach.

Buttersaurer Baryt, $\overline{Ba Bu} + 4 H$ krystallisirt in glatten fettglänzenden Prismen (*F. T. 1. F. 3.*), die sich warzenförmig zusammengruppieren, verliert bei 100° noch nicht sein Krystallwasser, löst sich leicht in Wasser; auf Wasser in kleinen Stücken geworfen, geräth er gleich dem Campher in eine drehende Bewegung, bis er aufgelöst ist; er färbt übrigens rothes Lackmus blau.

Buttersaurer Kalk, $\overline{Ca Bu} + H$, krystallisirt in feinen Nadeln; riecht nach Buttersäure, löst sich leicht in kaltem Wasser, scheidet sich aber beim Kochen fast vollständig wieder aus, giebt bei der trocknen Destillation mehrere ätherischen Oelen gleichende Körper, das *Butyron* $C_7 H_7 O$ und *Butyral* $C_8 H_8 O_2$.

Buttersaure Talkerde, $\overline{Mg Bu} + 5 HO$, bildet weisse, der Borsäure ähnliche Blättchen.

Buttersaures Zinkoxyd zersetzt sich beim Kochen in ein stark basisches unlösliches Salz.

Buttersaures Kupferoxyd, $\overline{Cu Bu} + 2 HO$, achtseitige, bläulichgrüne Prismen, riecht stark nach Buttersäure und verliert besonders bei 100° viel von derselben, schwerlöslich in Wasser.

Buttersaures Bleioxyd ist nicht krystallisirt, sondern nur syrupartig zu erhalten.

Buttersaures Silberoxyd bildet weisse, perlmutterglänzende Blättchen, fast unlöslich, verglimmt beim Glühen ohne Explosion.

Butyramid, $H_2 N \cdot C_4 H_7 O_2$, aus buttersaurem Aethyloxyd mittelst Ammoniak erhalten, bildet farblose, luftbeständige, krystallinische Tafeln, von anfangs süsslichem, hintennach bitterm Geschmack, schmilzt bei 115° und ist bei höherer Temperatur unzersetzt sublimirbar; löslich in Wasser, Alkohol und Aether; durch wasserfreie Phosphorsäure wird es in sg. Butyronitril, $C_4 H_7 N$ oder vielmehr in Cyanpropyl $= C_4 H_7 \cdot C_2 N$ verwandelt. Dasselbe ist eine ölige Flüssigkeit von angenehm gewürzhaftem Geruche, spec. Gewicht $= 0,795$, Siedepunkt $= 118^\circ,5$; mit Kalium behandelt liefert es Cyankalium, Wasserstoff und einige Kohlenwasserstoffe.

Buttersäurealdehyd, $C_4 H_7 O \cdot HO$, ist bis jetzt nur von *Guckelberger*¹⁾ in den Producten gefunden worden, welche durch Einwirkung von Braunstein und Schwefelsäure auf eiweissartige oder leimartige Stoffe entstehen. Farblose Flüssigkeit, spec. Gewicht $= 0,8$, Siedepunkt 68° , in Wasser wenig, in Alkohol und Aether leicht löslich, wird an der Luft leicht sauer, reducirt Silberlösung und bildet, gleich dem Essigsäurealdehyd, mit Ammoniak eine krystallisirbare Verbindung, $H_2 N \cdot C_4 H_7 O \cdot HO + 40 Aq$.

Butyron, $C_7 H_7 O$, entsteht neben andern Producten bei der trocknen Destillation von buttersaurem Kalk, bildet ein farbloses Oel von durchdringendem Geruch, destillirt bei $+ 144^\circ$, leicht entzündlich.

Buttersaures Glycerin haben *Pelouze* und *Gélis*²⁾ dargestellt, indem sie Buttersäure und Glycerin mit concentrirter Schwefelsäure gelind erhitzten und aus dem Gemenge mittelst Wasser die neue Verbindung abschieden, oder indem sie durch ein Gemeng von Buttersäure und Glycerin Salzsäuregas leiteten; es scheidet sich dann durch Wasser ein gelbes in concentrirtem Alkohol und Aether lösliches Oel ab, welches durch Behandlung mit kaustischen Alkalien wieder in Buttersäure und Glycerin zerfällt. Ob dieser Körper mit dem in dem Fette der Milch vorkommenden, aber noch nicht isolirt dargestellten Butyrin (buttersaurem Lipyloxyd) identisch ist, lässt sich für jetzt nicht entscheiden, zumal da keine Elementaranalyse desselben angestellt worden ist.

Darstellung. Die Buttersäure welche *Chevreul* zuerst in den Verseifungsproducten der Butter entdeckte, entsteht auch beim Ranzigwerden der Butter, findet sich unter den Zersetzungsproducten der Oelsäure bei der trocknen Destillation, besonders aber bei deren Behandlung mit rauchender Salpetersäure; sie bildet sich aber auch aus nicht fettigen, stickstoffhaltigen Materien, wie Eiweiss, Faserstoff, Leim, bei deren Fäulniss oder Zersetzung durch stark oxydirende Körper; ganz unerwarteter Weise hat man sie aber auch entstehen sehen bei gewissen Gährungsprocessen stickstofffreier Körper: Stärkmehl und Zucker, wobei die stickstoffhaltigen Beimengungen nur als Fermente dienen. Milchsaurer Kalk geht bei Gegenwart stickstoffhaltiger Materie vollkommen in buttersauren Kalk über. Will man daher Buttersäure in grösserer Menge rein darstellen, so bedient man sich zu ihrer Gewinnung am besten der letztgenannten Bildungsweisen. Am einfachsten verfährt man, wenn man Johannisbrot (die

1) *Guckelberger*, a. a. O.

2) *Pelouze* und *Gélis*, l'Institut No. 494.

Früchte von *Ceratonium Siliqua*) oder Zucker mit saurer Milch und etwas Käse unter Zusatz von kohlensaurem Kalk einer Temperatur von 30° bis 35° so lange (5 bis 6 Wochen) aussetzt, als sich noch Gasentwicklung zeigt; die filtrirte Flüssigkeit versetzt man alsdann mit kohlensaurem Natron, wodurch kohlensaurer Kalk ausgefällt wird; die Lösung des buttersauren Natrons wird nun stark concentrirt und mit Schwefelsäure versetzt destillirt; durch geschmolzenes Chlorcalcium wird die Buttersäure schliesslich von Wasser und Essigsäure befreit.

Prüfung. Auch diese Säure muss erst durch Destillation von beigemengten, nicht flüchtigen Substanzen, z. B. Milchsäure, mit der sie nicht selten vorkommt, getrennt werden; in dem Destillate können sich nun die meisten dieser Gruppe zugehörigen Säuren befinden; wir erwähnen hier nur ihrer Trennung von den bereits beschriebenen Säuren: der Ameisensäure, Essigsäure und Metacetonensäure. Die erstere derselben ist vermöge ihrer oft erwähnten Eigenschaft, Oxyde edler Metalle zu reduciren, sehr leicht zu entfernen. Die Säuren sind dann an Natron zu binden, und durch Krystallisation lässt sich der grösste Theil des essigsäuren Natrons entfernen; die Natronsalze der Mutterlauge zersetzt man dann durch ziemlich concentrirte Schwefelsäure, und hat nun in der Vorlage (neben ein wenig Essigsäure) Metacetonensäure und Buttersäure; von jenen kann die Buttersäure ziemlich gut durch fractionirte Destillation getrennt werden, indem das bei 140° übergehende nur essigsäurehaltige Metacetonensäure ist, bei 160° bis 165° aber erst die Buttersäure ziemlich rein übergeht. Wenn namentlich noch andere homologe Säuren zugegen sind, darf man sich bei dieser Darstellung nicht begnügen; denn auf den eigenthümlichen Geruch der Buttersäure kann man sich, so specifisch er auch zu sein scheint, durchaus nicht verlassen; man muss die Buttersäure in eines der oben beschriebenen buttersauren Salze verwandeln und nach der Vergleichung des dargestellten Salzes mit dem entsprechenden Salze reiner Buttersäure eine Elementaranalyse oder wenigstens eine Bestimmung des Atomgewichtes oder der Sättigungscapacität ausführen.

Das Atomgewicht der hypothetisch wasserfreien Buttersäure ist (da 8 At. Kohlenstoff = 600,0, 7 At. Wasserstoff = 87,5 und 3 At. Sauerstoff = 300 sind) = 987,5; haben wir nun z. B. in einem Barytsalze 49% Baryt und 51% Buttersäure gefunden, so muss sich 49 : 51 verhalten, wie das bekannte Atomgewicht des Baryts (= 955,3) zu dem Atomgewichte der Buttersäure ($49 : 51 = 955,3 : x$) = 994,4. Ganz auf derselben Bestimmung der Menge einer in einem Salze enthaltenen Base beruht die Berechnung der Sättigungscapacität, unter der man bekanntlich die Zahl versteht, welche die Menge Sauerstoff ausdrückt, die von 100 Th. einer wasserfreien Säure in jeder Basis, mit der sie ein neutrales Salz bildet, verlangt wird. Die Sättigungscapacität der Buttersäure ist darnach = 10,126. Behalten wir das obige Beispiel als empirisches Resultat bei, so sättigen 49 Ba = 51 Bu oder 100 Bu = 96,076 Ba; in letzterem sind aber = 10,06 Sauerstoff enthalten, was also ziemlich mit der erforderlichen Zahl übereinstimmt.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. In den Magencontentis oder vielmehr in den wieder ausgebrochenen Nahrungsmitteln findet sich zuweilen eine widrig

scharf oder ranzig riechende, flüchtige Säure, von der aber noch keineswegs erwiesen ist, dass sie Buttersäure sei. *Tiedemann* und *Gmelin* erhielten öfter aus den Magencontentis mit Hafer gefütterter Schaaf, Ochsen und Pferde durch Destillation buttersäureähnliche Flüssigkeiten. Da die Contenta des Magens in die essigsäure, und, wie wir später sehen werden, hauptsächlich auch in die milchsaure Gährung übergehen können, so liegt gerade nichts zu Auffallendes darin, dass sie auch in die Buttersäuregährung übergehen sollen: allein mit jener absoluten Gewissheit, welche bei physiologisch-chemischen Versuchen zu erlangen eben so nothwendig ist, wie bei allen andern naturwissenschaftlichen Forschungen, ist die Buttersäure selbst im abnormen Zustande in den Magencontentis noch nicht nachgewiesen worden.

*Frerichs*¹⁾ hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass im untern Theile des Ileums und im Dickdarm die Contenta nach stärkmehreicher Kost oft einen intensiven Geruch nach Buttersäure entwickeln und diese Säure in der That auch enthalten.

Freie Buttersäure, die *Berzelius* im Harn zu finden glaubte, ist darin noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen worden.

In dem Schweisse finden sich ausser den bereits betrachteten Säuren dieser Gruppe auch noch andre, welche nach Buttersäure riechen; schon *Berzelius* nahm deshalb die Gegenwart dieser Säure im Schweisse als erwiesen an; *Schottin* hat auch diese Säure unter meiner Leitung im Schweisse mit allen hierbei nothwendigen Mitteln nachgewiesen: indessen wurde ihre Menge weit geringer als die der Essigsäure und Ameisensäure gefunden. Sie ist übrigens nicht etwa Zersetzungsproduct der Fette der Hautschmiere, wie ich früher glaubte, sondern kommt frei im Schweisse der Achselhöhle sowohl als der Genitalien oder der Füße vor.

In der Milch findet sich unter den andern Fetten, wie Margarin und Elain, ein noch nicht rein dargestelltes Fett, welches bei der Verseifung Buttersäure, ausser dieser aber noch andere Säuren dieser Gruppe, nämlich Capronsäure, Caprylsäure und Caprinsäure giebt. Zuerst hat *Chevreul*²⁾ in seinem classischen Werke über die Fette, später *Bromeis*³⁾ und zuletzt *Lerch*⁴⁾ unter *Redtenbacher's* Leitung die besten Untersuchungen über diesen Gegenstand ausgeführt; allein die ursprüngliche Substanz, aus welcher alle diese Säuren hervorgehen, hat noch nicht in reinem Zustande isolirt werden können. Von dieser Buttersäure liefernden Substanz ist aber selbst in der Butter nur wenig enthalten. *Chevreul*⁵⁾ erhielt aus 100 Th. ziemlich reinen Butyrins nur 7 Th. flüchtiger Fettsäuren;

1) *Frerichs*, R. Wagner's Handwört. d. Physiol. Bd. 3, S. 854.

2) *Chevreul*, Recherches sur les corps gras.

3) *Bromeis*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42, S. 46 ff.

4) *Lerch*, ebendas. Bd. 49, S. 242 ff.

5) *Chevreul*, a. a. O. p. 495.

*Simon*¹⁾ und *Herberger*²⁾ vermochten aus dem Fett der Frauenmilch nur höchst geringe Quantitäten flüchtiger Säuren zu erhalten.

Gleich Ameisensäure und Essigsäure ist von *Scherer* auch Buttersäure in den Flüssigkeiten des Fleisches sowohl als der Milz gefunden worden. Ich fand dieselbe auch in dem Saft der glatten Muskeln des Magens.

Dass auch im Blute Fette vorkommen, die bei der Verseifung flüchtige Säuren liefern, davon kann sich jeder überzeugen, der grössere Mengen aus den Blutbestandtheilen gesammelten Fettes mit Aufmerksamkeit untersucht. Aus dem von einer Wöchnerin in den ersten Tagen nach der Geburt abgegangenen Blute erhielt ich durch Destillation mit verdünnter Schwefelsäure flüchtige Säuren, deren allgemeine Eigenschaften mit denen dieser Gruppe übereinstimmten. Präformirte buttersaure Salze sind bis jetzt im Blute noch nicht nachgewiesen worden, obgleich ihre Existenz in demselben kaum zu bezweifeln ist.

Ursprung. Nach den oben angeführten Bildungsweisen der Buttersäure kann es nicht Wunder nehmen, dass dieselbe zuweilen in den ersten Wegen gefunden wird; ja es würde auffallend sein, wenn diess nicht der Fall wäre, da gerade im untern Theile des Darmrohrs so oft alle Bedingungen der Buttersäuregährung gegeben sind. Man hat in diesem Vorkommen der Buttersäure im Dickdarm die erste Anlage zur Fettbildung aus Kohlenhydraten und zugleich den Beweis für die Entstehung des Fettes aus letzteren zu finden geglaubt: allein zur Zeit möchte diese Ansicht nur noch als eine Fiction zu betrachten sein, um die mögliche Bildung des Fettes aus Stärkmehl oder Zucker zu versinnlichen.

Weit mehr spricht wohl für die Ansicht, nach welcher die im Blute, im Scheweisse und Harn gefundene Buttersäure als ein Zersetzungsproduct anzusehen ist, entstanden durch das Zerfallen stickstoffhaltiger thierischer Materien unter Hülfe des in den Säften gelösten Sauerstoffs (nach Art der oben aus denselben Stoffen durch künstliche Mittel erzeugten Säurebildung) oder wahrscheinlicher noch durch eine allmälige Oxydation einzelner Kohlenwasserstoffatome der Fette. Die letztere Ansicht ist auch nur eine Hypothese: allein die einfachste Induction unterstützt dieselbe. Die Fette sind fast sämtlich Verbindungen von Fettsäuren mit einer Halidbasis, Glycerin oder Lipyloxyd. In dem complicirten Oxydationsapparate, den wir im thierischen Organismus erkennen, werden die Fette nicht, wie das Oel aus dem Dochte der Lampe, verbrennen, sondern sie mögen einer höchst allmäligen Oxydation unterliegen, wie uns auch die grosse Anzahl Fettsäuren von den verschiedensten polymeren Kohlenwasserstoffen oder, wenn man will, von den leisesten Oxydationsübergängen zu beweisen scheint. Wir können uns, gestützt auf die bei dieser Säuregruppe gemachten Erfahrungen, vorstellen, dass bei der allmäligen Oxydation dem Radicale der Margarinsäure immer je $C_2 H_2$ entzogen werden, und dass

1) *Fs. Simon*, Frauenmilch. S. 44.

2) *Herberger*, Brandes Arch. Bd. 20, C. 3.

diese allmälige Entziehung des Kohlenwasserstoffs bald schneller, bald langsamer vor sich gehe, so dass wir auf Kohlenwasserstoffverbindungen niederer Ordnung bei unsern Untersuchungen stossen, die dann schrittweise bis herab zur Buttersäure übergehen. Wir halten die Buttersäure und die ihr nahestehenden Säuren, welche im Thierkörper vorkommen, für Producte der regressiven Stoffmetamorphose, während sich umgekehrt in den verschiedenen Fettsäuren des Pflanzenreichs die allmälige Progression fast Schritt für Schritt bis zur Margarinsäure verfolgen lässt.

Baldriansäure. $C_{10} H_9 O_3 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure theilt die allgemeinen Eigenschaften dieser Gruppe, hat den bekannten eigenthümlichen Geruch und scharf brennenden Geschmack, macht auf der Zunge einen weissen Fleck, erstarrt noch nicht bei -15° , siedet bei 176° , löst sich in 26 Th. Wasser; bildet mit Wasser noch ein zweites Hydrat = $\overline{Va} H_2$.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	40 At.	58,824
Wasserstoff	9 „	8,823
Sauerstoff	3 „	23,530
Wasser	1 „	8,823
		100,000

Atomgewicht der hypothetisch wasserfreien Säure = 1162,5; Sättigungscapacität derselben = 8,602. Nach Kolbe's Hypothese ist ihre theoretische Formel = $(C_8 H_9)C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.

Verbindungen. Die baldriansauren Salze sind meist auflöslich; ausser den amorphen Alkalisalzen krystallisiren die meisten in perlmutterglänzenden, dem Cholesterin oder der Borsäure ähnlichen Blättchen; sie schmecken süsslich, aber zugleich baldrianartig; durch Essig- und Bernsteinsäure, aber nicht durch Benzoësäure, wird die Baldriansäure aus ihren Salzen ausgetrieben. Das *Kalksalz* verwittert an der Luft; das *Zinksalz* löst sich in 160 Th. Wasser und in 60 Th. Weingeist; die wässrige Lösung desselben trübt sich beim Erwärmen, wird aber beim Erkalten wieder klar, röthet übrigens Lackmus. Das *Silbersalz* ist sehr schwerlöslich.

Valeronitril, $C_{10} H_9 N$ (oder $C_8 H_9 \cdot C_2 N$) wurde zuerst von Schlieper¹⁾ bei der Oxydation des Leimes durch Chromsäure entdeckt, kann aber auch aus baldriansaurem Ammoniak oder Valeramid ($H_2 N \cdot C_{10} H_9 O_2$) durch wasserfreie Phosphorsäure erhalten werden. Es ist ein

1) Schlieper, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 59, S. 1—32.

Bruchtheil der vorliegenden Säuremenge mit Kali oder Natron sättigt, den andern Theil zu dem neutralisirten flücht und dann destillirt. Je nach der Proportion, in welcher die beiden Säuren in dem ursprünglichen Gemenge enthalten waren, muss nun entweder das Destillat reine Buttersäure und der Rückstand ein Gemeng von buttersaurem und baldriansaurem Alkali enthalten oder der Rückstand reines baldriansaures Alkali, im Destillate aber mit Baldriansäure gemengte Buttersäure sein. Hieraus ergibt sich sehr einfach, wie man durch wiederholte Anwendung dieser Methode auf das jeweilig entstehende Gemeng die Säuren endlich ziemlich rein oder getrennt erhalten kann.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Obgleich diese Säure sich so leicht und auf so verschiedenen Wegen aus thierischen Substanzen erzeugen lässt, so ist sie doch noch nirgends im thierischen Organismus präformirt gefunden worden; im Allgemeinen ist aber die bis jetzt durchgehends constatirte Beobachtung auffällig, dass die Säuren dieser Gruppe, deren Kohlenstoffgehalt nur durch 2, aber nicht durch 4 theilbar ist, nicht im thierischen Organismus gefunden werden.

Wir werden daher dieser Säuren in dem Folgenden nur insofern Erwähnung thun müssen, als sie zuweilen als Producte künstlicher Zersetzung thierischer Substanzen auftreten.

Capronsäure. $C_{12} H_{22} O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Ziemlich dünnflüssiges Liquidum, von schweissartigem Geruche, spec. Gewicht bei $+ 26^{\circ} = 0,922$, ist bei $- 9^{\circ}$ noch flüssig, siedet bei 202° , löst sich ziemlich schwer in Aether.

Zusammensetzung. Ihrer Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	12 At.	62,069
Wasserstoff	11 „	9,483
Sauerstoff	3 „	20,689
Wasser	1 „	7,759
		<hr/>
		100,000

Atomgewicht der wasserfreien Säure = 1337,5; Sättigungscapacität = 7,476. Die hypothetische Zusammensetzung dieser Säure würde sich nach Kolbe als Amyloxalsäure = $(C_{10} H_{11})^2 C_2 . O_3 . HO$ betrachten lassen.

Verbindungen. Die capronsäuren Salze schmecken und riechen der Säure ähnlich, sind meist in Wasser löslich und krystallisirbar. Das *Barytsalz* krystallisirt in langen, büschelförmig vereinigten, seidenglänzenden Nadeln, ist wasserfrei und luftbeständig; das *Silbersalz* ist nicht krystallisirbar, sehr schwer löslich.

Capron, $C_{11} H_{21} O$, wird durch Erhitzen von capronsäurem Baryt erhalten und bildet eine farblose, bei 165° siedende Flüssigkeit.

Darstellung. Gleich der Buttersäure bildet sich diese Säure nicht bloß bei der Verseifung oder dem Ranzigwerden der Butter, sondern auch bei Zersetzung der Oelsäure durch rauchende Salpetersäure, oder eiweißartiger Körper durch Braunstein oder doppeltchromsaures Kali und Schwefelsäure. Nach *Arzbücher* ¹⁾ wird namentlich aus Mohnöl durch dessen Zersetzung mittelst Chromsäure Capronsäure erzeugt. In den Destillationsproducten verseifter Butter ist die Capronsäure gemengt mit Buttersäure, Caprylsäure und Caprinsäure; man trennt diese Säuren durch Krystallisation ihrer Barytsalze. Die trockne Barytsalzmasse wird nämlich mit 5 bis 6 Th. Wasser ausgekocht, worin sich das buttersaure und capronsaure Salz auflösen; während die Salze der Capryl- und Caprinsäure ungelöst bleiben. Aus jener Lösung schießt zuerst capronsaurer Baryt an, aus welchem die Säure leicht isolirt werden kann. Am reinsten und schnellsten erhält man die Capronsäure durch Behandlung des Cyanamyls mit wässriger oder spirituöser Kalilauge, worauf dann das gebildete capronsaure Kali $(C_{10} H_{11} . C_2 N + 3 HO + KO = H_3 N + KO . C_{12} H_{11} O_2)$ durch Schwefelsäure zersetzt und die Säure abdestillirt wird (*Brazier* und *Gosleth* ²⁾).

Prüfung. Der capronsaure Baryt krystallisirt nicht nur eher als der buttersaure, sondern auch früher als der baldriansaure, sobald solcher vorhanden; der capronsaure Baryt bildet kleine, aus mikroskopischen Prismen bestehende Drusen, während der baldriansaure, wie bereits erwähnt, in cholesterinartigen Blättchen erscheint. Diese Trennung der Capronsäure von den ihr nahe stehenden Säuren ist indessen theoretisch leichter einzusehen, als praktisch auszuführen. Besondere Mittel, sich von der Anwesenheit der Capronsäure zu überzeugen, giebt es ausser Elementaranalyse und Atomgewichtsbestimmung nicht.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Von dem Vorkommen der Capronsäure im thierischen Organismus gilt ganz dasselbe, was wir oben von der Buttersäure bemerkt haben. Ihr eigenthümlicher Schweissgeruch macht es allerdings nicht unwahrscheinlich, dass sie im Schweisse vorkomme, allein erwiesen ist dies noch nicht; nach den von *Schottin* angestellten Untersuchungen ist es mir sogar unwahrscheinlich, dass neben den andern Säuren dieser Gruppe bestimmbare Mengen von Capronsäure im Schweisse vorkommen. Im Urin und in den Magencontentis hat sie, soviel bekannt, noch Niemand gesucht. Von der in der Milch und wahrscheinlich auch im Blute enthaltenen fetten Substanz, aus der sie durch Verseifung hervorgebracht wird, gilt das bei der Buttersäure bemerkte.

1) *Arzbücher*, Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 78, S. 203—205.

2) *Brazier* und *Gosleth*, ebendas. Bd. 76, S. 249—252.

• **Oenanthsäure. $C_{14} H_{13} O_3 \cdot H O$.**

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Farbloses, öartiges Liquidum, von schwach-aromatischem Geruche und Geschmacke, siedet bei ungefähr 215° , lässt sich aber nicht völlig unzersetzt destilliren, löst sich schwer in Wasser, verbrennt entzündet mit klarer, rusender Flamme.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	44 At.	64,615
Wasserstoff	13 „	10,000
Sauerstoff	3 „	18,462
Wasser	4 „	6,923
		100,000

Atomgewicht der hypothetisch wasserfreien Säure = 1512,5; Sättigungscapacität derselben = 6,611. Rationelle Formel = $(C_{12} H_{13})^2 C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.

Verbindungen. Ausser den Alkalisalzen sind die meisten Salze dieser Säure schwerlöslich; dieselben bilden meist cholesterinartige Blättchen; übrigs ist diese Säure sehr geneigt, saure Salze zu bilden. Das **Barytsalz** krystallisirt in perlmutterglänzenden Schuppen, die in Wasser und Alkohol löslich sind.

Oenanthylige Säure, $C_{14} H_{13} O_2 \cdot HO$, früher auch Oenanthsäure genannt, findet sich an Aethyloxyd gebunden in manchen Fuselölen, besonders dem des Weines. Ob sie wirklich als niedrigere Oxydationsstufe der Oenanthsäure oder als besondere Säure anzusehen ist, lässt sich für jetzt nicht entscheiden.

Oenanthal, Aldehyd der Oenanthsäure, $C_{14} H_{14} O_2$, wird durch einfache Destillation des Ricinusöls gewonnen; es oxydirt sich gleich andern Aldehyden an der Luft leicht in die entsprechende Säure und geht auch mit Ammoniak eine obwohl ziemlich lose Verbindung ein.

Darstellung. Diese Säure, welche früher von *Laurent*, der sie unter den Oxydationsproducten der Oele entdeckte, *Azoleinstture* genannt wurde, wird bei der Zersetzung des Wachses, der Oelsäure, besonders aber des Ricinusöls durch concentrirte Salpetersäure neben andern Säuren dieser Gruppe gebildet. Bei Benutzung des Ricinusöls erhält man sie jedoch allein, so dass sie nur noch an Baryt gebunden und durch Umkrystallisiren dieses Salzes vollkommen gereinigt werden kann.

Prüfung. Da das Barytsalz dieser Säure früher als capronsaurer Baryt und später als caprylsaurer, und zwar in Blättchen anschießt, während die beiden letztern Barytsalze zu Warzen gruppirte Nadelchen bilden, so ist ein Mittel gegeben, diese Säure von den ihr zunächst stehenden wenigstens gröblich zu scheiden. Ohne Elementaranalyse oder Atomgewichtsbestimmung jedoch keine Sicherheit über ihre wirkliche Gegenwart.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Wie bereits erwähnt, ist diese Säure für die thierische Physiologie nur insofern von Interesse, als sie eines der Oxydationsproducte der Fette ist; es gilt daher hier das von dem Vorkommen der Baldriansäure gesagte, nur mit dem Bemerkten, dass diese Säure nicht wie jene auch bei Zerstörung stickstoffhaltiger Atomencomplexe entsteht.

Caprylsäure. $C_{16} H_{32} O_2 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure ist bei gewöhnlicher Temperatur eine weiche, halbflüssige Masse, die unter $+ 10^\circ$ in Nadeln krystallisirt, bei 236° siedet, nach Schweiss riecht, säuerlich scharf schmeckt, in Wasser schwerlöslich ist und sich entzünden lässt.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	16 At.	66,667
Wasserstoff	15 „	10,416
Sauerstoff	3 „	16,667
Wasser	1 „	6,250
		100,000

Atomgewicht der wasserfreien Säure = 1687,5; Sättigungscapacität derselben = 5,926. Rationelle Formel: $(C_{14} H_{28})^2 C_2 \cdot O_2 \cdot HO$.

Verbindungen. Die Salze dieser Säure sind meist schwerer löslich, als die entsprechenden der vorherbeschriebenen Säuren. Ihr *Barytsalz* erscheint meist in mohngrossen, weissen Körnern, ist wasserfrei, luftbeständig, schmilzt bei 100° noch nicht. Das *Silbersalz* ist weiss, fast unlöslich, das *Bleisalz* sehr schwerlöslich.

Caprylon, $C_{15} H_{30} O$, wurde von *Guckelberger*¹⁾ unter den Producten der trocknen Destillation des caprylsauren Baryts entdeckt, krystallisirt in feinen, seidenglänzenden Nadeln, ist aber geschmolzen eine dem chinesischen Wachse ähnliche, vollkommen weisse, bei 40° schmelzende, bei 38° erstarrende und bei 178° siedende Substanz, geschmacklos, von wachsartigem Geruch, leichter als Wasser, unlöslich in demselben, leichtlöslich in starkem Alkohol, Aether und ätherischen so wie fetten Oelen. Mit Salpetersäure von 1,4 spec. Gew. giebt es ein saures, stickstoffhaltiges Oel (*Nitrocaprylonensäure?*).

Darstellung. Diese Säure hat man als Verseifungsproduct der Butter und als Oxydationsproduct der Oelsäure durch Salpetersäure kennen gelernt; da sie im letztern Falle noch mit mehr Substanzen gemengt vorkommt, so gewinnt man sie am besten durch Umkrystallisiren der Barytsalze der flüchtigen Säuren der Butter. Bei der Capronsäure ist bereits erwähnt, dass die trockne Masse der Barytsalze aller vier Säuren durch Behandlung mit 5 bis 6 Th. Wasser in je 2 Theile zerfällt, einen

1) *Guckelberger*, Ann. der Ch. und Pharm. Bd. 69, S. 304—6.

gelösten Theil, der buttersauren und capronsauren, und einen ungelösten, der caprylsauren und caprinsauren Baryt enthält. Wird nun der ungelöste Theil dieser Barytsalze in kochendem Wasser gelöst und noch heiss filtrirt, so scheidet sich der meiste caprinsaure Baryt aus, während der caprylsäure gelöst bleibt; zur vollkommenen Reinigung muss natürlich das erhaltene Barytsalz noch mehrmals umkrystallisirt werden, ehe man die Säure daraus abscheidet.

Prüfung. Diese beruht lediglich auf der eben angeführten Scheidung der Caprylsäure von den andern Säuren und nachmaliger Bestimmung des Atomgewichtes.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Von diesem gilt vollkommen dasselbe, was bereits bei der Butter- und Capronsäure bemerkt worden ist.

Pelargonsäure. $C_{16} H_{17} O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Oelige, farblose Flüssigkeit, welche bei niedriger Temperatur erstarrt, bei $+ 40^{\circ}$ aber wieder flüssig wird; sie ist von schwachem, der Buttersäure ähnlichem Geruche, in Wasser fast unlöslich, theilt aber demselben saure Reaction, siedet bei ungefähr 232° .

Delfs ¹⁾ erhielt diese Säure aus einem sogenannten Oenanthsäureäther, den er aber als Pelargonsäureäther erkannte; diese Säure fand er geruch- und geschmacklos, unter $+ 25^{\circ}$ schmelzend.

Zusammensetzung. Obiger Formel entsprechend besteht sie aus:

Kohlenstoff	18 At.	68,350
Wasserstoff	17 „	10,760
Sauerstoff	3 „	15,190
Wasser	1 „	5,700
		100,000

Atomgewicht der wasserfreien Säure = 1862,5; Sättigungscapazität = 5,360. Rationelle Formel = $(C_{16} H_{17})^2 C_2 . O_3 . HO$.

Verbindungen. Das Barytsalz dieser Säure krystallisirt ähnlich dem baldriansauren und oenanthsäuren Baryt in glänzenden Schuppen, enthält kein Krystallwasser, ist luftbeständig und schwerer löslich als oenanthsaurer und caprylsaurer Baryt, aber etwas leichter als caprinsaurer.

Darstellung. Da sich diese Säure in den Blättern von Pelargonium roseum findet, ohne Beimengung anderer flüchtiger Säuren, so dürfte deren Darstellung aus dem Rosenkraute empfehlenswerther sein, als die aus den

¹⁾ *Delfs*, Poggend. Ann. Bd. 84, S. 505—515.

Lehmann phys. Chemie. I.

Zersetzungsproducten der Oel- und Choloïdinsäure durch Salpetersäure, unter denen sie *Redtenbacher*¹⁾ zuerst gefunden hat. *Gerhardt*²⁾ und *Cahours*³⁾ haben diese Säure auch durch Oxydation des Rautenöls ($C_{20} H_{19} O$) mittelst Salpetersäure dargestellt.

Prüfung. Durch Krystallisation ihres Barytsalzes muss diese Säure zur Elementaranalyse und Atomgewichtsbestimmung vorbereitet werden.

Physiologisches Verhalten.

Von diesem gilt ganz dasselbe, was oben von dem der Oenanthsäure gesagt worden ist.

Caprinsäure. $C_{20} H_{19} O_3 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Im reinen Zustande ist diese Säure fest, weiss und krystallinisch, von schwachem Bockgeruch, leicht löslich in Alkohol und Aether; aus diesen Lösungen aber nicht krystallisirbar; in kaltem Wasser unlöslich; in heissem Wasser etwas löslich und sich daraus beim Erkalten in Schuppen ausscheidend; aus alkoholischer Lösung wird sie durch Wasser in feinen Nadeln gefällt; bei $27^{\circ},2$ beginnt sie zu schmelzen, bei $40^{\circ},6$ ist sie erst ganz flüssig und erstarrt wieder bei $27^{\circ},2$; sie hat unter allen Säuren dieser Gruppe den höchsten Siedepunkt, der aber immer weit unter 300° fällt.

Zusammensetzung. Obiger Formel zufolge besteht sie aus:

Kohlenstoff	20 At.	69,767
Wasserstoff	19 „	11,046
Sauerstoff	3 „	13,954
Wasser	1 „	5,233
		<hr/>
		100,000

Atomgewicht der hyp. trocknen Säure = 2037,5; Sättigungscapacität derselben = 4,909; rationale Formel = $(C_{18} H_{19})^2 C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.

Verbindungen. Die Salze dieser Säure sind die schwerstlöslichen aller Säuren dieser Gruppe. Das Barytsalz krystallisirt in feinen fettglänzenden Nadeln, ohne Wasser, luftbeständig, löslich in kochendem Wasser und Alkohol.

Caprinsäureäther bildet eine ölige Flüssigkeit, spec. Gewicht = 0,862, unlöslich in kaltem Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether. Mit Ammoniak behandelt liefert er Capramid, $C_{20} H_{19} O_2 \cdot H_2 N$, welches in glänzenden Schuppen krystallisirt, die getrocknet Silberglanz haben; dasselbe schmilzt unter 400° , ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol.

1) *Redtenbacher*, Ann. der Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 44—57 u. Bd. 57, S. 470—474.

2) *Gerhardt*, Ann. de Ch. et de Phys. T. 24, p. 442—446.

3) *Cahours*, Compt. rend. T. 24, p. 443—445.

Rautenöl, $C_{20}H_{32}O$, das ätherische Oel der *Ruta graveolens* könnte als wasserfreies Aldehyd der Caprinsäure angesehen werden; es wird in der That auch durch Salpetersäure in Caprinsäure umgewandelt; bei weiterer Einwirkung der Säure aber in Pelargonsäure.

Darstellung. Dieselbe ergibt sich aus dem, was über die Darstellung der Caprylsäure gesagt worden ist. *Arthur Görgey*¹⁾ hat die Caprinsäure unter den Verseifungsproducten des Cocosnussöls gefunden. *Rowney*²⁾ fand diese Säure auch in einer noch nicht hinlänglich erforschten Verbindung im Fuselöl schottischer Branntweine. Dieses hinterlässt bei allmählicher Destillation einen öligen Rückstand, durch dessen Zersetzung mit kaustischem Kali die Säure gebildet und an Kali gebunden wird. Nachdem das Kalisalz durch Salzsäure zerlegt und die Säure an Baryt gebunden ist, wird das Barytsalz erst durch Umkrystallisiren gereinigt, durch kohlen-saures Natron caprinsäures dargestellt und dieses durch Schwefelsäure zerlegt.

Prüfung. Diese läuft ebenfalls darauf hinaus, nach der bei der Caprylsäure angegebenen Methode ein reines Salz darzustellen und dasselbe zu analysiren. Indessen hat *R. Wagner*³⁾ eine Methode gefunden, diese Säure auch in dem Gemenge mit andern Stoffen nachzuweisen; sie scheint nämlich immer von ihrem Aldehyd begleitet zu sein; erhitzt man nämlich ein solches mit concentrirter Schwefelsäure, so entwickelt sich beim Uebersättigen mit Kali ein intensiver Geruch nach Rautenöl.

Wagner hat auf diese Weise in der Butter, im Leberthran und anderm Fischthran, in altem Käse, in einem Stück Hering u. dergl. jenes Aldehyd nachgewiesen.

Physiologisches Verhalten.

Von diesem gilt ganz dasselbe wie von dem der Caprylsäure.

Bei der Verseifung der Butter wird zuweilen anstatt Buttersäure und Capronsäure nur eine Säure erhalten, die sogenannte *Vaccinsäure*, $C_{20}H_{32}O_5 \cdot 2HO$. Dieselbe reducirt Silbersalze, indem sie 4 At. Sauerstoff aufnehmend sich in Buttersäure und Capronsäure verwandelt ($C_{20}H_{32}O_5 + O = C_8H_{16}O_2 + C_{12}H_{16}O_3$); dieselbe Umwandlung erleidet die Vaccinsäure beim Stehen an der Luft, und so auch selbst ihr Barytsalz.

Delphinsäure und *Hircinsäure*, die früher für selbständige Säuren gehalten wurden, sind wahrscheinlich mit einzelnen Säuren dieser Gruppe identisch oder nur Gemenge derselben. *Löwig*⁴⁾ hält sie namentlich für identisch mit der *Baldriansäure*.

Feste Fettsäuren.

Diese Unterabtheilung der lipogenen Säuren unterscheidet sich im Allgemeinen von der vorhergehenden durch folgende Eigenschaften: Sie

1) *Arthur Görgey*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 310.

2) *Rowney*, ebendas. Bd. 79, S. 236—244.

3) *R. Wagner*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 46, S. 455—457.

4) *Löwig*, Chemie der organ. Verbindungen. Bd. 2, S. 504.

sind bei gewöhnlicher Temperatur fest, weiss und krystallinisch, ohne Geschmack und Geruch, machen auf Papier nicht verschwindende Fettflecke, sind leichter als Wasser, schmelzen unter 100° , lassen sich nur im luftleeren Raume unverändert überdestilliren, sind in Wasser vollkommen unlöslich, lösen sich in siedendem Alkohol und scheiden sich beim Erkalten wieder aus und zwar krystallinisch, lösen sich leicht in Aether, zersetzen sich beim Erhitzen an der Luft und lassen sich entzünden; röthen in alkoholischer Lösung Lackmus nur schwach, treiben bei gelindem Erhitzen die Kohlensäure aus deren Salzen aus, vereinigen sich mit den meisten Basen zu unlöslichen Salzen; nur ihre Alkalisalze sind in Wasser löslich; übrigens sind diese Säuren sehr geneigt, mit Basen saure Salze zu bilden.

Von den bereits oben namhaft gemachten Säuren verdienen in der Thierchemie bis jetzt nur wenige eine besondere Berücksichtigung.

Cocinsäure, $C_{26}H_{52}O$. HO, wurde von *Heintz*¹⁾ im Wallrath an Aethyl gebunden erkannt; sie krystallisirt in sternförmig gruppirten Nadeln, schmilzt bei $34^{\circ},5$, erstarrt beim Erkalten zu einer nicht krystallinischen, porzellanartigen Masse, lässt sich nur in kohlenstoffsaurem Gas unzersetzt destilliren; sie unterscheidet sich nach *Heintz* von den ihr nahestehenden Fettsäuren besonders durch die leichte Löslichkeit ihres Talkerdesalzes in kaltem Alkohol. *Heintz* erhielt diese Säure durch fractionirte Fällung der alkoholischen Lösung der aus Wallrath erhaltenen Säuren mittelst Chlorbaryum als die am schwersten mit Baryt sich abscheidende Säure. Sonst hat man sie durch Verseifen der Cocosnussbutter gewonnen.

Myristinsäure, $C_{18}H_{34}O_2$. HO, wurde ebenfalls von *Heintz* aus dem Wallrath neben der vorgenannten Säure erhalten, sie ist krystallisirbar und schmilzt bei $44^{\circ},5$. Ob die aus der Muskatbutter dargestellte Säure wirklich identisch mit dieser ist, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben.

Cetinsäure, $C_{30}H_{58}O_2$. HO, ward von *Heintz* durch fractionirte Fällung der alkoholischen Lösung der Säure des Wallraths mit Baryterde, welche Margarinsäure und Palmitinsäure abschied, und durch Neutralisation der in Lösung gebliebenen Säure mit Ammoniak und Fällung mit essigsaurer Talkerde rein erhalten, sie schmilzt bei $53^{\circ},5$ und erstarrt in concentrisch gruppirten, perlmutterglänzenden Blättchen.

Palmitinsäure, $C_{16}H_{32}O_2$. HO, wurde zuerst aus dem verseiften Palmöl erhalten, *Heintz*²⁾ hat sie jedoch auch im Menschenfett, Wallrath und Hammeltalg durch fractionirte Fällung der alkoholischen Lösung der Fettsäuren mittelst essigsaurem Bleioxyd oder essigsaurem Baryt nachgewiesen; sie verbindet sich nämlich unter den ihr beigemengten Säuren (Stearinsäure und Margarinsäure) am schwersten mit Baryt oder Bleioxyd, so dass sie also durch die zuletzt zugesetzte Portion des Blei- oder Barytsalzes präcipitirt wird. Sie krystallisirt in kleinen Krystallschuppen, schmilzt genau bei $+62^{\circ}$, erstarrt beim Erkalten nicht in Nadeln, sondern in der Form zusammengehäufter krystallinischer Schuppen. Ihre Salze gleichen denen der andern Fettsäuren.

Dumas und *Stass*³⁾, sowie *Smith*⁴⁾ hatten früher aus dem Wallrath eine Säure von der Zusammensetzung der Palmitinsäure dargestellt und diese *Cetylensäure* oder *Aethylsäure* genannt; nach *Heintz* existirt eine solche nicht, sondern ist ein Gemeng

1) *Heintz*, Ber. d. Akad. d. Wissensch. z. Berlin 1852, S. 326—332.

2) *Ders.*, ebendas. 1854, S. 484—489 u. 1852, S. 540—545.

3) *Dumas* und *Stass*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 72. p. 5—14.

4) *Smith*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 42, S. 40—54.

von Palmitinsäure mit Cocin-, Myristin- und Stearinsäure. Die Säure, welche aus dem Aethyl $C_{32} H_{64} O$ durch Behandlung mit Kali hervorgeht, ist nach *Heintz* reine Palmitinsäure. Der Wallrath ist daher nach *Heintz* nicht cetinsaures Aethyl ($C_{32} H_{64} O \cdot C_{32} H_{64} O_2$), sondern ein Gemeng folgender Aethylsalze: cocinsaures Aethyl = $C_{32} H_{64} O \cdot C_{26} H_{52} O_2$, myristinsaures Aethyl = $C_{32} H_{64} O \cdot C_{28} H_{56} O_2$, cetinsaures Aethyl = $C_{32} H_{64} O \cdot C_{30} H_{60} O_2$, palmitinsaures Aethyl = $C_{32} H_{64} O \cdot C_{32} H_{64} O_2$ und margarinsaures Aethyl = $C_{32} H_{64} O \cdot C_{34} H_{68} O_2$.

Zwar lässt sich über solche Gegenstände nur von dem ein Urtheil fällen, der selbst mit den betreffenden Objecten gearbeitet hat: indessen sprechen doch eine Menge von den gewissenhaftesten Forschern ermittelter Thatsachen und namentlich auch die neuern Forschungen *Fridau's* für die Existenz einer Cetylsäure = $C_{32} H_{64} O_2$ im Sinne von *Dumas*, so dass wir vorläufig noch weitere Untersuchungen abwarten müssen, ehe wir *Heintz's* Ansicht vollständig adoptiren können. Es folgt daher die Beschreibung der Cetylsäure, wie sie die Arbeiten *Dumas'*, *Smith's* und Andreer ergeben haben.

Cetylsäure. $C_{32} H_{64} O_2 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser auch *Aethylsäure* genannte Körper bildet farblose glänzende Nadeln, schmilzt bei 57° , erstarrt bei 55° und lässt sich unzersetzt destilliren, in Wasser ist er unlöslich.

Zusammensetzung. Diese Säure, welche der aus dem Palmöl bereiteten, nicht flüchtigen *Palmitinsäure isomer* ist, besteht nach obiger Formel aus:

Kohlenstoff	32 At.	75,000
Wasserstoff	34 „	12,109
Sauerstoff	3 „	9,375
Wasser	1 „	3,516
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 3087,5; Sättigungscapacität = 3,239. Theoretische Formel = $(C_{30} H_{60})^2 C_2 \cdot O_3$. Diese von *Dumas* und *Stass*¹⁾ entdeckte Säure ist später von *Smith*²⁾ genauer untersucht worden.

Verbindungen. Die Alkalisalze dieser Säure sind in Wasser löslich und sehr gut krystallisirbar in weissen, perlmutterglänzenden Blättern.

Eine dem Aceton analoge Verbindung, das Aethylon, $C_{62} H_{124} O_2$, hat *Piria*³⁾ durch Destillation von Aethylsäure mit einem Ueberschuss von gelöchtem Kalk dargestellt; es bildet kleine, perlmutterglänzende Blättchen, welche durch Umkrystallisiren in Alkohol leicht zu reinigen sind.

Cetylaldehyd, $C_{32} H_{62} O_2$, wird aus Cetyloxydhydrat, Schwefelsäure und doppeltchromsaurem Kali dargestellt (*Fridau*⁴⁾), krystallisirt in glänzenden Blättchen,

1) *Dumas* und *Stass*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 72, p. 5—11.

2) *Lawrence Smith*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 42, S. 40—54.

3) *Piria*, ebendas., Bd. 82, S. 249.

4) *Fridau*, ebendas., Bd. 83, S. 23.

schmilzt bei 52°, erstarrt bei 50° zu einer strahligen Masse, bräunt sich bei 160°, löslich in kochendem Alkohol und Aether; mit Ammoniak liess es sich bis jetzt noch nicht verbinden.

Darstellung. Der Wallrath, aus welchem diese Säure erhalten worden, ist ein Halidsalz, gleich andern Fetten, enthält aber neben dieser Säure nicht Lipyloxyd, sondern eine andre Halidbasis, welche ganz den Aetherarten der reinen Chemie entspricht; diese Halidbasis selbst aber wird durch Behandlung mit festen ätzenden Alkalien in Cetylsäure umgewandelt. Die im Wallrath präformirte Säure gewinnt man dadurch, dass derselbe durch Aetzkali verseift wird, zersetzt die Seife mit Salzsäure und digerirt das neu entstandene Gemeng von Cetylsäure und Aethyl (C₃₂ H₃₃ O . HO) mit Kalkmilch; durch kälten Alkohol wird dann Aethyl ausgezogen, während cetylsaure Kalk zurückbleibt; das Kochsalz wird durch Salzsäure zerlegt und die ausgeschiedene Cetylsäure durch Auflösen in Aether gereinigt.

Jene bei der Verseifung des Wallraths ausgeschiedene Halidbasis, *Aethyl* oder *Cetyloxydhydrat* genannt, verhält sich zur Cetylsäure ganz wie Alkohol zur Essigsäure und Fuselöl zur Baldriansäure; es kann daher auch aus diesem (weiter unten genauer zu beschreibenden) Körper in ähnlicher Weise die Cetylsäure dargestellt werden, nämlich dadurch, dass man in 6 Th. eines vorher geglühten Gemenges von gleichen Theilen Kalihydrat und Aetzkalk 1 Th. Aethyl auf 210° bis 220° erhitzt, wobei sich unter Wasserstoffentwicklung cetylsaures Alkali bildet (C₃₂ H₃₃ O . HO + KO + HO = 4 H + KO . C₃₂ H₃₁ O₃), welches durch Auflösen in Wasser und Aussalzen gereinigt, dann an Baryt gebunden und von diesem durch Salzsäure die Cetylsäure getrennt werden kann.

Prüfung. Wenn die Säure erst rein dargestellt ist, so hält es nicht schwer, sie von andern Säuren zu unterscheiden; ihre Krystallisirbarkeit, ihr verhältnissmässig hoher Schmelzpunkt unterscheiden sie von den flüchtigen Säuren, ihre Flüchtigkeit aber hinlänglich von den festen Fettsäuren. Hätte man dieselbe in einem Körper gefunden, in dem sie bisher noch nicht nachgewiesen ist, so würde immer die Elementaranalyse und Bestimmung der Sättigungscapacität auszuführen sein.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Diese Säure ist bis jetzt nur in einem thierischen Fette und zwar im Wallrath an Cetyloxydhydrat gebunden und im japanischen Wachs (*Meyer*) mit Lipyloxyd vereinigt gefunden worden.

Ursprung. Wäre die Margarinsäure wirklich eine der Cetylsäure und überhaupt den Säuren dieser Gruppe homologe Säure, so würde man sich deren Entstehung aus der Margarinsäure gerade so erklären können, wie wir oben angenommen haben, dass aus Metacetonsäure Essigsäure werde, da die Margarinsäure zur Cetylsäure in demselben Verhältniss wie

die Metacetonensäure zur Essigsäure steht; beide unterscheiden sich nur durch $C_2 H_2$.

Welche Bedeutung diese seltner vorkommende Säure habe an dem Orte, wo sie sich hauptsächlich abgelagert findet, lässt sich für jetzt nicht einmal errathen. *Cetyloxydhydrat* s. *Halidbasen* und *Fette*.

Margarinsäure. $C_{34} H_{33} O_3 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure hat alle oben angeführten Eigenschaften dieser Gruppe; aus heisser alkoholischer Lösung krystallisirt sie in perlmutterglänzenden Aggregaten sehr feiner Nadeln, die unter dem Mikroskope vielfach gewunden in grasartigen Büscheln und zusammengelegerten schwertförmigen Blättern oder in sternförmig vereinigten Nadeln erscheinen. Die wohlgetrocknete Säure schmilzt bei 56° ; selbst bei dem vorsichtigsten Erhitzen im Vacuo lässt sie sich nur zum Theil unverändert destilliren, immer bildet sich dabei Kohlensäure und *Margaron* ($C_{33} H_{33} O$); durch längere Behandlung mit Salpetersäure wird sie endlich in Bernsteinsäure, Korksäure, Wasser und Kohlensäure zerlegt.

Zusammensetzung. Obiger Formel gemäss besteht diese Säure aus:

Kohlenstoff	34 At.	75,556
Wasserstoff	33 „	12,222
Sauerstoff	3 „	8,889
Wasser	1 „	3,333
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 3262,5; Sättigungscapacität derselben = 3,065.

Heintz hat sehr gewichtige Gründe dafür beigebracht, dass die bei 55 bis 56° schmelzende Margarinsäure nur ein Gemeng von Palmitinsäure und Stearinsäure sei. Es gelang ihm nämlich durch Zusammenschmelzen der beiden obengenannten Säuren (4 Th. Stearinsäure und 9 bis 10 Th. Palmitinsäure) eine Substanz darzustellen, welche alle Eigenschaften der *sg.* Margarinsäure besitzt. Die nach gewöhnlichen Methoden dargestellte, reine Margarinsäure vermochte er aber durch fractionirte Präcipitation mittelst essigsäuren Baryts in Stearinsäure und Palmitinsäure zu zerlegen. Dass das Gemeng dieser beiden Säuren bei niedrigerer Temperatur schmilzt, als jede einzelne derselben, hat allerdings nichts wunderbares, da ähnliche Beobachtungen auch bei Metallgemengen gemacht werden; allein auffallend dürfte es immer bleiben, dass unter den thierischen Fetten, deren Zusammensetzung in der arithmetischen Reihe von C_{28} bis C_{36} steigt, gerade die Verbindung $C_{34} H_{33} O_3$ ausfallen sollte. Fernere Untersuchungen können erst hierüber Aufschluss geben. Denn wenn auch der niedrige Schmelzpunkt der Margarinsäure der Palmitinsäure und Stearinsäure gegenüber sehr für die Ansicht von *Heintz* zu sprechen scheint, so dürften doch Erfahrungen, wie die von *Path Duffy*¹⁾, der z. B. dem Stearin durch

1) *Path Duffy*, *Compt. rend.* T. 35, p. 284—286.

länger anhaltende Wärme 3 verschiedene Schmelzpunkte zu geben verstand (nämlich bei 66°, 2, 55° und 66°, 5) darauf hinweisen, dass wir über diese Veränderungen des Aggregatzustandes physikalisch noch nicht genügend unterrichtet sind.

Verbindungen. Mit *Alkalien* geht die Margarinsäure neutrale und saure Verbindungen ein; die sauren entstehen hauptsächlich durch Zusatz von viel Wasser zu den neutralen; mit Bleioxyd bildet sie saure, neutrale und basische Salze, welche sämmtlich in Steinöl und Terpenthinöl löslich sind; nur die beiden erstern lösen sich in Alkohol, namentlich beim Erhitzen.

Margaramid, $H_2 N \cdot C_{34} H_{72} O_2$, bildet sich, wenn Baumöl in mit Ammoniak gesättigtem Alkohol digerirt wird: feine, seidenglänzende Krystallnadeln, unlöslich in Wasser, löslicher in warmem Alkohol und Aether als in kaltem, krystallisirt daraus in glänzenden Blättern, schmilzt bei 60°, verbrennt entzündet wie Talg.

Durch Behandlung von Margarinsäure mit Bleihyperoxyd erhielt *Bromeis*¹⁾ eine sich in Körnchen ausscheidende Fettsäure, die 4 At. Sauerstoff mehr als die Margarinsäure enthielt, also $= C_{34} H_{72} O_4 \cdot HO$ zusammengesetzt war.

Darstellung. Da die Margarinsäure in jener Verbindung, die wir Margarin nennen, fast in allem Pflanzenfett (den sogenannten fetten Oelen) sowohl als in dem gewöhnlichsten thierischen Fett vorkommt, so kann sie auch aus allen diesen dargestellt werden; jedoch aus Schweinefett, Menschenfett und den Fetten des Pflanzenreichs am besten auf folgende Weise: die fraglichen Fette werden mit Kali verseift, so dass sich ein klarer Seifenschleim bildet; dieser wird durch Schwefelsäure zerlegt, wo ein Gemenge von (Stearinsäure,) Margarinsäure und Oelsäure ausgeschieden werden; diese Fettmassen werden mit Wasser ausgewaschen, dann möglichst getrocknet und zwischen Papier stark gepresst, wodurch ein grosser Theil der Oelsäure entfernt wird. Hierauf werden die festen Säuren in Alkohol umkrystallisirt. Zur Entfernung der Stearinsäure werden die aus der heissen alkoholischen Lösung zuerst sich abscheidenden Krystalle für sich gesammelt; die Margarinsäure scheidet sich immer etwas später aus; jedoch muss dieser Process zur völligen Trennung der Stearinsäure mehrmals wiederholt werden. Man gewinnt dann eine nur noch mit etwas Oelsäure verunreinigte Margarinsäure; um letztere von ersterer zu befreien, sättigt man die Säuren mit Alkali und fällt dann mit essigsaurem Bleioxyd; da ölsaures Bleioxyd in kochendem Aether löslich ist, margarinsaures Bleioxyd aber nicht, so ist hierin eine leichte Trennungsweise beider Salze gegeben; das margarinsaure Bleioxyd lässt sich dann durch kohlen-saures Alkali zersetzen, das Alkalisalz aber durch eine stärkere Säure; die ausgeschiedene Margarinsäure kann dann noch durch Lösen in heissem Alkohol gereinigt werden, wobei jedoch erst nach dem Verfahren von *Heintz* eine vollkommen reine, einen bestimmten Schmelzpunkt zeigende Substanz erhalten werden kann.

Prüfung. Aus den Eigenschaften sowohl als aus der Darstellung

1) *Bromeis*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42, S. 56.

dieser Säure ersehen wir, dass dieselbe von andern ähnlichen Säuren nur unterschieden werden kann, wenn sie vollkommen frei von andern Säuren ist, wo ihr Schmelzpunkt einigen Aufschluss geben kann; selbst dann aber wird nur die Elementaranalyse einen sichern Entscheid liefern. Bei der Untersuchung geringerer Mengen, wo an eine Trennung oder gar an eine Analyse nicht zu denken ist, muss man sich lediglich auf die mikroskopische Untersuchung stützen, die hier jedoch keineswegs so unsichere Resultate giebt, als man gemeiniglich anzunehmen geneigt ist.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Es ist bereits bemerkt worden, dass die Margarinsäure den Hauptbestandtheil der meisten thierischen Fette ausmache, allein diese Säure ist hier gewöhnlich an jene hypothetische Halidbasis, das *Lipyl oxyd*, gebunden, welches bei seiner Trennung von dieser und ähnlichen Säuren in das bekannte Glycerin übergeht. Von dem Margarinsäure selbst wird erst später die Rede sein; daher wir auch hier über die physiologische Function der Margarinsäure und ihres organischen Salzes schweigen werden. Allein die Margarinsäure findet sich auch theils frei, theils an Alkalien gebunden in den meisten thierischen Säften, ausser im Harn; in sauren Flüssigkeiten pflegt sie frei, in alkalischen natürlich gebunden vorzukommen; sie ist überall von Oelsäure oder deren Salzen begleitet. Dass sie im Speichel, im Blute, in Exsudaten aller Art, im Eiter und in der Galle vorkomme, diess zu beweisen bedarf es keiner Anführung von Auctoritäten, da sie in diesen Flüssigkeiten sehr leicht nachgewiesen werden kann; auch werden wir bei der Betrachtung dieser Flüssigkeiten selbst wieder hierauf zurückkommen. Wir bemerken hier nur noch, dass sie auch in den festen Excrementen selbst nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel entdeckt werden kann, dass sie aber in grösserer Menge in den durch Abführmittel oder Mineralwässer bewirkten Stuhlgängen gefunden wird. Wie erwähnt, muss hier immer das Mikroskop in Gebrauch gezogen werden, durch welches wir übrigens oft ohne alle chemische Behandlung freie Margarinsäure in sauren pathologischen Flüssigkeiten zu erkennen im Stande sind; so z. B. bilden sich in saurem Eiter, sei derselbe sogenannten kalten Abscessen entlehnt, oder unter der gehörigen Vorsicht künstlich in saure Gährung versetzt worden, die schönsten Margarinsäurekrystalle, wie man sie sonst künstlich kaum herzustellen vermag (*F. T. 11 F. 5*).

Ueber den *Ursprung* der Margarinsäure im thierischen Organismus so wie über deren *Stellung* bei der thierischen Stoffmetamorphose müssen wir die Verhandlung aufschieben, bis wir die Fettbildung im Thierkörper und die physiologische Dignität der Fette selbst in Betrachtung ziehen werden.

Stearinsäure. $C_{36} H_{72} O_2 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure, auch *Talgsture* genannt, krystallisiert in weissen, glänzenden Nadeln oder Blättchen, die sich unter dem Mikroskop als sehr langgezogene rautenförmige Blätter zeigen, deren stumpfe Winkel aber so abgerundet sind, wie bei den mikroskopischen wetzsteinförmigen Harnsäurekrystallen; nur sind diese Krystalle viel länger und haben einen weit geringern Querdurchmesser als die ähnlichen Krystalle der Harnsäure; solche Krystalle legen sich oft an einer Stelle mit dem einen spitzen Winkel zusammen und bilden so unter dem Mikroskop wirtelförmige Drusen. Diese Säure schmilzt nach *Heintz*¹⁾ bei $69^{\circ},2$, nach *Redtenbacher* erst bei 75° und erstarrt bei 70° wieder. Der trocknen Destillation unterworfen, liefert sie Margarinsäurehydrat, Margaron und einen öligen Kohlenwasserstoff; durch längere Digestion mit Salpetersäure oder mit Chromsäure wird sie vollständig in Margarinsäure umgewandelt. In der Kälte zerlegt die Stearinsäure die kohlen sauren Alkalien zur Hälfte, in der Wärme aber vollständig.

Zusammensetzung. Obiger von *Heintz* aufgestellten Formel zufolge besteht die Stearinsäure aus:

Kohlenstoff	36 At.	76,057
Wasserstoff	35 „	12,324
Sauerstoff	3 „	8,450
Wasser	1 „	3,169
		100,000

Atomgewicht der hyp. trocknen Säure = 3437,5; Sättigungscapazität = 2,909.

Bisher nahm man nach *Bromeis'* und *Redtenbacher's* Analysen die Zusammensetzung der Stearinsäure = $C_{36} H_{66} O_2 \cdot 2 HO$ an: allein nach den Erfahrungen von *Heintz* gewinnt die Ansicht einigen Halt, dass sie ein Homologon der übrigen Fettsäuren sei und ihr die oben angegebene Formel zukomme. *Laurent* und *Gerhardt*²⁾ halten endlich die Stearinsäure für vollkommen isomer mit der Margarinsäure, also = $C_{34} H_{64} O_2$.

Verbindungen. Die neutralen stearinsäuren Alkalien (welche 4 At. fixer Basis enthalten) lösen sich in 10 bis 20 Th. Wasser unverändert auf; durch sehr viel Wasser werden sie aber so zerlegt, dass ein saures Salz sich abscheidet und die Flüssigkeit sehr stark alkalisch wird; die alkoholische Lösung der sauren Alkalisalze röthet Lackmus, wird zu dieser Lösung aber Wasser gesetzt, so wird das rothe Lackmus wieder blau. Die Verbindungen der Stearinsäure mit allen andern Basen sind in Wasser unlöslich. *Stearinsäures Lipyl oxyd* oder *Glycerin* vergl. *Stearin*.

1) *Heintz*, Ber. d. Ak. d. Wiss. zu Berlin. 1852, S. 542.

2) *Laurent* und *Gerhardt*, Compt. rend. 1849, p. 337.

Darstellung. Da diese Säure in Pflanzenfetten gar nicht vorkommt, in den meisten thierischen Fetten aber nur in geringer Menge, ausser im Hammeltalge, so bedient man sich zu ihrer Darstellung am besten des letzteren Fetts; man erhält sie, wie schon bei der Margarinsäure angedeutet, wenn man die durch Schwefelsäure aus der Seife ausgeschiedenen Fettsäuren mit Alkohol von 0,83 spec. Gewichte auskocht; dieser lässt dann ziemlich margarinsäurefreie Talgsäure zurück; durch wiederholtes Auflösen in absolutem Alkohol wird sie gereinigt, bis eine Masse erhalten wird, welche den angegebenen Schmelzpunkt dieser Säure besitzt. Auch folgende Methode wird zu ihrer Darstellung sehr empfohlen: die Hammeltalgseife wird in 6 Th. warmen Wassers gelöst und dann in eine grosse Menge kalten Wassers gegossen; es scheidet sich nun allmählich eine perlmutterglänzende Masse ab, die aus doppelt stearinsäurem und doppelt margarinsäurem Kali besteht; diese wird in der 20fachen Menge heissen Alkohols gelöst, aus dem sich beim Erkalten nur das stearinsäure Salz absetzt; dieses wird durch Salzsäure zerlegt und von dieser die freie Säure durch Umschmelzen in Wasser befreit. Nach *Heintz* reinigt man sie noch, indem man ihre alkoholische Lösung einer fractionirten Fällung mit essigsaurer Talkerde unterwirft, wobei die zuerst niederfallenden Portionen des Talkerdesalzes die reine Stearinsäure enthalten.

Prüfung. Der Elementaranalyse wird man sich zur Prüfung der Gegenwart von Stearinsäure nur bedienen können, wenn so grosse Mengen von Fett vorhanden sind, dass die oben erwähnte Scheidung der Stearinsäure und Margarinsäure geschehen kann, eine Scheidung, die leider nur mit sehr grossen Massen zu ermöglichen ist; ausführbar dürfte also diese sonst sicherste Methode nur dann sein, wenn man über den Gehalt eines Thierfetts an Stearin überhaupt sich unterrichten will. Bei kleinern Mengen muss man sich mit der mikroskopischen Untersuchung der aus heissen alkoholischen Lösungen ausgeschiedenen Fettsäuren begnügen. Um für die ungefähren Verhältnisse eines Gemengs von Margarinsäure und Stearinsäure einen Maassstab zu erhalten, hat *Gottlieb*¹⁾ den Schmelzpunkt von verschiedenen Gemengen beider Säuren bestimmt; seine Resultate sind folgende:

	Talgsäure	Margarinsäure	Schmelzpunkt
1)	30 Theile auf	40 Theile	65°,5
2)	25 „ „	40 „	65°
3)	20 „ „	40 „	64°
4)	15 „ „	40 „	64°
5)	10 „ „	40 „	58°
6)	10 „ „	15 „	57°
7)	10 „ „	20 „	56°,5
8)	10 „ „	25 „	56°,3
9)	10 „ „	30 „	56°

1) *Gottlieb*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 35.

Reine Margarinsäure und reine Talgsäure sind im geschmolzenen und nachher erstarrten Zustande ganz krystallinisch, die Stearinsäure bildet dann mehr kleine verworrene, die Margarinsäure mehr grosse, nadelförmige Krystalle; die Gemenge beider Säuren sind in diesem Zustande weit weniger krystallinisch, und mehr porcellanartig undurchsichtig und spröde.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Gleich der Margarinsäure kommt die Stearinsäure in den meisten thierischen Fetten vor, jedoch immer in geringern Mengen, als erstgenannte Säure. Im Zellgewebsfett ist sie ganz so wie jene Säure an Glycerin gebunden, kommt frei nur in Gemeinschaft mit der Margarinsäure vor, wird aber da viel seltner, als freie Margarinsäure und in viel geringerer Menge gefunden. In Pflanzenfetten ist sie bis jetzt nur selten mit Sicherheit nachgewiesen worden (*Redtenbacher*).

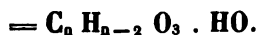
Cerotinsäure. $C_{54} H_{98} O_3 + HO$.

Wird der kochende Auszug von Bienenwachs mit einer alkoholischen Bleizuckerlösung gefällt, und das Bleisalz zerlegt, so erhält man diese Säure, welche im reinen Zustande krystallinisch, weiss, spröde ist und bei 80° schmilzt; in reinem Zustande ist sie unzersetzt destillirbar.

Melissinsäure. $C_{60} H_{99} O_3 \cdot HO$.

Diese Säure wird durch Behandlung des aus der Verseifung des Myricins (einer im Wachs enthaltenen Substanz) hervorgegangenen Melissins mit Kalk oder Kali in der Hitze erhalten. Sie ist der Cerotinsäure sehr ähnlich, schmilzt aber erst bei 88 bis 89° .

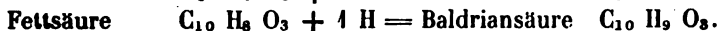
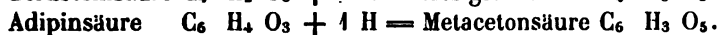
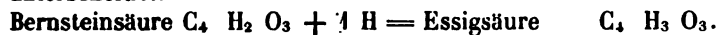
Bernsteinsäuregruppe.



Die sauren Körper dieser Gruppe sind für die Zoochemie nur insofern von Interesse, als sie, gleich vielen Säuren der vorigen Gruppe, Zersetzungsproducte sehr gewöhnlicher thierischer Stoffe und zwar insbesondere der Fette auftreten. Auch diese Säuren lassen sich als gepaarte Oxalsäuren betrachten, die aber an einen der dem ölbildenden Gase polymeren Kohlenwasserstoffe gebunden sind; wenigstens lassen sich für diese Hypothese fast dieselben Gründe geltend machen, die von *Kolbe* für die theoretische Zusammensetzung der Säuren voriger Gruppe hervorgehoben worden sind. Diese Säuren sind aber mit ihren empirischen und hypothetischen Formeln folgende:

Bernsteinsäure	$C_4 H_2 O_3 \cdot HO = (C_2 H_2)^2 C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.
Lipinsäure od. Brenzweinsäure	$C_5 H_3 O_3 \cdot HO = (C_3 H_3)^2 C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.
Adipinsäure	$C_6 H_4 O_3 \cdot HO = (C_4 H_4)^2 C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.
Pimelinsäure	$C_7 H_5 O_3 \cdot HO = (C_5 H_5)^2 C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.
Korksäure	$C_8 H_6 O_3 \cdot HO = (C_6 H_6)^2 C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.
Fettsäure	$C_{10} H_8 O_3 \cdot HO = (C_8 H_8)^2 C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.

Bemerkenswerth ist übrigens, dass die Säuren dieser Gruppe, welche gerade Zahlen von Kohlenstoffatomen enthalten, eine den Säuren der vorigen Gruppe sehr analoge Reihe bilden, in der die Säure der einen Reihe sich von der entsprechenden der andern nur durch ein Aequivalent Wasserstoff unterscheidet.



Dazu kommt noch, dass die Säuren dieser Gruppe sich ebenfalls durch Oxydation der Oelsäure mittelst Salpetersäure bilden können, gerade wie die der vorhergehenden.

Diese Säuren haben das Gemeinsame, dass sie leicht und gut krystallisirbar sind, erst über 100° bis 200° schmelzen und sich bei höherer Temperatur unter Entwicklung eines erstickenden Dampfes in Nadeln sublimiren; übrigens sind sie bei gewöhnlicher Temperatur geruchlos, von saurem Geschmack, in Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich, von saurer Reaction; durch kochende Salpetersäure wird keine derselben zersetzt ausser Fettsäure; mit Kalihydrat geschmolzen liefern sie neben flüchtigen Producten Oxalsäure. Wie bei der vorigen Gruppe steht die Löslichkeit der Salze ziemlich im umgekehrten Verhältnisse zur Höhe des Atomgewichts der Säure.

Da diese Säuren für die thierische Chemie nur als Zersetzungsproducte von einigem Belang sind, sonst aber nur der reinen Chemie angehören: so werden wir nur zwei der wichtigsten, nämlich *Bernsteinsäure* und *Fettsäure*, in Betracht ziehen.

Bernsteinsäure. $C_4 H_2 O_3 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Völlig wasserfrei wird sie in sehr feinen Nadeln erhalten, welche bei 145° schmelzen und bei 250° sieden; mit einem At. Wasser (obiger Formel entsprechend) krystallisirt sie in schiefen, rechtwinkligen Prismen (*F. T. 1. F. 4.*), welche bei 180° schmelzen und sich bei 235° in Nadeln oder Blättchen sublimiren; letztere enthalten noch $\frac{1}{2}$ At. Wasser, schmelzen bei 160° . Im übrigen hat sie die dieser Gruppe gemeinschaftlichen Charactere.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	4 At.	40,678
Wasserstoff	2 „	3,390
Sauerstoff	3 „	40,678
Wasser	1 „	18,254
		100,000

Atomgewicht der wasserfreien Säure = 625,0; Sättigungscapacität derselben = 16,000. Rationelle Formel = $(C_2 H_2)^2 C_2 \cdot O_3 \cdot HO$.

Verbindungen. Mit Alkalien bildet diese Säure theils neutrale, theils saure, lösliche und krystallisirbare Salze, mit Erden nur neutrale und mit den Oxyden der schweren Metalle theils neutrale, theils basische Salze, die theils löslich, theils unlöslich sind.

Succinamid, $H_2 N \cdot C_4 H_2 O_2$, entsteht durch Einwirkung von Ammoniak auf bernsteinsaures Aethyloxyd; weisse, körnige, in kaltem Wasser unlösliche Krystalle, wird wie alle Amide durch Alkalien oder stärkere Säuren in die entsprechende Säure und Ammoniak zerlegt.

Bisuccinamid, **Succinimid**, $C_8 H_5 N O_4$, entsteht, wenn man Succinamid der trocknen Destillation unterwirft oder wasserfreie Bernsteinsäure mit trockenem Ammoniakgas zusammenbringt; ein weisser, krystallisirbarer, schmelzbarer, löslicher Körper, welcher durch Kochen mit Kalilauge unter Aufnahme von 2 At. Wasser in Ammoniak und Bernsteinsäure zerfällt ($H N \cdot C_8 H_4 O_4 + 2 HO = H_2 N + C_8 H_4 O_6$).

Darstellung. Diese Säure ist, wie ihr Name zeigt, zuerst (und zwar schon im 16. Jahrhunderte) durch trockne Destillation des Bernsteins erhalten worden; man hat sie aber auch in einigen Terpenthinsorten, so wie in einigen Pflanzen präformirt gefunden. Indessen erscheint sie weit häufiger als Zersetzungsproduct, und zwar nicht bloß durch Zerstörung der Fette: Wachs, Stearinsäure, Wallrath, Margarinsäure, Buttersäure und dergl., sondern auch bei manchen Gährungsarten; so verwandelt sich z. B. der äpfelsaure Kalk in Berührung mit stickstoffhaltigen Körpern, namentlich altem Käse, faulendem Legumin u. s. w., allmählich vollkommen in bernsteinsäuren Kalk ($Ca O \cdot C_4 H_2 O_4 - O = Ca O \cdot C_4 H_2 O_3$). Gleich dem äpfelsauren Kalk verhält sich maleinsaurer, fumar-saurer, aconitsaurer und asparaginsaurer Kalk und Kali (nicht aber citronsaurer, *Dessaigne*¹). Bernsteinsäure wird nach *C. Schmidt*²) in grösserer oder geringerer Menge in allen gegohrnen Flüssigkeiten gefunden, und es ist möglich, dass sie sich aus dem Traubenzucker neben Mannit bildet ($C_{12} H_{12} O_{12} = C_8 H_9 O_8 + C_4 H_2 O_3 \cdot HO$ *Liebig*³). Dargestellt wird diese Säure gewöhnlich durch Destillation von Bernsteingrus, dem etwas Schwefelsäure zugesetzt ist; das Sublimat wird durch Kochen mit Salpetersäure gereinigt.

Prüfung. Da auch diese Säure keine sehr charakteristischen Reactionen gegen andre Körper zeigt, so muss sie zu ihrer Erkennung, gleich andern Säuren, rein dargestellt und analysirt werden.

Physiologisches Verhalten:

Die Bernsteinsäure ist bis jetzt nur von *Heintz*⁴) im thierischen Organismus und zwar in dem flüssigen Inhalte von Hydatiden gefunden

1) *Dessaigne*, *Compt. rend.* T. 34, p. 432—434.

2) *C. Schmidt*, *Handwörterb. d. Chem.*, v. *Liebig*, *Wöhler*, *Poggendorff*. Bd. 3, S. 224.

3) *Liebig*, ebendasselbst.

4) *Heintz*, *Poggend. Ann.* Bd. 80, S. 444—424.

worden. Sie mag wohl noch öfter vorkommen, ist aber nur nicht gesucht worden.

Fettsäure. $C_{10} H_8 O_3 \cdot HO$.

Eigenschaften. Diese Säure, welche auch *Brenzölssäure*, *Ac. scabacicum*, genannt wurde, ist in ihrem Aeussern der Benzoësäure sehr ähnlich, bildet weisse, perlmutterglänzende, nadelförmige, in lockeren Haufen zusammengruppirte Krystalle, die jedoch unter dem Mikroskop leicht von der Benzoësäure unterschieden werden können (*F. T. 4 F. 5*); sie bildet nämlich hier entweder wirtelförmige Drusen, ähnlich der Margarinsäure, oder grosse von einem Centrum ausgehende und sich in verschiedenen Winkeln durchschneidende Blätter, die am Ende spitz zulaufer, ohne jedoch einen messbaren Abstumpfungswinkel zu bilden; sie gleichen noch am meisten den bestausgebildeten Margarinsäurekrystallen in ihrer Zusammengruppirung, die einzelnen Krystallblättchen sind aber bei weitem grösser; sie schmilzt bei 127° , ohne ihr basisches Wasser zu verlieren, zu einem farblosen, beim Erkalten krystallinisch erstarrenden Oel, sublimirt sich bei höherer Temperatur unzersetzt, in kaltem Wasser ist sie wenig, in heissem aber, so wie in Alkohol und Aether leicht löslich, schmeckt mehr stechend als sauer, röthet Lackmus. Durch anhaltendes Kochen mit Salpetersäure von 1,4 spec. Gewichte wird sie allmählich (nach 6 bis 8 Tagen) in *Brenzweinsäure* verwandelt. *C. Schlieper*¹⁾.

Zusammensetzung: Obiger Formel nach besteht sie aus

Kohlenstoff	10 At.	59,406
Wasserstoff	8 „	7,924
Sauerstoff	3 „	23,762
Wasser	1 „	8,911
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 1150; Sättigungscapacität derselben = 8,696; rat. Formel: $C_6 H_6 \cdot C_2 O_3 \cdot HO$.

Verbindungen. Ihre Salze sind denen der Benzoësäure sehr ähnlich, die alkalischen leicht löslich, die der Erden schwer, die der Oxyde schwerer Metalle unlöslich.

Brenzweinsäure, $C_8 H_6 O_3 \cdot HO$, entsteht aus der Fettsäure durch Salpetersäure, indem 4 At. Fettsäure 5 At. Sauerstoff aufnimmt, denn $C_{10} H_8 O_3 + 5 O = 2 (C_8 H_6 O_3 \cdot HO)$; ist krystallisirbar, weiss, luftbeständig, schmilzt etwas über 100° und sublimirt sich bei höherer Temperatur unter Entwicklung eines weissen erstickenden Dampfes, schmeckt stark sauer, löst sich leicht in Wasser, Alkohol und Aether, in Schwefelsäure ohne Schwärzung, treibt die Kohlensäure aus ihren Salzen aus; die meisten ihrer Salze sind in Wasser und Weingeist löslich; mit neutralem essigsaurem Bleioxyd giebt sie keinen Niederschlag, wohl aber mit basischem, mit salpetersaurem Silberoxyd einen weissen gallertartigen, der beim Trocknen bräun-

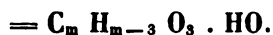
1) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 70, S. 424—429.

lich weisse, durchscheinende Stücke bildet. Diese Säure ist der oben S. 76 angeführten, von *Laurent* und *Bromeis* untersuchten *Lipinsäure* isomer oder vielmehr mit dieser identisch, gehört also derselben Säuregruppe an, wie die Fettsäure.

Darstellung. Diese Säure bildet sich bei der trocknen Destillation der Oelsäure und zwar nur aus dieser und keinem andern Fette, so dass man den Elaingehalt eines Fettes aus der Gegenwart der Fettsäure zu erkennen und zu beurtheilen pflegt. Zu ihrer Darstellung wird das Destillat so lange mit Wasser ausgekocht, als sich noch Krystalle beim Erkalten daraus absetzen; durch wiederholtes Umkrystallisiren wird die Säure gereinigt.

Prüfung. In jenem Destillate kommt kaum eine andre Säure vor, die mit der Fettsäure verwechselt werden könnte. Von der ihr so ähnlichen Benzoësäure kann sie aber dadurch unterschieden werden, dass ihre heisse wässrige Lösung Silberoxyd und Quecksilberoxydulsalze fällt (was Benzoësäure nicht thut), ferner dadurch, dass die sublimirte Säure weit schwieriger krystallisirt, dann durch die Form ihrer aus wässriger Lösung erhaltenen Krystalle (nach der mikroskopischen Untersuchung) und endlich dadurch, dass sie durch Salpetersäure in Lipinsäure zersetzt wird.

Oelige Fettsäuren.



Diese Gruppe von Körpern enthält weit weniger Glieder, als die vorhergehende; wir kennen bis jetzt nur die folgenden öligen Fettsäuren:

Oelsäure . . . , $C_{36} H_{33} O_3 \cdot HO.$

Senföl- oder Erucasäure $C_{44} H_{41} O_3 \cdot HO.$

Döglingsäure $C_{38} H_{35} O_3 \cdot HO.$

An die letzte Säure schliesst sich noch die *Ricinusölssäure*, die auf dieselbe Gruppe von Kohlenstoff und Wasserstoff 5 At. Sauerstoff enthält, nämlich $C_{36} H_{35} O_5 \cdot HO$, also sich zu jener verhält, wie Salicylsäure zu Benzoësäure u. a. m.

So unähnlich im Ganzen die Zusammensetzung der öligen und der festen Fettsäuren ist, so ähnlich sind diese Säuren doch in den meisten ihrer physikalischen und selbst in vielen ihrer chemischen Eigenschaften.

Ob die *Damalursäure*, $C_{14} H_{11} O_3 \cdot HO$, die *Damolensäure*, $C_{26} H_{23} O_3 \cdot HO$, sowie die einander isomeren Säuren, *Camphersäure* und *Angelicasäure* $= C_{10} H_7 O_3 \cdot HO$ u. dergl. m. hierher gehören, da sie der generellen Formel $C_m H_{m-3} O_3 \cdot HO$ gemäss constituirt sind, lässt sich für jetzt nicht entscheiden, denn dieselben sind noch zu wenig gekannt.

Oelsäure. $C_{36} H_{72} O_2 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure, die auch *Elainsäure* genannt wird, ist im völlig reinen Zustande über $+ 14^\circ$ von öliger Consistenz, wasserhell, ohne Farbe, Geruch, Geschmack und ohne Reaction auf Lackmus; bei $+ 4^\circ$ bildet sie eine weisse krystallinische Masse, die im Moment ihres Festwerdens sich stark zusammenzieht und den noch öligen Theil auspresst; sie ist dann sehr hart und luftbeständig; aus alkoholischer Lösung krystallisirt sie bei starkem Abkühlen in langen Nadeln. Im flüssigen Zustande, d. h. als Oel wird sie jedoch unter Sauerstoffabsorption bald verändert. In der Hitze wird sie zersetzt, und liefert bei der trocknen Destillation, ausser Kohle, Kohlensäure und Kohlenwasserstoffverbindungen, Caprin- und Caprylsäure, besonders aber die oben beschriebene *Fettsäure*. Wird Oelsäure endlich mit salpetriger Säure behandelt, so erstarrt die ganze Masse zu Elaidinsäure. Bei anhaltender Behandlung mit Salpetersäure liefert die Oelsäure (nach *Laurent*¹⁾ und *Bromeis*²⁾ die Säuren der Bernsteinsäuregruppe ($C_n H_{n-2} O_2 \cdot HO$), nämlich Korksäure, Adipinsäure, Pimelinsäure, Lipinsäure und ausser diesen Oenanthsäure, aber keine Oxalsäure. Mit rauchender Salpetersäure erhielt dagegen *Redtenbacher*³⁾ daraus fast alle Säuren der ersten Gruppe ($C_n H_{n-1} O_2 \cdot HO$).

In den öligen Producten der trocknen Destillation der Oelsäure fand *Schneider*⁴⁾ das Verhältniss der Kohlenstoffatome zu den Wasserstoffatomen = 6 : 5 und durch Behandlung derselben mit concentrirter Salpetersäure erhielt er dieselben flüchtigen Säuren, die *Redtenbacher* nach unmittelbarer Einwirkung der Salpetersäure auf Oelsäure gewonnen hatte.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht diese Säure aus :

Kohlenstoff	36 At.	76,596
Wasserstoff	33 „	11,702
Sauerstoff	3 „	8,511
Wasser	4 „	3,191
		400,000

Sättigungscapacität = 2,930.

Verbindungen. Die ölsauren Salze sind weich, schmierig, nicht krystallisirbar; wie alle Fettsäuren ist auch die Oelsäure sehr geneigt, mit Basen saure sowohl als basische Salze zu bilden. Das neutrale *ölsäure Bleioxyd* ist ein weisses Pulver, welches bei 80° zu einer gelben Flüssigkeit schmilzt, und sich durch seine *Löslichkeit in kochendem Aether* von den Bleisalzen aller festen Fettsäuren auszeichnet.

1) *Laurent*, Ann. d. Chim. et de Phys. T. 66. p. 154—204.

2) *Bromeis*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 35, S. 86—103.

3) *Redtenbacher*, ebendas. Bd. 59, S. 41—57.

4) *Schneider*, ebendas. Bd. 70, S. 107—124.

Lehmann phys. Chemie. I.

Umwandlungsproducte. *Gottlieb* ¹⁾, der zuerst reine Oelsäure dargestellt und für sie aus seinen Analysen die obige Formel deducirt hat, giebt an, dass die Oelsäure bei gewöhnlicher Temperatur unter Luftzutritt ungefähr ihr 20faches Volumen Sauerstoff absorbire, *ohne Kohlensture zu entwickeln*; die dadurch entstandene, dickflüssige Säure, die nun Lackmus röthet, enthält 1 At. Sauerstoff mehr und 1 At. Wasserstoff weniger, als die reine Oelsäure = $C_{36} H_{52} O_4 \cdot HO$. Bei der trocknen Destillation giebt diese Säure keine *Fettsäure*; daher man auch findet, dass eine nicht ganz reine, d. h. durch Sauerstoffzutritt schon veränderte Oelsäure oft nur sehr wenig *Fettsäure* liefert, wogegen die Mengen der entwickelten Capron- und Caprylsäure sich gleich bleiben.

Wird aber die Oelsäure bei höherer Temperatur der Einwirkung des Sauerstoffs ausgesetzt, so nimmt sie in kurzer Zeit einen ranzigen Geruch an, wird gelblich und leichter schmelzbar, erstarrt in der Kälte nicht mehr vollständig, und ihre Zusammensetzung entspricht der Formel $C_{34} H_{53} O_5$, ist also gleich einer noch höheren Oxydationsstufe des Margarinsäureradicals, als die S. 72 erwähnte von *Bromeis* dargestellte.

Elaidinsäure ist nach *Gottlieb* völlig isomer der reinen Oelsäure, also = $C_{36} H_{52} O_2 \cdot HO$; entsteht, wie oben erwähnt, durch salpetrige Säure, ohne dass dabei eine Gasentwicklung eintritt, krystallisirt aus alkoholischer Lösung nicht in Nadeln wie die Oelsäure sondern in grossen Blättern, schmilzt bei 45°, lässt sich zum Theil unzersetzt destilliren, löst sich leicht in Aether und Alkohol, röthet Lackmus stark. Bei der trocknen Destillation giebt die Elaidinsäure keine Capryl- und Caprinsäure, wodurch sie sich wesentlich von der Oelsäure unterscheidet. Im flüssigen Zustande zieht diese Säure, wiewohl langsamer als Oelsäure, Sauerstoff aus der Luft an und verwandelt sich nach *Gottlieb* in eine höhere Oxydationsstufe desselben Radicals, welches wir in der Oelsäure oder Elaidinsäure annehmen können, nämlich in $(C_{36} H_{51}) O_3$. Wie eigentlich die Metamorphose der Oelsäure in Elaidinsäure vor sich gehe oder worauf sie beruhe, ist bis jetzt nicht zu eruiiren gewesen.

Darstellung. Auch diese Säure entsteht meist erst bei der Verseifung der vegetabilischen und animalischen Fette; aus den gebildeten Seifen wird das ölsäure Kali mit kaltem absolutem Alkohol ausgezogen, die wässrige Lösung des ölsäuren Kalis wird dann mit essigsäurem Bleioxyd gefällt, und aus dem getrockneten Niederschlage das ölsäure Bleioxyd (frei von margarinsäurem) durch kochenden Aether ausgezogen; zersetzt man nun das von Aether befreite Bleisalz mit kohlen-säurem Natron und das gebildete Natronsalz mit Schwefelsäure, so erhält man eine noch braun gefärbte, mit Oxydationsproducten gemengte Oelsäure. Um diese vollkommen zu reinigen, muss sie nach *Gottlieb* mit überschüssigem Ammoniak versetzt und durch Chlorbarium gefällt werden; das Barytsalz wird dann wiederholt in mässig concentrirtem siedendem Alkohol umkrystallisirt, bis es ein blendend weisses, lockeres Pulver bildet, welches durch Weinsäure zerlegt und mit Wasser abgewaschen wird. Schneller kann man die Oelsäure auch dadurch rein erhalten, dass man sie auf 6°

1) *Gottlieb*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 37—67.

bis 7° erstarren lässt und stark auspresst; da die erwähnten Oxydationsproducte der Oelsäure flüssig bleiben, so dringen diese in das Papier und lassen die Oelsäure rein zurück. Uebrigens darf die Oelsäure nur in einem Strome von Kohlensäuregas entwässert und überhaupt nur bei einer Temperatur unter + 10° behandelt werden, weil sie ausserdem sich sehr schnell umwandelt.

Prüfung. Soll ein Fett oder ein Gemeng von Fettsäuren genau auf Oelsäure geprüft werden, so muss die Oelsäure zunächst nach einer der angegebenen Methoden frei und wenigstens ziemlich rein dargestellt werden, wobei hauptsächlich die Löslichkeit des Bleisalzes in heissem Aether zu berücksichtigen ist. Ausserdem characterisirt sich die Oelsäure besonders dadurch, dass sie bei der trocknen Destillation *Fettsäure* giebt, was weder eine andere ölige noch eine feste Fettsäure thut; man kann daher schon in gemengtem, gewöhnlichem Fett die Gegenwart der Oelsäure aus der bei der trocknen Destillation gebildeten *Fettsäure* schliessen; diese zeichnet sich übrigens durch ihre Krystallisirbarkeit von den gleichzeitig gebildeten Säuren, der Caprin- und Caprylsäure, aus, und kann durch Bildung und Krystallisation der Barytsalze leicht von diesen getrennt und unterschieden werden.

*Heintz*¹⁾ hat aus dem Menschenfett noch eine andre Oelsäure dargestellt, welche mehr Baryt sättigt, als die von *Gottlieb* analysirte, nämlich 22,7% des Barytsalzes.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Oelsäure findet sich an Alkalien gebunden in dem Blute und der Galle, in geringerer Menge auch in den meisten andern thierischen Flüssigkeiten, ausser im Harn; als Halidsalz aber mit Lipyloxid verbunden in dem Zellgewehsfett, so wie überall, wo freies Fett im Thierkörper vorkommt.

Nutzen. Da die Pflanzenfette meistens weit reicher an ölsaurem Lipyloxid (Elain) sind, als die Thierfette, so könnte man hierin einen Grund für die Ansicht finden, dass die Oelsäure im Thierkörper zum Theil dazu benutzt würde, um die festern Fette, nämlich Margarin- und Stearinsäure zu bilden, was nach dem oben angeführten Verhalten der Oelsäure zur atmosphärischen Luft und deren Umwandlung in eine Säure mit dem Radical der Margarinsäure gerade nicht verwerflich erscheint; allein dennoch dürfte es wahrscheinlicher sein, dass im thierischen Fett nur deshalb mehr margarin- als ölsaures Lipyloxid gefunden wird, weil die Oelsäure oder das ölsaure Salz schneller consumirt wird, als die Margarinsäure. Indessen müssen wir uns hier wie an so vielen andern Stellen der physiologischen Chemie lieber bescheiden, gar keine Conjecturen aufzustellen, als auf irgend eine Erfahrung hin in's Blaue hinein zu phantasiren. Im Allgemeinen wird aber die Function der Oelsäure im

1) *Heintz*, Ber. der Akad. d. Wiss. z. Berlin. 1854, S. 488.

Thierkörper mit der der übrigen Fettsäuren coincidiren; daher über diese später.

Ursprung. Die Frage, ob der Thierkörper die Fähigkeit besitze, Oelsäure zu erzeugen, wird erst später bei den Fetten selbst in Betracht gezogen werden.

Döglingsäure. $C_{38} H_{76} O_3 \cdot HO$.

Diese Säure, welche von *Scharling*¹⁾ in dem Thrane von *Balaena rostrata* entdeckt worden ist, wird aus dem durch Aether erhaltenen Beisalz ganz nach *Gottlieb's* Methode, die Oelsäure zu reinigen, gewonnen. Sie ist bei $+ 16^\circ$ vollkommen flüssig, erstarrt einige Grade über 0° , ist gelb und röthet Lackmus; *Fettsäure* giebt sie bei der trocknen Destillation *nicht*. Diese Säure ist übrigens im Döglingthran nicht an Lipyloxyd gebunden (wenigstens liefert jener kein Glycerin bei der Verseifung), sondern wahrscheinlich an einen den ätherartigen Halidbasen ähnlichen Körper, das *Döglingoxyd*, $C_{24} H_{48} O$, dessen Existenz und Zusammensetzung jedoch *Scharling* nur aus der Analyse des unverseiften Döglingthranes und dem Fehlen des Glycerins erschliesst.

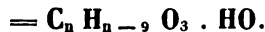
Damalursäure. $C_{14} H_{11} O_3 \cdot HO$.

Diese Säure wurde von *Städeler*²⁾ unter den Destillationsproducten des mit Salzsäure versetzten Kuhharns neben *Damolsture* gefunden; sie bildet eine ölige Flüssigkeit von eigenthümlichem, der Baldriansäure nicht unähnlichem Geruche, etwas schwerer als Wasser, etwas darin auflöslich, röthet Lackmus stark, giebt mit basisch essigsauerm Bleioxyd einen weissen, unter dem Mikroskop krystallinisch erscheinenden Niederschlag. Ihr Silbersalz verändert sich am Lichte nicht; ihr Barytsalz ist krystallisirbar, in Wasser löslich, bräunt Curcumäpigment, schmilzt beim Erhitzen nicht, und hinterlässt nach dem Glühen kohlen-sauren Baryt in der Form des ursprünglichen Salzes.

Damolsäure. $C_{26} H_{23} O_3$.

Dieselbe findet sich neben der Damalursäure unter den flüchtigen Säuren des Kuhharns; sie ist tropfbarflüssig, schwerer als Wasser, röthet Lackmus, wenig löslich in Wasser; sie bildet ein krystallisirbares, aber beim Erhitzen schmelzbares Barytsalz.

Benzoësäuregruppe.



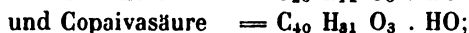
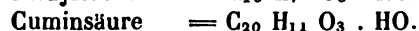
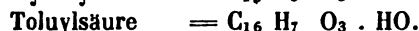
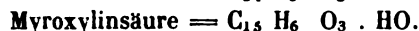
Auch diese Gruppe saurer Körper hat wenig Bezug auf die Thierchemie. Wir würden deshalb dieselbe hier gar nicht berücksichtigen haben,

1) *Scharling*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 43, S. 257—274.

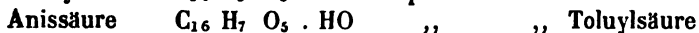
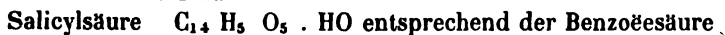
2) *Städeler*, Nachr. d. Ges. d. Wiss. z. Göttingen 1850, S. 233—243.

wenn nicht ihr Repräsentant, die *Benzoësture*, theils manchmal in thierischen Flüssigkeiten gefunden worden wäre, theils ihre Umwandlung im Thierkörper nicht schon manchen Aufschluss über die thierischen Stoffbewegungen gegeben hätte.

Nach obiger generellen Formel gehören zu dieser Gruppe eigentlich nur:



allein theils ihren physikalischen Eigenschaften nach, theils der Analogie der Zersetzungsproducte wegen, sind noch einige andre Säuren diesen höchst ähnlich, zunächst die *Zimmtsäure*, in welcher das Verhältniss des Kohlenstoffs zum Wasserstoff ein andres ist, als das in der oben angegebenen Formel; sie ist nämlich = $\text{C}_{18} \text{H}_7 \text{O}_3 \cdot \text{HO}$ constituirt. Ausserdem kennt man aber auch gewissermassen höhere Oxydationsstufen derselben Radicale, die man zwar mit besondern Namen belegt hat, die aber doch den generellen Character dieser Gruppe an sich tragen; sie enthalten 5 At. Sauerstoff und sind:



Folgende Eigenschaften haben alle diese Säuren mit einander gemein: sie sind fest, leicht in Nadeln oder Schuppen krystallisirbar, im reinen Zustande geruchlos, schmelzbar, ohne Zersetzung sublimirbar, wenig löslich in kaltem Wasser; in heissem Wasser lösen sie sich reichlich auf und scheiden sich beim Erkalten krystallinisch aus; in Alkohol und Aether sind sie leicht löslich, alle röthen Lackmus. Dieselben Analogien bieten ihre Salze dar.

Selbst die Physiologie spricht dafür, dass die obiger Formel nicht entsprechend constituirte Zimmtsäure dieser Gruppe heizuzählen ist: denn nach *Marchand's* Beobachtung¹⁾ wird die Zimmtsäure im Thierkörper ebensogut in Hippursäure verwandelt, als die Benzoësäure.

Ueber die rationelle Constitution dieser Säuren sind meist, je nach den Zersetzungsproducten, die man aus ihnen erzielt hat, die verschiedenartigsten Hypothesen aufgestellt worden. Man hat diese Hypothesen aber meist nur auf die Constitution der Benzoësäure beschränkt, und da die wenigsten derselben einer Anwendung auf die übrigen Glieder dieser Gruppe fähig sind, so möchte das wohl schon ihre Unhaltbarkeit erweisen. Dies gilt auch zum Theil von *Fehling's* Hypothese, der schon vor *Kolbe* die Benzoësäure als eine gepaarte Oxalsäure ansah, deren Paarling Phenyl $\text{C}_{12} \text{H}_5$ sein sollte.

¹⁾ *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 48, S. 35.

Alle diese Körper haben noch die Analogie ihrer Verbindungs- und Zersetzungsverhältnisse für sich. So giebt es von jeder dieser Säuren eine den Aldehyden der zuerst beschriebenen Gruppe nicht unähnliche Reihe von niedern Oxydationsstufen, die 1 At. Wasserstoff mehr und 1 At. Sauerstoff weniger, als die entsprechende Säure im wasserfreien Zustande enthalten; diese niedern Oxyde sind bald mehr saure, bald mehr basische, bald indifferente flüchtige Oele, die zum Theil im Pflanzenreiche präformirt vorkommen:

Flüchtiges Bittermandelöl	$C_{14}H_6O_2$	entspr. der Benzoësäure	$C_{14}H_5O_2$
Salicylige Säure	$C_{14}H_6O_4$	„ „	Salicylsäure $C_{14}H_5O_4$
Cinnamylwasserstoff	$C_{18}H_8O_2$	„ „	Zimmtsäure $C_{18}H_7O_2$
Cumarin	$C_{18}H_8O_4$	„ „	Cumarinsäure $C_{18}H_7O_4$
Cumin	$C_{20}H_{12}O_2$	„ „	Cuminsäure $C_{20}H_{11}O_2$

In allen der letztgenannten Verbindungen kann 1 Aeq. Wasserstoff durch 1 Aeq. Chlor, Brom, Jod und Schwefel vertreten werden.

Aus den Chlorverbindungen dieser Art können aber durch Ammoniak die entsprechenden Amide dargestellt werden, z. B. Benzamid: $C_{14}H_5O_2Cl + H_3N = HCl + H_2N \cdot C_{14}H_5O_2$.

Werden die Ammoniaksalze der 3 At. Sauerstoff enthaltenden Säuren der trocknen Destillation unterworfen, so entstehen die entsprechenden Nitrile, die ebenfalls flüchtige, entzündliche Flüssigkeiten darstellen, ganz wie die Nitrile der ersten Säuregruppe; auch sie werden durch starke Säuren oder Alkalien in Ammoniak und die entsprechenden Säuren zerlegt und geben mit Kalium neben Kohlenwasserstoffen Cyankalium.

Die Hydrate der 3 At. Sauerstoff enthaltenden Säuren geben mit ätzenden Alkalien, Baryt oder Kalk erhitzt, an diese 2 At. Kohlensäure ab und verwandeln sich dadurch in sauerstofffreie Oele:

Benzoësäurehydrat	$C_{14}H_6O_4$	— 2 CO ₂	=	$C_{12}H_5$	=	Benzol od. Benzin
Cuminsäurehydrat	$C_{20}H_{12}O_4$	— 2 CO ₂	=	$C_{18}H_{11}$	=	Cumol od. Cumin
Toluylsäurehydrat	$C_{16}H_8O_4$	— 2 CO ₂	=	$C_{14}H_7$	=	Toluol od. Toluin.

In diesen Kohlenwasserstoffen kann wieder 1 Aeq. Wasserstoff durch 1 Aeq. Chlor, Brom, Jod oder Untersalpetersäure vertreten werden, und es entstehen auf diese Weise z. B. Chlorbenzid $C_{12}H_5Cl$, Bromcumid $C_{18}H_{11}Br$, Jodtoluid $C_{14}H_7J$ und Nitrobenzid, -cumid und -toluid $C_{12}H_5NO_2$, $C_{18}H_{11}NO_2$ und $C_{14}H_7NO_2$.

Diese letztern stickstoffhaltigen Verbindungen bilden gelbe, ölige Körper, aus welchen durch Schwefelwasserstoff organische sauerstofffreie, flüchtige Basen dargestellt werden: Benzidin $C_{12}H_7N$, Cumidin $C_{18}H_{13}N$ und Toluidin $C_{14}H_9N$ (nach der Gleichung $C_{14}H_7NO_2 + 6HS = 4HO + 6S + C_{14}H_9N$).

Benzoëssäure. $C_{14} H_5 O_3 . HO.$

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Im sublimirten Zustande erscheint diese Säure in farblosen, feinen Nadeln; auf nassem Wege krystallisirt sie in Schuppen oder schmalen Säulen oder sechsseitigen Nadeln (Grundform gerades rhombisches Prisma; F. T. 4 F. 6) schmilzt über 120° , siedet bei 239° und verwandelt sich dann in dichte, hustenerregende Dämpfe; durch Salpetersäure oder Schwefelsäure wird sie nicht zerstört; übrigens hat sie die generellen Eigenschaften der Säuren dieser Gruppe.

Zusammensetzung. Obiger Formel gemäss besteht sie aus:

Kohlenstoff	14 At.	68,853
Wasserstoff	5 „	4,098
Sauerstoff	3 „	49,672
Wasser	1 „	7,377
		100,000

Das Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure ist = 1412,5; das Sättigungsvermögen derselben = 7,079. Rationelle Formel = $(C_{12} H_5)^{\circ} C_2 . O_3$.

Verbindungen. Die benzoësauren Salze sind grösstentheils in Wasser löslich; die Alkalisalze und das der Talkerde leicht löslich, schwierig krystallisirbar; die Verbindungen mit den Oxyden der schweren Metalle sind meist schwerlöslich, werden aber von heissem Wasser in grösserer Menge gelöst.

Umwandlungsproducte. Bittermandelöl, gewöhnlich als Verbindung eines hypothetischen, sauerstoffhaltigen Radicals mit Wasserstoff betrachtet, Benzoylwasserstoff, $C_{14} H_5 O_2 . H$; es ist farblos, dünnflüssig, spec. Gewicht = 1,043, Siedepunkt = 180° , oxydirt sich an der Luft bald zu Benzoësäurehydrat. Es findet sich nicht nur im Bittermandelöl, sondern tritt öfter auch als Zersetzungsproduct auf, z. B. bei der Behandlung von eiweissartigen oder leimartigen Stoffen mit stark oxydirenden Mitteln (*Guckelberger*¹⁾). Das eine Aeq. Wasserstoff dieses Körpers kann nicht nur mit Chlor, Brom, Jod, sondern auch mit Schwefel und Cyan vertauscht werden.

Benzamid, $H_2 N . C_{14} H_5 O_2$, dessen Darstellung im Eingang dieser Gruppe erwähnt ist, stellt einen schön krystallisirbaren Körper (in quadratischen Tafeln) dar, der in Wasser, Alkohol und Aether löslich ist, bei 115° schmilzt, beim Erkalten krystallinisch erstarrt, die bekannten Eigenschaften der Amide hat.

Benzonitril, $C_{14} H_5 N$, dessen Bildung ebenfalls schon oben erwähnt, ist ein farbloses Oel, siedet bei 191° , löst sich in 100 Th. siedenden Wassers, in Alkohol und Aether aber in jedem Verhältnisse; da es

1) *Guckelberger* a. a. O.

mit Kalium Cyankalium giebt, betrachten viele es als Cyanphenyl $C_{12} H_5$. $C_2 N$.

Wird Stickstoffbenzid, $C_{12} H_4 N$, in Alkohol gelöst, die Lösung mit Ammoniak gesättigt und dann Schwefelwasserstoff hineingeleitet, so bildet sich die organische Basis: Benzidin, $C_{12} H_6 N$.

Benzoïn, $C_{14} H_6 O_2$ (isomer dem Bittermandelöl), entsteht durch Contactwirkung ätzender Alkalien auf blausäurehaltiges Bittermandelöl; farb-, geruch- und geschmacklose Prismen, unzersetzt sublimirbar; von concentrirter Schwefelsäure oder einer Lösung von Aetzkali in Alkohol wird es mit blauer Farbe aufgelöst; leitet man seinen Dampf durch glühende Röhren, so wird es wieder in Bittermandelöl verwandelt. Durch Chlorgas wird dem Benzoïn 4 Aeq. Wasserstoff entzogen und es bildet sich ein dem Benzoyl, jenem hypothetischen Radical, isomerer Körper, Benzil, $C_{14} H_2 O_2$, der in schwefelgelben, sechsseitigen Prismen krystallisirt, schmelzbar und sublimirbar ist.

Benzin, Benzol, $C_{12} H_6$ oder Phenylwasserstoff = $H \cdot C_{12} H_5$, auf obenerwähnte Weise aus überschüssigem Kalkhydrat und Benzoësäure erhalten; farblose Flüssigkeit von ätherartigem Geruche, erstarrt bei 0° , siedet bei 86° , unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und Aether, entzündlich. Unter vielen andern Stoffen, welche man aus dem Benzin hervorgebracht hat, ist auch das Nitrobenzid, $C_{12} H_5 N O_2$, eine gelbe Flüssigkeit von süßem Geschmack und Zimmtgeruch, die durch Alkalien nicht zersetzt wird. Wird dieses Nitrobenzid in Alkohol gelöst und mit Kalihydrat versetzt und nun destillirt, so entsteht ein sauerstoffreier, stickstoffhaltiger Körper, der weder den Nitrilen entspricht, noch, den organischen, sauerstofffreien Basen gleich, basische Eigenschaften besitzt, das Azobenzid, $C_{12} H_4 N$, grosse, rothe, schmelzbare und flüchtige Krystalle.

Darstellung. Die Benzoësäure, welche in den Harzen oder Balsamen sich nicht selten vorfindet, kommt in grösster Menge im Benzoëharze vor, aus welchem sie auch gewöhnlich dargestellt wird, theils durch Sublimation, theils auf nassem Wege durch Lösung des Harzes in Weingeist, Zusatz einer wässrigen Lösung von kohlensaurem Natron und Fällung der von dem Harze abfiltrirten und concentrirten Flüssigkeit mittelst Salzsäure. In grossen Mengen lässt sie sich auch aus Pferde- und Rinderharn gewinnen.

Prüfung. Die Benzoësäure kann weniger durch ihre Flüchtigkeit von andern Substanzen getrennt werden, als durch ihre Eigenschaft, sich aus sehr stark concentrirten, wässrigen, mit Säure versetzten Lösungen in Krystallschuppen abzusetzen. Bei der Untersuchung auf Benzoësäure ist aber besonders auf das Abdampfen der Flüssigkeiten Acht zu haben, da sie mit den Wasserdämpfen sich ausserordentlich leicht verflüchtigt; man kann leicht an der Papierdecke der Abdampfschalen feine Krystallschuppen wahrnehmen, wenn solche saure Flüssigkeiten unvorsichtig abgedampft worden sind; es ist daher besser, die Flüssigkeit entweder erst nach dem Abdampfen mit Säure zu versetzen oder wenn sie schon sauer ist sie vorher alkalisch zu machen. Als brauchbare Methode, kleinere Mengen von Benzoësäure in thierischen Flüssigkeiten nachzuweisen, habe ich folgende gefunden: das alkoholische Extract der fraglichen Flüssigkeit wird mit Alkohol lösen sich die benzoësauren Alkalien und Kalk auf) wird mit Salzsäure, Salzsäure oder Milchsäure versetzt; scheiden sich hier kleine Krystalle von Benzoësäure aus, so ist die Masse mit Aether

zu extrahiren und die ätherische Lösung der Selbstverdunstung zu überlassen; aus dem ätherischen, meist ölig flüssigem Extracte wird durch Zusatz von Wasser die Benzoësäure krystallinisch ausgeschieden; ist hier zuviel Fett beigemischt, so behandelt man die ausgeschiedene Masse mit wässrigem Spiritus, der das Fett ungelöst lässt, die Benzoësäure aber auflöst; nach dessen Verdunstung erhält man die Benzoësäurekrystalle ziemlich rein neben andern freien, aber flüssigen Säuren. Unter dem Mikroskop erscheint sie dann in rechtwinkligen Tafeln, welche meist nach zwei einander gegenüberstehenden Winkeln aneinander gereiht sind. Ihre Schwerlöslichkeit in Wasser, ihre Sublimirbarkeit (die sich auch mit kleinen Mengen zwischen zwei Glasplatten oder flachen Uhrgläsern ausführen lässt) geben neben ihrer Krystallform schon hohe Wahrscheinlichkeit für ihre Gegenwart. Da die ihr sonst sehr ähnlichen Säuren dieser Gruppe noch nicht im Thierkörper gefunden worden sind, so ist eine Verwechslung mit diesen nicht wohl denkbar; wie sie von Bernsteinsäure und von der wohl kaum präformirt vorkommenden Fettsäure zu unterscheiden ist, wurde oben S. 85 angegeben. Ihre Unterscheidung von der ihr in physikalischen Eigenschaften sehr ähnlichen Hippursäure wird unten genauer mitgetheilt werden. Reicht die Menge aus, so sind jedoch auch hier Elementaranalyse und Atomgewichtsbestimmungen keineswegs überflüssig.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Benzoësäure verdient in physiologischer Hinsicht unsere volle Beachtung, obgleich es nach vielfachen Versuchen wahrscheinlich geworden ist, dass diese Säure in keiner thierischen Flüssigkeit präformirt vorkommt. Man hat sie früher im Harn zu finden geglaubt, und in der That wird sie aus diesem, sei er Herbivoren oder Omnivoren entlehnt, oft genug anstatt der Hippursäure erhalten. *Liebig*¹⁾ leitete in seiner classischen Abhandlung über Gährung, Fäulniss und Verwesung jenes zeitweilige Vorkommen der Benzoësäure im Pferdeharn anstatt der Hippursäure lediglich von einem Gährungsprocesse ab, dem die letztere, wenn der Harn sich zu zersetzen anfangt, zu unterliegen pflegt, so dass aus ihr neben andern Producten Benzoësäure entstehe; später²⁾ glaubte er dagegen gefunden zu haben, dass die Pferde nach anstrengender Arbeit und bei schlechtem Futter einen benzoësäurehaltigen Harn entleerten, unter den entgegengesetzten aber einen hippursäurehaltigen. Um über die Richtigkeit der einen oder der andern Ansicht ins Klare zu kommen, untersuchte ich³⁾ den Harn einer sehr grossen Anzahl gut und schlechtgefütterter, gesunder und kranker Pferde, fand aber in allen ohne Ausnahme, sobald der Harn nur nicht lange an der Luft bei

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 30, S. 264 ff.

2) *Ders.*, ebendas. Bd. 41, S. 272.

3) *Lehmann*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 2, S. 14.

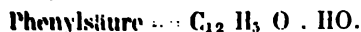
mittler Temperatur gestanden hatte, nur Hippursäure und keine Benzoösäure. Wenn dagegen der Harn längere Zeit im Stalle gestanden hatte, wenn er namentlich anfangs ammoniakhaltig zu werden, so wurde nie Hippursäure, sondern Benzoösäure erhalten. Deshalb geschieht es auch so oft, dass aus menschlichem Harn nur Benzoösäure erhalten wird. In diesem ist weit weniger Hippursäure enthalten, und man muss daher zu ihrer Darstellung grössere Mengen Harn verwenden, die, wenn einzelne Partien desselben, was kaum anders gut auszuführen ist, längere Zeit an der Luft gestanden haben, bewirken, dass der ganze Harn blos Benzoösäure liefert. Denn es scheint sich in der That, wie *Liebig* vermuthete, im Harn ein Ferment zu bilden, durch welches die stickstoffhaltige Hippursäure in Benzoösäure umgewandelt wird; mischt man nämlich einen Benzoösäure liefernden Harn, sei er von Menschen oder Pferden, mit einem hippursäurehaltigen, so erhält man bei der Ausscheidung der Säuren aus dem Gemeng fast constant Benzoösäure, indem wahrscheinlich schon während des Verdunstens das Ferment des benzoösäurehaltigen Harns auf die Hippursäure des frischen Harns einwirkt. Auch die von *Wöhler* und *Kelter*¹⁾ und *Ure*²⁾ und nachher von andern constant beobachtete Umwandlung der dem Organismus zugeführten Benzoösäure in Hippursäure spricht dafür, dass die erstere im Harn nur ein Zersetzungsproduct der letzteren sei.

Wirkung. Auf das Verhalten der Benzoösäure im belebten Thierkörper kommen wir bei Betrachtung der Hippursäure zurück. Hier nur soviel, dass der Genuss dieser Säure ein äusserst unangenehmes Kratzen im Schlunde verursacht, später eine sehr reichliche Schweissabsonderung hervorruft, und endlich eine von den wenigen Säuren ist, welche die Acidität des Harns merklich vermehren. *Schottin* fand übrigens in meinem Laboratorium, dass nach Genuss von Benzoösäure sehr viel davon in den Schweiss übergeht.

Phenylsäuregruppe.



~~Man~~ ~~kennt~~ ~~man~~ nur zwei Säuren dieser Gruppe: diese unterscheiden sich, gleich den Säuren der bisher betrachteten Gruppen, durch 2 CH:



~~Man~~ ~~kennt~~ ~~man~~ ~~Säuren~~ sind bei gewöhnlicher Temperatur tropfbarflüssig, ~~haben~~ ~~von~~ ~~starkem~~ Geruch, wenig löslich in Wasser, leicht in Alkohol

~~Man~~ ~~kennt~~ ~~man~~ ~~Säuren~~ ~~aus~~ ~~der~~ ~~Ann.~~ ~~d.~~ ~~Ch.~~ ~~u.~~ ~~Pharm.~~ ~~Bd.~~ ~~43,~~ ~~S.~~ ~~108.~~

~~Man~~ ~~kennt~~ ~~man~~ ~~Säuren~~ ~~aus~~ ~~der~~ ~~Ann.~~ ~~d.~~ ~~Ch.~~ ~~u.~~ ~~Pharm.~~ ~~Bd.~~ ~~43,~~ ~~S.~~ ~~108.~~

und Aether, ohne Reaction auf Lackmus, mit Basen bilden sie meist lösliche Salze, aus denen sie aber schon durch Kohlensäure ausgetrieben werden; daher sie kohlen-saure Alkalien nicht zerlegen. Mit Schwefelsäure bilden beide Doppelsäuren, welche lösliche Barytsalze geben.

Phenylsäure. $C_{12} H_8 O . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Farblose, durchsichtige Flüssigkeit, erstarrt bei $+ 8^{\circ}$ zu langen vierseitigen Nadeln, die erst bei $+ 34^{\circ}$ wieder schmelzen, spec. Gewicht bei $+ 18^{\circ} = 1,065$, siedet bei 187° , wird in Wasser ein wenig gelöst, in Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse, löst Schwefel und Jod auf, verbindet sich nicht mit Ammoniak, löst sich leicht in fixen Alkalien, coagulirt Eiweiss, röthet Lackmus nicht, färbt Eisenoxydsalze blau (gleich der salicyligen Säure und Salicylsäure). Mit Chlorgas liefert sie Chlorindoptensäure ($C_{12} H_2 Cl_3 O . HO$), mit Salpetersäure Phenicinsalpetersäure und Pikrinsäure; durch Schwefelsäure wird sie in Phenylschwefelsäure verwandelt; mit Salzsäure färbt sie namentlich am Sonnenlichte Tannenholz blau (eine sehr unsichre Reaction). Diese Säure ist eines der vorzüglichsten antiseptischen Mittel.

Zusammensetzung. ¹ Sie enthält

Kohlenstoff	12 At.	76,70
Wasserstoff	5 „	5,32
Sauerstoff	4 „	8,54
Wasser	4 „	9,57
		100,00

Sättigungscapacität = 9,412.

Verbindungen. Ihre meisten Salze sind in Wasser löslich; mit höchst concentrirter Kalilauge erstarrt sie zu einer krystallinischen Masse; sehr leicht verbindet sie sich mit Metalloxyden; mit Bleioxyd in 3 Verhältnissen.

Durch Chlor, Brom, Untersalpetersäure u. s. w. können einzelne Atome Wasserstoff in dieser Säure vertreten werden: *Chlorphenessäure*, $C_{12} (H_2 Cl_2) O . HO$; *Chlorphenissäure*, $C_{12} (H_2 Cl) O . HO$; *Bromphenissäure*, $C_{12} (H_2 Br_2) O . HO$; *Pikrinsäure*, $C_{12} H_2 (NO_2)_2 O . HO$; *Phenicinsalpetersäure*, $C_{12} H_2 (NO_2) O . HO$.

Pikrinsäure, $C_{12} H_2 (NO_2)_2 O . HO$, *Kohlenstickstoffsäure*, *Acid. carbazoticum*, *Welters Bitter*, bildet sich häufig bei Einwirkung von Salpetersäure auf vegetabilische und animalische Stoffe. Um sie rein darzustellen, wird guter, pulverisirter Indigo in mässig concentrirte, kochende Salpetersäure so lange eingetragen, bis der Indigo nicht mehr entfärbt wird; dann auf Zusatz von Salpetersäure von Neuem gekocht und abgedampft.

Die Pikrinsäure schießt in gelben, glänzenden Blättchen und Prismen an, schmilzt beim Erhitzen und lässt sich ohne Zersetzung sublimiren, an freier Luft erhitzt, entzündet sie sich, sie schmeckt sehr bitter, löst sich wenig in kaltem, leicht in heissem Wasser mit gelber Farbe; auch von Alkohol und Aether wird sie leicht

aufgelöst; sie röthet Lackmus, verpufft mit Phosphor oder Kalium erhitzt heftig; durch Chlor, Salpetersäure, Salzsäure, Königswasser wird sie nicht verändert. Mit Basen bildet sie gelbe, krystallisirbare Salze, die bei schnellem Erhitzen mit grosser Heftigkeit verpuffen. Seiner Unlöslichkeit halber ist besonders das Kalisalz zu erwähnen, das man deshalb selbst als Reagens zur Unterscheidung des Kalis vom Natron empfohlen hat.

Phenylschwefelsäure, $C_6H_5O \cdot SO_3H$, durch unmittelbares Mischen von Phenylsäure mit einer gleichen Menge Schwefelsäurehydrat erhalten, bildet einen sauren Syrup, mit Baryt ein lösliches, krystallisirbares Salz.

Durch das Benzol, welches wir oben (S. 88) als Phenylwasserstoff betrachteten, tritt die Phenylsäure in nahe Beziehung zur Benzoësäure.

Darstellung. Diese Säure, welche auch *Phenol*, *Phenyloxyd* und *Carbolsäure* genannt wird, bildet sich aus verschiedenen Stoffen als Product der trocknen Destillation. Man gewinnt sie gewöhnlich aus den Brandölen des Theers und zwar aus dem Theile, welcher zwischen 150 und 200° überdestillirt; wird dieser Theil mit höchst concentrirter Kalilauge bis + 150° erhitzt, so bildet sich jene krystallinische Verbindung, die auf Zusatz von Wasser ein Oel abscheidet; die Kaliverbindung wird durch Salzsäure zersetzt und die gewonnene Säure durch Destillation gereinigt. Auch kann man diesen Körper darstellen, indem man Salicylsäure, mit Kalk gemengt, erhitzt.

Physiologisches Verhalten.

Diese Säure wirkt selbst in ziemlich geringen Quantitäten so äusserst giftig auf den thierischen Organismus, dass man ihr Vorkommen in demselben a priori bezweifeln möchte; indessen hat *Wöhler*¹⁾ dieselbe im Castoreum neben Benzoësäure und Salicylsäure nachgewiesen. *Städeler*²⁾ hält die Phenylsäure seinen Untersuchungen nach für einen constanten Bestandtheil thierischen Harns und in der That hat derselbe namentlich aus Kuhharn durch wiederholte Destillationen Phenylsäure dargestellt; allein schwer dürfte es zu entscheiden sein, ob in diesem oder andern Harn wirklich jener Stoff präformirt enthalten ist. Die Behandlung des so leicht zersetzbaren Kuhharns mit Kalk und Salzsäure, und das spätere Destilliren mit Kali dürfte wenigstens den Gedanken nicht ausschliessen, dass zu den sich hierbei sichtlich bildenden Zersetzungsproducten auch die Phenylsäure gehöre. Letzteres wird um so wahrscheinlicher, als die von *Städeler* ausgesprochene Hypothese, die von mir nach Salicingenuss im Harn entdeckte, Eisenoxydsalze blau färbende Säure³⁾ sei nicht Salicylsäure und salicylige Säure, sondern Phenylsäure, sich in *Ranke's*⁴⁾ sorgfältiger ausgeführten, als beschriebenen) Versuchen nicht bestätigt hat. *Ranke* erhielt in der That nach Salicingenuss aus Harn selbst bei der

¹⁾ *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 67, S. 360—362.

²⁾ *Städeler*, Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. 1850, S. 233—243.

³⁾ *Lehmann*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 2, S. 45.

⁴⁾ *Ranke*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 56, S. 5—12.

vorsichtigsten Destillation erhebliche Quantitäten Phenylsäure: allein eine nähere Untersuchung zeigte, dass in dem ätherischen Extracte, welches der Destillation unterworfen zu werden pflegte; keine Spur von Phenylsäure enthalten war, wofür auch die mit diesem Extracte an lebenden Thieren gemachten Versuche übereinstimmten. *Ranke* liess einem Hunde das alkoholische Harnextract nach Salicingenuss verzehren; ich injicirte das mit Wasser angerührte ätherische Extract ähnlichen Harn mehrmals Kaninchen in die Jugularis und weder in dem einen Falle noch in dem andern waren Erscheinungen krankhafter Affection an den Thieren wahrzunehmen.

Taurylsäure. $C_{18} H_7 O \cdot HO$.

Diese Säure wurde von *Stüdeker* neben der Phenylsäure im Destillate concentrirten, mit Säuren und Alkalien behandelten Kuhharns gefunden, aber ihrer geringen Menge halber nicht rein dargestellt; sie ist der Phenylsäure sehr ähnlich, siedet aber bei etwas höherer Temperatur und unterscheidet sich von jener wesentlich dadurch, dass sie mit einem gleichen Volumen Schwefelsäurehydrat vermischt sehr bald krystallinisch erstarrt. Sie ist isomer dem Anisol, steht daher zur Toluylsäure und dem Toluol ziemlich in demselben Verhältniss, wie die Phenylsäure zur Benzoësäure und dem Benzol.

Milchsäuregruppe.



Wiewohl die Milchsäure für sich schon ein besonderes Capitel der physiologischen Chemie verdient, so glauben wir doch nicht ohne Grund sie in eine besondere Gruppe saurer Körper einreihen zu müssen. In der That sind erst *Cahours*¹⁾ und später *Strecker*²⁾ zur Entdeckung einiger solcher Säuren gelangt; der letztere fand, als er das S. 35 nach *Piria* angegebene Verfahren, die Amidverbindungen zu zersetzen, anwendete, um einige stickstoffhaltige Thierkörper als Amide zu erkennen, zwei solcher nach der obigen generellen Formel constituirter Säuren. Er entdeckte nämlich bei der Behandlung von Glycin mit salpetriger Säure eine Säure = $C_4 H_3 O_5 \cdot HO$ und bei gleicher Behandlung des Leucins eine Säure = $C_{12} H_{11} O_5 \cdot HO$. Daher kennen wir von dieser Gruppe bis jetzt:

Glycinsäure $C_4 H_3 O_5 \cdot HO$.

Milchsäure $C_6 H_5 O_5 \cdot HO$.

Leucinsäure $C_{12} H_{11} O_5 \cdot HO$.

¹⁾ *Cahours*, Compt. rend. T. 27, p. 267.

²⁾ *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68, S. 52—55.

Wir werden bei der Betrachtung der Milchsäure die Gründe beleuchten, durch welche es *Strecker*¹⁾ neuerdings mehr als wahrscheinlich gemacht hat, dass die Milchsäure eine mit Essigsäurealdehyd gepaarte Ameisensäure sei; die Homologie der beiden andern Säuren spricht dafür, dass auch sie Ameisensäure neben einem sg. Aldehyde enthalten; diese Säuren wären also rationell in folgender Weise zusammengesetzt zu betrachten:

Glycinsäure = Ameisensäurealdehyd (?) ,, Ameisensäure = $C_2 H_2 O_2 . C_2 H O_2 . HO$.
 Milchsäure = Essigsäurealdehyd ,, Ameisensäure = $C_3 H_4 O_2 . C_2 H O_2 . HO$.
 Leucinsäure = Baldriansäurealdehyd ,, Ameisensäure = $C_{10} H_{10} O_2 . C_2 H O_2 . HO$.

Ueber die generellen Eigenschaften der Säuren dieser Gruppe lässt sich wenig sagen, da uns eigentlich nur die Eigenschaften der Milchsäure genau bekannt sind. Doch scheint es nach *Strecker's* Mittheilungen, als ob alle diese Säuren im wasserärmsten Zustande ölige, nicht krystallisirbare Flüssigkeiten bildeten, die in Wasser, Alkohol und Aether löslich sind, Lackmus stark röthen, beim Erhitzen sich zersetzen und mit Basen lösliche und zum Theil krystallisirbare Verbindungen eingehen.

Milchsäure. $C_6 H_8 O_8 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Im concentrirtesten Zustande ist sie eine farb- und geruchlose, syrupdicke Flüssigkeit, die in der stärksten Kälte nicht zum Erstarren zu bringen ist, spec. Gewicht = 1,215, löst sich leicht in Wasser, Alkohol und Aether, zieht aus der Luft Wasser an, schmeckt und reagirt stark sauer, zersetzt sich beim Erhitzen, treibt flüchtige Säuren, selbst viele stärkere Mineralsäuren, aus ihren Salzen aus. Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, giebt die Milchsäure fast reines Kohlenoxydgas und wird in eine huminartige Substanz verwandelt; dabei entsteht aber keine Spur von Ameisensäure.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	6 At.	40,000
Wasserstoff	5 ,,	5,555
Sauerstoff	5 ,,	44,445
Wasser	1 ,,	10,000
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 1012,5; Sättigungscapacität derselben = 9,876. Rationelle Formel = $C_4 H_4 O_2 . C_2 H O_2 . HO$.

Verbindungen. Mit Basen bildet die Milchsäure meistens neutrale Salze, die ohne Ausnahme in Wasser löslich sind, sehr viele auch in Alkohol, aber nicht in Aether. Die meisten milchsauren Salze können bis 150° und 170°, ja einige bis 210° ohne Zersetzung erhitzt werden. Die

1) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 75, S. 27—46.

milchsauren Alkalien sind nicht krystallisirbar, sondern können nur bis zu syrupösen Flüssigkeiten concentrirt werden; auch milchsaurer Baryt, Alaunerde, Eisenoxyd und Zinnoxid sind nicht krystallisirbar, während alle andern milchsauren Salze ziemlich leicht krystallisirbar und luftbeständig sind. Bei diesen letztern hat man jedoch in neuerer Zeit ein eigenthümliches Verhalten beobachtet; die Milchsäure bildet nämlich, je nachdem sie aus thierischen Flüssigkeiten oder durch Gährung aus Zucker entstanden ist, mit gewissen Basen nicht ganz gleiche Salze, die theils durch die Menge ihres Krystallwassers, theils durch ihren Löslichkeitsgrad, theils durch ihre verschiedene Zersetzbarkeit in der Wärme sich unterscheiden (*Liebig*¹⁾, *Engelhardt* und *Maddrell*²⁾, *Engelhardt*³⁾). Indessen erfordert dieser Gegenstand noch weiterer Untersuchung; wenigstens glaubt *Liebig* aus der Säure des Sauerkrauts ein Zinksalz erhalten zu haben, welches dem Fleischflüssigkeit entspricht, und ich habe, so oft ich Milchsäure des Magensaftes an Talkerde oder Zinkoxyd gebunden analysirte, diese immer der aus Zucker erzeugten entsprechend gefunden. *Engelhardt* nennt die aus Fleischflüssigkeit erhaltene Säure *a*Milchsäure, die durch Gährung von Zucker gewonnene *b*Milchsäure.

Milchsaurer Kalk, $\text{Ca } a\overline{\text{La}} + 4 \text{ H}$, $\text{Ca } b\overline{\text{La}} + 5 \text{ H}$, bildet weisse, harte Körner, schießt unter dem Mikroskop in Büscheln feiner Nadeln an, von denen je 2 so aneinander gelagert sind, dass sie mit den kurzen Stielen ineinander übergehenden Besen oder Pinseln gleichen (*F. T. 2. F. 4.*); ihre Form ist ziemlich characteristisch und z. B. mit der des buttersauren Kalks durchaus nicht zu verwechseln; bei 400° verliert dieses Kalksalz alles Wasser, in siedendem Wasser und Alkohol fast in jedem Verhältnisse löslich; das Salz der *a*Milchsäure löst sich jedoch in 12,4 Th. Wasser, das der *b*Milchsäure in 9,5 Th.; beide Salze können ohne Zersetzung bis 180° erhitzt werden.

Bei der krystallographischen Untersuchung zeigen sich die Verbindungen der *b*Milchsäure mit Talkerde, Manganoxydul, (farblos oder blass amethystfarben) Eisenoxydul, (blassgelblich) Kobaltoxyd, (pfirsichblüthroth) Nickeloxyd und Zinkoxyd isomorph, indem sie sämmtlich mit 3 At. Krystallwasser in Verticalprismen mit gerader Endfläche oder mit gerade aufgesetztem stumpfen Horizontalprisma krystallisiren.

Milchsaurer Talkerde: das Salz der *a*Milchsäure enthält 4 At.; Krystallwasser und löst sich etwas leichter in Weingeist als das der *b*Milchsäure.

Milchsaures Nickeloxyd ist apfelgrün, in kaltem Wasser und Weingeist schwerlöslich; das Salz der *a*Milchsäure verliert alle 3 At. Wasser schon bei 100°, das der *b*Milchsäure das dritte erst bei 130°.

Milchsaures Zinkoxyd; das der *a*Milchsäure enthält nur 2 At.

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62, S. 312.

2) *Engelhardt* und *Maddrell*, ebendas. Bd. 63, S. 83—120.

3) *Engelhardt*, ebendas. Bd. 65, S. 359—366.

Krystallwasser, die es bei 100° nur langsam verliert, fängt schon bei 150° an sich zu zersetzen, löst sich in 5,7 Th. kaltem und 2,88 Th. heissem Wasser und schon in 2,23 Th. Alkohol; das Salz der β Milchsäure giebt sein Krystallwasser bei 100° sehr schnell ab, verträgt noch eine Temperatur von 210° ohne Zersetzung, löst sich in 58 Th. kalten und 6 Th. kochenden Wassers, ist aber in Alkohol fast unlöslich. C. Schmidt¹⁾, der der einzige ist, welcher den Formen mikroskopischer Krystalle eine sorgfältigere Aufmerksamkeit zum Zwecke der Diagnose solcher Körper in thierischen Säften gewidmet hat, giebt eine sehr genaue Charakteristik der Form des milchsauren Zinkoxyds; er macht besonders auf die Keulenform der noch in Bildung begriffenen Krystalle und deren krummen Flächen als charakteristisch für dieses Salz aufmerksam (F. T. 2. F. 2).

Milchsaures Kadmiumoxyd krystallisirt in wasserfreien Nadeln, ist in Alkohol fast unlöslich.

Milchsaures Kupferoxyd; das der α Milchsäure krystallisirt in harten, himmelblauen Würfchen, löst sich in 1,95 Th. kaltem und 1,24 Th. heissem Wasser, sehr leicht auch in Alkohol, verliert bei 100° nur langsam einen Theil seines Wassers und zersetzt sich bei 140° unter Abscheidung von Kupferoxydul; das der β Milchsäure mit 2 At. Krystallwasser bildet weit grössere dunkelblaue oder grüne Krystalle (F. T. 2. F. 3.), löst sich in 6 Th. kaltem und 2,2 Th. kochendem Wasser, in 115 Th. kaltem und 26 Th. siedendem Alkohol; es verliert sein Wasser bei 100° so wie im Vacuo sehr leicht und vollständig, wird erst über 200° zersetzt, wo es sich entzündet und verglimmt. Bei der trocknen Destillation findet man unter seinen Zersetzungsproducten auch Aldehyd.

Basisch milchsaures Zinnoxidul, $\text{Sn}_2 \overline{\text{La}}$, krystallinisches, wasserfreies Pulver, in Wasser kaum löslich, in Alkohol unlöslich.

Milchsaures Quecksilberoxydul, $\text{Hg} \overline{\text{La}} + 2 \text{H}$, bildet rothe, schwerlösliche Krystalle, welche beim Kochen in Oxydsalz und metallisches Quecksilber zerfallen.

Basisch milchsaures Quecksilberoxyd, $\text{Hg}_2 \overline{\text{La}}$, wasserfreie, glänzende, schwerlösliche Prismen.

Milchsaures Silberoxyd, $\text{Ag} \overline{\text{La}} + 2 \text{H}$, seidenglänzende Nadeln, die sich am Lichte schwärzen; in kaltem Alkohol fast unlöslich, in heissem sehr leicht löslich, zersetzt sich bei 100° ; die wässrige Lösung färbt sich beim Kochen allmählich blau und scheidet braune Flocken aus.

Milchsäureäther, $\text{C}_4 \text{H}_5 \text{O} \cdot \text{C}_6 \text{H}_5 \text{O}_2$, erhielt Strecker durch Destillation von trockenem milchsaurem Kalk mit schwefelweinsäurem Kali; farblose, dünne Flüssigkeit, die mit Chlorcalcium eine in der Kälte krystallinische Verbindung eingeht.

Umwandlungsproducte. Lactid, $\text{C}_6 \text{H}_4 \text{O}_4$; wird das gewöhnliche farblose Milchsäurehydrat auf 130° erhitzt, so destillirt Wasser mit

1) C. Schmidt, Entwurf e. allg. Untersuchungsmeth. d. Säfte u. Excr. 1846, S. 78 ff.

ein wenig Milchsäure über, zurück bleibt aber ein gelblich weisser, fester, leicht schmelzbarer, sehr bitterer, in Wasser fast unlöslicher, in Alkohol und Aether leicht löslicher Rückstand, dessen Zusammensetzung der Formel $C_6 H_5 O_5$ entspricht. Dieses Product geht durch Kochen mit Wasser oder längeres Liegen an der Luft wieder in das gewöhnliche Milchsäurehydrat über; mit Kalkmilch giebt es sogleich den gewöhnlichen milchsäuren Kalk (*Pelouze*¹⁾. Wird aber diese sogenannte *wasserfreie Säure* oder das Milchsäurehydrat auf 250° erhitzt, so zerfällt es in Kohlensäure, Kohlenoxyd, Lactid und Lacton, giebt aber keinen Kohlenwasserstoff. Das Lactid bildet ein Sublimat, welches durch Auflösen in siedendem Alkohol gereinigt wird; aus diesem scheidet es sich in weissen Tafeln ab; es schmilzt bei 107° und verflüchtigt sich bei 250° , geschmolzen erstarrt es beim Erkalten krystallinisch, ist geruchlos, von schwach säuerlichem Geschmack, löst sich in Wasser nur allmählich auf, geht aber schneller in Milchsäure über, als die sogenannte wasserfreie Milchsäure.

Lacton, $C_{10} H_8 O_4$ (entstanden nach der Formel $2 C_6 H_5 O_5 \cdot HO - [2 CO_2 + 4 HO] = C_{10} H_8 O_4$) wird erhalten, wenn man die flüssigen Destillationsproducte der Milchsäure bei 130° von Neuem destillirt, das Destillat mit Wasser wäscht und das Unlösliche durch Chlorcalcium trocknet; das reine Lacton ist eine farblose, aromatisch riechende, brennend schmeckende Flüssigkeit, welche bei 92° siedet und entzündet mit blauer Flamme verbrennt.

Lactamid, $C_6 H_7 N O_4 = H_2 N \cdot C_6 H_5 O_4$, entsteht aus Lactid und trockenem Ammoniakgas, krystallisirt in farblosen, geraden, rechtwinkligen Prismen, löst sich in Wasser und heissem Alkohol, wird durch Alkalien oder mit verdünnten Säuren in Ammoniak und Milchsäure zerlegt. Dieser Körper ist übrigens dem von *Liebig* entdeckten, basischen *Sarkosin* ebensowohl, als dem schon länger bekannten, indifferenten *Urethan* isomer.

Ein interessanter dem Lactamid isomerer Körper ist das Alanin, $C_6 H_7 N O_4$, von *Strecker*²⁾ entdeckt und auf folgende Weise dargestellt:

Wird ein Gemisch von 2 Th. Aldehydammoniak und 4 Th. wasserfreier Blausäure mit einem Ueberschusse wässriger Salzsäure erhitzt, so bildet sich dieser Körper, der vom beigemengten Salmiak theils durch Krystallisation, theils durch Extraction mit Aether und Alkohol gefällt wird; die salzsaure Verbindung wird durch Bleioxydhydrat zerlegt ($C_4 H_4 O_2 + C_2 NH + 2 HO = C_6 H_7 NO_4$).

Das Alanin krystallisirt in perlmutterglänzenden, schiefen, rhombischen Säulen oder büschelförmig vereinigten Nadeln, löst sich in 4,6 Th. Wasser von 17° , wenig in kaltem Alkohol, nicht in Aether; die wässrige Lösung schmeckt intensiv süß, reagirt nicht auf Pflanzenfarben und wird durch kein Reagens gefällt. Ueber 200° sublimirt es in feinen schneeartigen Krystallen; bei schnellem Erhitzen wird es zum Theil zersetzt; entzündet

1) *Pelouze*, Compt. rend. T. 19, p. 1219—1227.

2) *Strecker*, Ann. de Ch. u. Pharm. Bd. 75, S. 27—46.

Lehmann phys. Chemie. I.

verbrennt es mit violetter Flamme. Durch Einwirkung von salpetriger Säure zerfällt das Alanin in Stickstoff, Wasser und Milchsäure. Die Alaninsalze sind krystallisirbar, in Wasser leichter als Alanin löslich, so wie auch in Alkohol und Aether.

Salzsaures Alanin-Platinchlorid, $2 C_3 H_7 N O_2 + H Cl + 2 Pt Cl_2$, ist in Wasser und Alkohol leicht löslich, bildet gelbe Nadeln.

Alaninkupferoxyd, $C_3 H_7 N O_2 \cdot Cu O \cdot HO$, bildet dunkelblaue sechsseitige Tafeln oder rhombische Prismen, löslich in Wasser, nicht in Alkohol. Auch mit Silberoxyd, Bleioxyd und Baryt geht das Alanin krystallisirbare Verbindungen ein.

Nach dieser schönen Entdeckung *Strecker's* kann es kaum mehr zweifelhaft sein, dass die Milchsäure Aldehyd-Ameisensäure ist; entsteht das Alanin aus Aldehyd und Blausäure und wird es durch salpetrige Säure in Milchsäure umgewandelt, so brauchen wir bloß anzunehmen, dass die Atome der Blausäure wie so oft in Ameisensäure und Ammoniak zerlegt werden, letzteres aber mit salpetriger Säure in Stickstoff und Wasser zerfalle. Da auch die Zersetzungsproducte milchsaurer Salze, namentlich des milchsäuren Kupferoxyds, mit der Annahme einer Präexistenz von Aldehyd in der Milchsäure übereinstimmen, so dürfte wohl diese Hypothese über die Constitution der Milchsäure eine der bestbegründeten sein.

Darstellung. Die Milchsäure bildet sich sehr oft bei der Gährung zucker- oder stärkehaltiger Flüssigkeiten, und man hat daher mit demselben Rechte, mit dem man Essigsäure- und Buttersäuregährung annahm, auch eine Milchsäuregährung statuiren zu dürfen geglaubt. Die Milchsäure ist daher nicht nur bei dem Sauerwerden der Milch, sondern auch in den Sauerwässern der Stärkefabriken, im Sauerkraute, den sauren Gurken, gegohrnen Runkelrübensafte u. dergl. gefunden worden. (Die Bedingungen zu dieser Umwandlung sind die der Gährung im Allgemeinen.)

Am besten gewinnt man sie, wenn man Zucker unter Mitwirkung von Milch und Käse einer solchen Gährung aussetzt. *Bensch*¹⁾ hat zu dem Zwecke folgende sehr praktische Methode empfohlen: 6 Th. Rohrzucker, $\frac{1}{16}$ Th. Weinsäure, 8 Th. saure Milch, $\frac{1}{2}$ Th. alter Käse und 3 Th. geschlemmte Kreide werden in 26 Th. Wasser angertührt und einer Temperatur von 32° ausgesetzt. Nach 8 bis 10 Tagen hat sich ein steifer Brei von milchsäurem Kalk gebildet; wird derselbe mit 20 Th. Wasser und $\frac{1}{16}$ Th. Aetzkalk gekocht und siedend heiss filtrirt, so scheidet sich nach einigen Tagen, wenn vorher die Flüssigkeit etwas eingedampft worden war, der milchsäure Kalk in Körnern ab. Das abgepresste und wieder in seinem doppelten Gewichte Wasser gelöste Salz wird mit $\frac{1}{32}$ Th. Schwefelsäure versetzt, der präcipitirte Gyps abfiltrirt und die saure Flüssigkeit mit $\frac{3}{10}$ kohlen-säurem Zinkoxyd gesättigt. Das krystallisirte Zinksalz wird durch Schwefelwasserstoff zersetzt, die Flüssigkeit erst in der Wärme,

1) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 174—176.

dann im Vacuo concentrirt; das Milchsäurehydrat wird endlich durch Auflösen in Aether vollständig gereinigt.

Aus der Fleischflüssigkeit stellt *Liebig*¹⁾ die Milchsäure auf folgende Weise dar: Von Fett möglichst befreites Fleisch wird kleingehackt, mit Wasser wiederholt zusammengeknetet und ausgepresst, hierauf die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, vom Coagulum abfiltrirt, dann mit Barytwasser versetzt, wieder filtrirt und nun durch Verdampfen sehr stark concentrirt. Nach einigen Tagen krystallisirt das Kreatin heraus; die von demselben abgessene Mutterlauge wird noch etwas stärker concentrirt und dann allmählich mit kleinen Parthien Alkohol versetzt, wodurch inosinsaures Baryt und Kali zur Krystallisation gebracht werden. Die Mutterlauge nun, aus welcher sich die inosinsauren Salze abgesetzt haben, wird verdunstet und der Rückstand mit Alkohol extrahirt; aus diesem alkoholischen Extracte setzen sich nach längerem Stehen noch Krystalle ab, während in der Mutterlauge fast reines milchsaures Kali bleibt. Hierzu setzt man nun Schwefelsäure oder Oxalsäurelösung (mit $\frac{1}{3}$ Säuregehalt) und fällt dann durch Alkohol das schwefelsaure oder oxalsaure Kali aus. Die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Aether versetzt, so lange dieser noch etwas ausfällt, dann die Lösung bis zum Syrup verdunstet, und dieser mit dem halben Volumen Weingeist und dem fünffachen Volumen Aether versetzt, welcher fast reine Milchsäure aufnimmt. Aus dieser kann man noch milchsauren Kalk darstellen, dessen spirituöswässrige Lösung durch Blutkohle gereinigt und dann zur Krystallisation abgedampft wird. Aus dem Kalksalze wird die Milchsäure dann leicht durch Schwefel- oder Oxalsäure unter Hülfe von Alkohol und Aether getrennt.

Prüfung. Die Untersuchung auf Milchsäure gehört zu den schwierigsten Aufgaben der animalisch-chemischen Analyse. Dies beweist auch der so lange Zeit geführte Streit über die Gegenwart oder Nichtgegenwart der Milchsäure im thierischen Organismus überhaupt. Um sie mit Bestimmtheit nachzuweisen, muss sie zunächst von andern organischen Substanzen getrennt werden, aber darin liegt gerade eine grosse Schwierigkeit; denn fast keiner Säure hängen so hartnäckig fremde Körper an, als gerade dieser. Wir haben so eben in der von *Liebig* angegebenen Darstellungsmethode der Milchsäure aus dem Fleischsaft einen der besten Wege kennen gelernt, um die Milchsäure aus thierischen Flüssigkeiten abzuscheiden. Ist man mit den Eigenschaften der Milchsäure und ihrer Salze hinreichend bekannt, so lässt sich jene Methode vielfach abändern, was um so nothwendiger ist, als man selten bei animalisch-chemischen Untersuchungen über so grosse Mengen von Material zu gebieten hat, als bei jener Darstellungsweise vorausgesetzt wird. Aus den meisten andern thierischen Säften erhält man selten so grosse Mengen Milchsäure, dass selbst eine zur Elementaranalyse ausreichende Menge erhalten würde.

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62, S. 312.

Selbst zu einer Atomgewichtsbestimmung lässt sich oft nicht die hinreichende Menge eines reinen milchsauren Salzes darstellen. Man ist daher sehr oft genöthigt, die Dokymasie der Milchsäure hauptsächlich auf die Krystallform ihrer Salze zu begründen. So viel die übrigen Eigenschaften der milchsauren Salze mit zur Beweisführung der Gegenwart jener Säure beitragen können, so geben doch erst krystallometrische, durch das Mikroskop ausgeführte Untersuchungen eine der der Elementaranalyse an die Seite zu stellende Sicherheit. Wegen der bereits erwähnten höchst geringen Menge von Milchsäure, welche man aus thierischen Säften erhält, pflege ich folgenden leicht abzuändernden Weg einzuschlagen, um die Formen verschiedener Salze unter dem Mikroskop zu studiren: Die aus dem alkoholischen Extracte durch Schwefelsäure oder Oxalsäure dargestellte unreine Milchsäure wird mit Barytwasser versetzt und der Ueberschuss des letztern durch Kohlensäure entfernt; die Lösung des milchsauren Baryts wird zur Syrupconsistenz verdunstet, mit Alkohol versetzt filtrirt, wieder verdunstet und einige Zeit stehen gelassen, um andere Barytsalze, z. B. buttersauren oder inosinsauren Baryt zur Krystallisation zu bringen, dann der Syrup abträufeln gelassen, oder, wenn sich nichts ausgeschieden hat, in Wasser gelöst und mit einer Gypslösung versetzt, die vom schwefelsauren Baryt abfiltrirte Flüssigkeit stark concentrirt, wo sich dann neben Gypskrystallen die beschriebenen Doppelbüschel von milchsaurem Kalk unter dem Mikroskop leicht erkennen lassen. Diese Krystalle werden in Alkohol gelöst und der alkoholischen Lösung des milchsauren Kalks schwefelsaures Kupferoxyd zugesetzt, die Flüssigkeit, nachdem sie einige Zeit gestanden hat (um das überschüssige Kupfersulphat möglichst zur Abscheidung neben dem gebildeten Gyps zu bringen), zur Krystallisation verdunstet und die Krystalle des milchsauren Kupferoxyds mikroskopisch untersucht. Haben sich hier nicht deutliche und messbare Krystalle gebildet, so wird der Rückstand in etwas Wasser gelöst und (zur Zersetzung oder Abscheidung etwa noch vorhandener Buttersäure) stark gekocht, filtrirt und in die ziemlich concentrirte Flüssigkeit ein Zinkstäbchen gestellt. Da, wie oben angegeben, milchsaures Kupferoxyd weit leichter in Wasser löslich ist, als milchsaures Zinkoxyd, so bedeckt sich, wenn die Flüssigkeit concentrirt genug war, das Zink sehr bald mit weissen Krystallen von milchsaurem Zinkoxyd, die, weil sie langsam entstehen, meist sehr gut unter dem Mikroskop messbar sind. Hier findet man schon mit blossem Auge unterscheidbare Krystallgestalten. Sollte man indessen eine genaue krystallometrische Untersuchung wegen Mangels an dem dazu nöthigen Goniometer nicht ausführen können, so fälle man die Lösung des Zinksalzes durch Zinnchlorür siedend heiss und lasse sie einige Zeit stehen; man wird alsdann unter dem Mikroskop Krystalldrusen finden, die Gruppen ineinander geschobener dicker rhombischer Tafeln bilden. Hat man auf diese Weise die verschiedenen milchsauren Salze dargestellt und explorirt (was bei einiger Uebung auch mit ziemlich kleinen Mengen möglich ist), so bedarf es kaum noch

einer Elementaranalyse oder Atomgewichtsbestimmung, um sich von der Gegenwart der Milchsäure für überzeugt zu halten.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Zweifel über die Natur der freien Säure des Magensaftes haben eine grosse Anzahl von Untersuchungen über diesen Gegenstand hervorgerufen. *Prout*¹⁾ und *Braconnot*²⁾ glaubten aus ihren Versuchen schliessen zu dürfen, dass der Magensaft keine Milchsäure, sondern nur Salzsäure enthalte. Später glaubte ich³⁾ die Gegenwart der Milchsäure im Magensaft mehrerer fleischfressenden und pflanzenfressenden Thiere durch Darstellung einzelner milchsaurer Salze mit Bestimmtheit erwiesen zu haben, und leitete das Auftreten freier Salzsäure nur von Zersetzung der Chlormetalle durch Milchsäure bei dem Abdampfen oder Destilliren des Magensaftes her. Dieselbe Ansicht vertrat *Hünefeld*⁴⁾. *Enderlin*⁵⁾ fand im Magensaft eines kurz vorher Enthaupteten keine Milchsäure; *Blondlot*⁶⁾ auch im reinen Magensaft der Hunde nicht; letzterer leitet die saure Reaction desselben von saurem phosphorsauren Kalk ab, während *Lassaigne*⁷⁾ gegen diesen die Anwesenheit freier Salzsäure zu erweisen suchte. Später stellten *Bernard* und *Barreswil*⁸⁾, *Pelouze*⁹⁾, so wie auch *Thomson*¹⁰⁾ eine Reihe von Versuchen an, durch welche sie sich von der Gegenwart der Milchsäure im reinen Magensaft überzeugt zu haben glaubten. In letzter Zeit habe ich¹¹⁾ aus einer grössern Menge reinen Magensaftes milchsaurer Salze dargestellt, und diese in solchen Quantitäten erhalten, dass ich mit mehrern derselben Elementaranalysen und Atomgewichtsbestimmungen vornehmen konnte, welche die Säure des Magensaftes als völlig identisch mit Milchsäure erwiesen. Dabei überzeugte ich mich, dass reiner Magensaft selbst beim blossen Verdunsten im Vacuo allerdings Salzsäure entwickelt (in einem Falle 0,125% Chlorwasserstoff), dass aber alsdann immer noch ein saurer Rückstand bleibt, welcher neben freier Milchsäure milchsaurer Kalk und Chloralkalien enthält, woraus zu schliessen ist, dass, wenn man auch annimmt, es könne neben milchsaurer Kalk nur freie Salzsäure bestehen, im Magensaft doch selbst neben dieser freien Salzsäure auch freie

1) *Prout*, Schweig. Journ. Bd. 42, S. 473.

2) *Braconnot*, Ann. de Chim. T. 59, p. 348.

3) *Lehmann*, erste Aufl. dieses 1840. Bd. 1, S. 284. Bericht üb. d. Fortschritte der physiol. u. path. Ch. im J. 1842. Leipzig, Wigand. S. 10.

4) *Hünefeld*, Chemie u. Medicin. Bd. 2, S. 81 ff.

5) *Enderlin*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 46, S. 123.

6) *Blondlot*, Traité analytique de la Digestion. Paris et Nancy 1843. p. 244 ff.

7) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 10, p. 73 et 189.

8) *Bernard* und *Barreswil*, Journ. de Pharm. et de Chim. Janv. 1845. p. 49.

9) *Pelouze*, Compt. rend. T. 19, p. 1227.

10) *Thomson*, Philos. Mag. 3 S. T. 26, p. 420.

11) *Lehmann*, Berichte d. Gesellschaft d. Wiss. zu Leipzig. Bd. 1, S. 100—105.

Milchsäure mit milchsauren Salzen enthalten ist. Dass übrigens im Magensaft von Hunden sich unter noch nicht ermittelten Bedingungen keine freie oder gebundene Milchsäure, sondern nur freie Salzsäure vorfindet, ist durch die sorgfältigsten Untersuchungen *Schmidt's*¹⁾ neuerdings dargethan worden.

Nach meinen Beobachtungen wird Chlorcalcium (nicht aber Chlornatrium, wie *Bernard* und *Barreswil* behaupten) beim Verdunsten mit freier Milchsäure selbst im Vacuo zersetzt; daher durfte es nicht Wunder nehmen, dass aus reinem Magensaft sich im Vacuo Dünste entwickelten, welche über salpetersaures Silberoxyd geleitet Chlorsilber bildeten. Bemerken muss ich übrigens, dass die von mir aus dem reinen Magensaft sowohl, als aus den Magencontentis dargestellten milchsauren Salze nicht die Zusammensetzung der *a* Milchsäure hatten, sondern der aus Zucker erzeugten *b* Milchsäure. *Bernard* und *Barreswil* führen gegen die *Prout'sche* Behauptung an, dass der reine Magensaft von einem Tropfen einer verdünnten Oxalsäurelösung deutlich getrübt werde, während eine gleiche Menge Oxalsäure in einer Kalklösung, die nur $\frac{1}{1000}$ freie Salzsäure enthält, keinen Niederschlag verursacht; ferner: beim Kochen mit Salzsäure verliert das Stärkmehl die Eigenschaft, durch Iod blau gefärbt zu werden, während Milchsäure diese Veränderung nicht hervorbringt. Kocht man die Lösung eines milchsauren Salzes mit etwas Salzsäure und Amylon, so bleibt dieses unverändert; Stärkmehl mit Magensaft gekocht, behält die Eigenschaft bei, durch Iod gebläut zu werden.

Obgleich mir die Erfahrung *C. Schmidt's*, wonach zuweilen keine Spur von Milchsäure im Magensaft der Hunde gefunden wird, schon vor längerer Zeit mitgetheilt worden war, so ist es mir doch seitdem noch nicht möglich gewesen, die Bedingungen zu ermitteln, unter welchen Milchsäure im Magensaft auftritt und unter welchen sie fehlt. Da mich äussere Verhältnisse verhinderten, einen Hund mit einer Magen fistel zu versehen und ihn zu den betreffenden Versuchen zu benutzen, so habe ich den Magensaft von 44 Hunden gesammelt, die (aus sanitätspolizeilichen Rücksichten dem Tode verfallen) 8 bis 16 St. vor ihrer Tödtung mit Fleisch (Pferdefleisch) und $\frac{1}{4}$ St. vor derselben mit fettigen Knochenstücken gefüttert worden waren. In solchem Magensaft (der Magen der meisten Hunde enthielt neben den Knochenstückchen keine Fleischrudimente mehr) war die Milchsäure an der Form und den Eigenschaften ihrer Salze und an ihrer Sättigungscapacität (aus dem Talkerdesalze bestimmt) auf das evidenteste nachzuweisen. Indem noch überdiess bei dieser Untersuchung die von *Schmidt* ermittelten Verhältnisse in Rücksicht genommen werden konnten, blieb um so weniger ein Zweifel übrig, dass im vorliegenden Falle in der That nicht blos freie Salzsäure, sondern auch eine erhebliche Menge freier Milchsäure vorhanden war. Schon bei der Behandlung des Magensafts mit Kalkwasser zeigten sich beim Verdunsten im Vacuo in Spiritus schwerlösliche, denen des milchsauren Kalks vollkommen gleichende Krystalle; wäre nicht alles Chlorcalcium durch Alkohol extrahirt worden und hätte nicht die Uebertragung der Säure auf Magnesia, Eisenoxydul, Zink, Kupferoxyd die Milchsäure sofort erkennen lassen, so hätte man daran denken können, dass jene Krystalle die sg. viertelsalzsäuren Kalks gewesen seien, allein die Bestimmung der Sättigungscapacität aus dem Talkerdesalze hob jeden Zweifel.

Entsprechend meinen frühern (Th. 3, S. 42 erwähnten) Untersuchungen fand ich auch weniger freie Salzsäure als *Schmidt*, nämlich nur 0,418%, während *Schmidt* in speichelhaltigem Magensaft mindestens 0,471% vorfand; neben der Salzsäure

1) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte u. Stoffwechsel. Mitau u. Leipzig 1852. S. 46—74.

waren aber noch 0,394% freier Milchsäure vorhanden (41,682 gr. Magensaft sättigten = 0,072 grm. Baryt).

Dass in den von Schmidt der Analyse unterworfenen Fällen der Magensaft keine Milchsäure enthielt und an deren Stelle nur freie Salzsäure, daran ist nach den scharfsinnig durchgeführten Untersuchungen nicht zu zweifeln. Schmidt bestimmte unter andern den Gehalt des frischen Magensaftes an Chlor durch starke Ansäuerung mit Salpetersäure und Fällung mit salpetersaurem Silberoxyd; der Niederschlag war frei von organischer Materie; nachdem aus der vom Chlorsilber abfiltrirten Lösung das überschüssige Silber durch Salzsäure entfernt war, wurde dieselbe zur Trockenheit verdunstet, eingäschert und in der Asche die an Chlor gebundenen Basen analysirt; die gefundene Basenmenge reichte nicht aus, um alle aus dem gefundenen Chlorsilber berechnete Salzsäure zu sättigen. Wurde nun von einer Quantität desselben Magensaftes die freie Säure durch Aetzkalklösung, Kalk- oder Barytwasser gesättigt, so ergab sich, dass gerade soviel Kali, Kalk oder Baryt zur Sättigung erfordert wurde, als vorher über die Basen überschüssige Salzsäure aus dem Chlorsilber berechnet worden war; diess hätte nicht der Fall gewesen sein können, wenn neben den Chloralkalien im Magensaft noch milchsaure Alkalien enthalten gewesen wären.

Verschiedene Autoren haben zwar im normalen Speichel die Gegenwart milchsaurer Alkalien angenommen und die zuweilen auftretende saure Reaction des Speichels von freier Milchsäure abgeleitet, allein bei der geringen Menge festen Rückstands, welchen der Speichel giebt, ist es mir selbst mit grössern Parthien desselben (sowohl dem des Menschen als dem des Pferdes) nicht gelungen, milchsaure Salze mit Sicherheit nachzuweisen: dagegen gelang es mir, grössere Mengen des Speichels eines an Diabetes mellitus Leidenden zu sammeln und mich von dem Gehalte desselben an freier Milchsäure bestimmt zu überzeugen.

So oft ich Diabetes mellitus beobachtet habe, zeigte der Speichel saure Reaction; mit dieser Erscheinung und dem heftigen Durste solcher Kranken ist zuweilen eine reichlichere Speichelabsonderung verbunden, durch welche die Gelegenheit, solchen Speichel zu untersuchen, geboten wurde. Da solcher Kranken Speichel zuweilen (nicht immer) Zucker enthält, so sorgte ich dafür, dass derselbe unmittelbar aus dem Munde in Alkohol abfloss, damit etwaige Milchsäurebildung aus dem Zucker vermieden wurde. Das gewonnene Zinksalz zeigte die dem milchsauren Salze zukommende Krystallform sehr deutlich.

Trotz der vermeintlich neutralisirenden Eigenschaft der Galle findet man die Contenta des Dünnarms bei pflanzenfressenden und fleischfressenden Thieren, so wie bei den sog. Omnivoren immer von saurer Reaction, die sich jedoch nach dem Ileum hin zu verringern pflegt; am stärksten tritt die saure Reaction im Duodenum hervor, und zwar besonders bei pflanzenfressenden Thieren. Dass hier die saure Reaction von Milchsäure herrührt, davon kann man sich am leichtesten bei Pferden überzeugen, in deren Duodenuminhalte man sogar (hauptsächlich nach dem Genusse stärkmehreicher Nahrungsmittel) milchsauren Kalk neben freier Milchsäure vorfindet. Ob die zuweilen saure Reaction des Schleim-saftes nichterner Thiere von Milchsäure herrührt, lässt sich bei den geringen Mengen, die man nur davon sammeln kann, nicht mit Gewissheit entscheiden.

Zu wiederholten Malen habe ich den Inhalt des Duodenum eben getödteter Pferde (gesunder, die einer Verwundung wegen getödtet wurden, oder an Malleus erkrankter) unmittelbar in Alkohol fliessen lassen und erhielt aus der heissfiltrirten Flüssigkeit nach dem Concentriren ein weisses, körniges Sediment, welches unter dem Mikroskop die bekannten Doppelbüschel von milchsaurem Kalk zeigte; eine zu einer Analyse desselben gesammelte Menge enthielt 28,97% Wasser und im wasserfreien Zustande 35,831% Kalk, 32,982% Kohlenstoff und 4,543% Wasserstoff; dieses Salz war also *b* milchsaurer Kalk. Aus der Alkohollösung wurde die Milchsäure wie gewöhnlich abgeschieden, und das Talkerde- und Zinksalz krystallometrisch untersucht und quantitativ analysirt, so dass über die Existenz der Milchsäure in jener Flüssigkeit kein Zweifel blieb.

Tiedemann und *Gmelin*¹⁾, so wie *Valentin*²⁾ leiten die saure Reaction des Dünndarmschleims von Milchsäure ab, und sie schliessen dies daraus, dass jener Schleim beim Einäschern eine kohlenäurereiche Asche giebt, was wenigstens nicht in dem Grade der Fall sein könnte, wenn die freie Säure jenes Schleimes eine Mineralsäure wäre.

Auch im Dickdarm haben die Contenta oft noch saure Reaction, und zwar constant nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel; in zwei Fällen, wo ich aus einem Anus praeternaturalis am Colon ascendens grössere Mengen solcher Contenta zu sammeln vermochte, gewann ich so viel Milchsäure, um wenigstens das Zinksalz und Talkerdesalz krystallometrisch zu prüfen.

Der vom Dickdarm (ja schon der vom untern Theil des Ileums) abgesonderte Saft reagirt immer alkalisch; daher die äussern Theile der aus dem Dickdarm entfernten Contenta meist neutral oder alkalisch sind; die innern Theile findet man aber nach vegetabilischer Kost immer sauer, wie auch *Steinhäuser*³⁾ gefunden hat.

Ob in dem Chylus constant milchsaure Salze vorkommen, muss für jetzt noch unentschieden bleiben. In dem aus dem Milchbrustgange zweier Pferde (von denen eines zwei Stunden vor dessen Tödtung mit Hafer, das andere mit Bolis aus Stärkmehl gefüttert worden war) erhaltenen Chylus wurde Milchsäure mit Sicherheit nachgewiesen.

Hier sowohl als bei der Untersuchung des aus Lymph oder Blut erhaltenen alkoholischen Extractes ist auf die fettsauren Salze besonders Rücksicht zu nehmen, und desshalb wurde nach Abscheidung der reinen Milchsäure durch Aether das Extract zur Entfernung der nicht flüchtigen Fettsäuren erst mit Wasser gekocht und nach dem Erkalten filtrirt, nachher aber, wie oben angeführt, die Milchsäure auf Baryt, von diesem auf Kupferoxyd und von demselben auf Zinkoxyd übertragen, damit hierdurch die sog. flüchtigen Fettsäuren möglichst abgeschieden wurden. Diese Untersuchung liess keinen Zweifel übrig über die Existenz milchsaurer Salze im Chylus von Pferden während der Verdauung stärkmehlreicher Nahrungsmittel.

In der Lymph hat noch Niemand die Milchsäure mit wissenschaftlicher Genauigkeit nachgewiesen; indessen ist deren Gegenwart in der-

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 4, S. 349.

2) *Valentin*, Lehrb. d. Physiol. d. Menschen. Bd. 4, S. 343.

3) *Steinhäuser*, experim. nonnulla de sensibilitate et functionibus intestini crassi. Diss. inaug. Lips. 1842.

selben keineswegs unwahrscheinlich; denn abgesehen davon, dass *Marchand* und *Colberg*¹⁾, so wie *Geiger* und *Schlossberger*²⁾ in der Asche der kaum oder gar nicht alkalisch reagirenden, von eiweissartigen Bestandtheilen vorher befreiten Flüssigkeit der Lymphe sehr viel kohlen-saures Alkali fanden: so lässt sich auch nicht einsehen, auf welchem andern Wege als durch die Lymphe die grossen Mengen in den Muskeln gebildeter Milchsäure fortgeschafft würden.

Im gesunden Blute milchsaure Salze nachzuweisen, ist ebenso schwierig oder unmöglich, wie der Nachweis von Harnstoff in demselben; ja es gelingt vielleicht nie, den positiven Beweis für die Existenz des milchsauren Alkalis im gesunden Blute durch den directen Versuch zu führen: allein die einfachste Induction leitet uns darauf hin, solches auch im normalen Blute anzunehmen, wenn es auch nur sehr kurze Zeit darin verweilt. Wir wissen aus zahlreichen Versuchen, wie schnell untaugliche Stoffe und namentlich leicht lösliche Salze aus dem thierischen Organismus durch die Nieren entfernt werden; wir wissen, wie ausserordentlich bald nach dem Genusse Iodkalium im Harn wieder erscheint; wir wissen, dass Harnstoff nur desshalb im gesunden Blute so schwer nachgewiesen zu werden vermag, weil er nur so kurze Zeit im Blute verweilt, dass seine Menge in demselben für unsere jetzigen chemischen Mittel kaum erkennbar ist (*Marchand*³⁾). Es darf uns desshalb nicht wundern, wenn auch die Milchsäure im normalen Blute noch nicht mit aller wissenschaftlichen Genauigkeit nachgewiesen worden ist, zumal da diese auf mehr als einem Wege aus dem Blute entfernt wird. Die milchsauren Alkalien werden im Blute noch schneller und in noch grösserer Menge verbrannt, d. h. in kohlen-saure Alkalien verwandelt, als sie in den Harn übergehen. So lange wir nicht nachweisen können, dass die in dem Muskelgewebe in grosser Menge angehäufte, in dem Chylus und der Lymphe aufgefundene Milchsäure schon in diesen Theilen selbst umgewandelt werde: so lange müssen wir um so eher einen Uebergang derselben in das Blut annehmen, als wir die Gründe recht wohl kennen, wesshalb es der chemischen Analyse noch nicht gelungen ist, die Milchsäure mit aller wissenschaftlichen Schärfe im normalen Blute nachzuweisen. Auf welchem andern Wege als durch das Blut sollte aber die Milchsäure des Chylus oder der Muskelfaser in den Harn übergehen können? So wie sich aber der Harnstoff abnormer Weise im Blute in solchen Mengen ansammeln kann, dass diese der chemischen Analyse zugänglich sind, so auch die Milchsäure. Auf das Vorkommen von Milchsäure im krankhaften Blute hat besonders *Jos. Scherer*⁴⁾ aufmerksam gemacht; derselbe beobachtete in einer Puerperalfieberepidemie öfter sauer reagirendes Blut

1) *Marchand* und *Colberg*, Poggend. Ann. Bd. 43, S. 625.

2) *Geiger* und *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Med. Bd. 5, S. 394.

3) *Marchand*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 41, S. 449.

4) *Jos. Scherer*, Untersuchungen zur Pathol. Würzburg 1843. S. 447—494.

und häufiger noch ein solches, in welchem, da nur freies Albumin und kein Natronaluminat gefunden wurde, eine freie Säure aufgetreten sein musste. *Scherer* hat nun zwar in solchem Blute selbst nicht die Milchsäure direct nachgewiesen; allein da er aus den gleichzeitigen Exsudaten die Milchsäure wirklich ausschied und an ihren Salzen erkannte, so dürfte wohl seine Schlussfolgerung, dass demnach auch die saure Reaction des Blutes von Milchsäure bedingt werde, nicht eben verwerflich sein. Saure Reaction des Blutes und den von *Scherer* beschriebenen ähnliche Zustände fand ich nur dreimal: in einem Falle von Pyämie bei einem Manne und im Blute zweier Frauen (erst 6 bis 10 Wochen nach der Entbindung); in keinem Falle stand mir so viel Material zu Gebote, um die Milchsäure als solche mit Sicherheit nachzuweisen. In jüngster Zeit hat endlich *Scherer*¹⁾ in leucämischem Blute einen nicht unerheblichen Gehalt an Milchsäure nachgewiesen.

Wie schnell die milchsauren Salze im Blute in kohlensaure umgewandelt werden, dürfte aus folgenden von mir angestellten Versuchen²⁾ einleuchten: Schon 13 Minuten nach dem Genusse einer halben Unze milchsauren Natrons (als trocken berechnet) reagierte mein Harn alkalisch. Dass übrigens die Umwandlung der organisch-sauren Alkalien in kohlensaure (wie das zuerst *Wöhler* dargethan) nicht etwa schon in den ersten Wegen, sondern wirklich im Blute vor sich geht, lehrten mich directe Versuche an Hunden, denen ich verschiedene Mengen milchsaures Natron in die Jugularis injicirte; nach 5, spätestens 12 Minuten zeigte deren Harn bereits alkalische Reaction.

Man hat gegen die Anwesenheit der milchsauren Salze im Blute eingewendet, dass die Asche des Blutes nicht alkalisch reagire, und übrigens auch keine kohlensauren Alkalien enthalte; wir haben an einer andern Stelle dieses Werks gezeigt, dass diese Beobachtung *Enderlin's* weder vor ihm, noch nach ihm von irgend Jemandem gemacht oder bestätigt worden ist; s. »Asche des Blutes«, sondern dass bei vorsichtigem Einäschern sich allerdings kohlensaures Alkali im Blute findet, und selbst, wenn dieses nicht der Fall wäre, könnte dies nichts gegen die Gegenwart der Milchsäure beweisen, da beim Einäschern des Blutes genug Schwefel und Phosphor verbrennt, um das vorher an Milchsäure gebundene Alkali zu sättigen. Ohnedies wird durch gewöhnliches phosphorsaures Natron aus kohlensaurem die Kohlensäure ausgetrieben, indem das erstere sich in dreibasisch phosphorsaures Natron verwandelt.

In Exsudaten, namentlich nach Puerperalfiebern, fand *Scherer*³⁾ die Milchsäure frei und gebunden, oft in sehr bedeutender Menge (in einem Falle 0,105% freie Milchsäure). Auch in den Exsudaten eines sogenannten Empyems fand derselbe natronfreies Albumin, von dem er glaubt, dass ihm das Alkali durch Auftreten von Milchsäure entzogen worden ist.

Die Milchsäure, welche zuerst von *Scheele* in der Milch entdeckt wurde, findet sich in gesunder Milch von Menschen oder Thieren nicht vor; nur im abnormen Zustande oder nach rein animalischer Kost wird zuweilen

1) *Scherer*, Verh. d. physikal. medic. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 324.

2) *Lehmann*, Jahresber. 1843, S. 10.

3) *Scherer*, Untersuchungen zur Pathol.

eine Lackmus röthende Milch abgesondert, welche wahrscheinlich Milchsäure enthält. Gesunde Milch erlangt nur erst nach ihrem Austritte aus den Milchdrüsen an der Atmosphäre saure Reaction, welche durch die aus dem Milchzucker durch Gährung entstandene Milchsäure bedingt wird.

*Berzelius*¹⁾ hat bereits vor 42 Jahren freie Milchsäure in den Flüssigkeiten des Fleisches nachgewiesen, und Niemand, der die Versuche dieses zuverlässigsten und scharfsinnigsten aller Experimentatoren wiederholte, konnte namentlich nach den durch neuere Untersuchungen bekannt gewordenen Eigenschaften der Milchsäure und ihrer Salze diese Säure mit irgend einer andern verwechseln.

Die freie Säure ist übrigens in so überwiegender Menge in den Muskeln von *Liebig* gefunden worden, dass derselbe glaubt, sie sei mehr als hinreichend, um das Alkali aller alkalischen Flüssigkeiten des Thierkörpers zu sättigen. *Berzelius* glaubte sich überzeugt zu haben, dass ein Muskel desto mehr freie Milchsäure enthält, je mehr er vorher angestrengt worden ist.

Berzelius schied auf folgende Weise die Milchsäure aus den alkoholischen Extracten thierischer Säfte aus: Zur Ausfällung der Alkalien wurde Weinsäure angewendet, und dann die filtrirte saure Lösung mit kohlensaurem Bleioxyd digerirt; die von den übrigen Bleisalzen durch Filtriren getrennte alkoholische Lösung des milchsauren Bleioxyds ward mit Schwefelwasserstoff behandelt, so dass nur mit sogenanntem Extractivstoff verunreinigte Milchsäure in Lösung blieb. Nach der Verdunstung des Alkohols wurde die Säure durch von Erden gereinigte Thierkohle filtrirt und dann mit Zinnoxidulhydrat behandelt, wodurch jenes schwerlösliche milchsaure Salz ausgeschieden wurde. Dieses ward dann wieder durch Schwefelwasserstoff zerlegt und die Milchsäure weiter untersucht.

Auch im Saft der sogenannten glatten Muskeln ist von mir²⁾ und in dem der Milz von *J. Scherer*³⁾ die Gegenwart der Milchsäure mit Sicherheit nachgewiesen worden.

Im Schweiß glauben *Anselmino*, *Thenard* und *Berzelius*⁴⁾ Milchsäure und milchsaures Ammoniak gefunden zu haben, indessen konnte ich mit *Schottin* weder im normalen, noch im krankhaften Schweiß eine Spur davon entdecken.

In der Galle muthmasst *Berzelius*⁵⁾ ebenfalls milchsaures Alkali.

Es lässt sich schon aus dem, was wir oben über die schleunige Umwandlung der milchsauren Alkalien im Blute gesagt haben, von vorn herein erwarten, dass die Milchsäure im Harn, wenn sie überhaupt in demselben vorkommt, ein höchst variabler Bestandtheil desselben sein werde; und diese Voraussetzung hat sich auch durch die Erfahrung bestätigt. So eifrig ich selbst früher die Ansicht vertreten habe, dass Milchsäure

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 573. Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 1832. Jahresber. Bd. 27, S. 585—594.

2) *Lehmann*, vergl. *Walther*, Diss. inaug. med. Lips. 1854.

3) *J. Scherer*, Verh. d. phys. med. Ges. z. Würzburg 1852, S. 299.

4) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 398.

5) *Ders.*, ebendas. S. 298.

constant im thierischen Harn vorkomme, und die saure Reaction desselben lediglich von jener Säure herrühre, so habe ich mich doch überzeugt, dass die früher von mir obwohl sorgfältig ausgeführten Untersuchungsmethoden auf jene Säure zu Täuschungen Veranlassung geben können, namentlich wenn man sich mit der blossen Darstellung des Zinksalzes begnügt; allein man irrt ebensosehr, wenn man zu behaupten wagt, dass der Harn gesunder Menschen und Thiere unter gewissen physiologischen Verhältnissen niemals Milchsäure oder milchsäure Salze enthalte. Eine weiter ausgedehnte Untersuchung hat mich zu folgenden Resultaten geführt: In allen Fällen, wo entweder die Zufuhr milchsaurer Salze zum Blute sehr gross ist, rühre dieselbe von einer grössern Menge in den Muskeln erzeugter Säure oder von den entsprechenden Nahrungsmitteln her, oder wo die Oxydation im Blute nicht genügend von Statten geht: lässt sich im Harn Milchsäure mit aller der Sicherheit nachweisen, welche die heutige Wissenschaft nur von solchen Untersuchungen erwarten kann. Daher rührt es, dass selbst bei einem und demselben Individuum an einem Tage Milchsäure im Harn gefunden wird, an einem andern aber nicht; daher kommt es, dass bei vielen Personen sich keine Milchsäure im Harn nachweisen lässt, bei andern dagegen (und zwar insbesondere bei solchen, die in Folge wiederholter Katarrhe an partieller Erschlaffung des Lungengewebes leiden und sich oft noch ganz gesund dünken) constant diese Säure im Harn auftritt; daher rührt es, dass Thiere bei stärkmehereichem Futter und stetem Aufenthalt im Stalle Milchsäure durch die Nieren (ja zum Theil auch durch die Milchdrüsen) ausscheiden, während man in ihrem Harn unter andern Verhältnissen nichts von dieser Säure entdecken kann; daher rührt es endlich, dass in den meisten fieberhaften Krankheiten Milchsäure im Harn nachzuweisen ist.

Die Details dieser Untersuchungen, die an einem andern Orte niedergelegt worden sind, liefern vielfache Bestätigungen der von mir früher über den Harn angestellten Versuche¹⁾. *Berzelius*²⁾ zweifelte auch in letzter Zeit nicht an der Richtigkeit seiner früher betreffs des Milchsäuregehalts des Harns erlangten Resultate. *Boussingault*³⁾ wies noch in neuester Zeit die Milchsäure im Harn mit Kartoffeln gefütterter Schweine, so wie in dem der Kühe und Pferde nach (im Harn des Pferdes fand er z. B. 1,128% milchsäures Kali und 0,884% milchsäures Natron). Im Harn der Pferde fanden *Robin* und *Verdeil*⁴⁾ erst jüngst milchsäuren Kalk in reichlicher Menge.

Für den oben ausgesprochenen Satz spricht auch die von mir fast durchgängig gemachte Erfahrung; dass neben der Gegenwart einer erheblichen Menge oxalsäuren Kalks im Harn immer auch Milchsäure gefunden wurde, so dass man schon aus der mikroskopischen Untersuchung eines Harns oft auf Gegenwart oder Abwesenheit der Milchsäure im Harn schliessen kann. Darum gesellt sich auch in Krankheiten, wo wir eine Vermehrung des Kalkoxalats wahrnehmen, z. B. bei Lungenemphysem,

1) *Lehmann*, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 25, S. 4 u. Bd. 27, S. 257. Wörterb. d. Physiol. Bd. 1, S. 10.

2) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 590.

3) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér., T. 15, p. 97—114.

4) *Robin* und *Verdeil*, Mém. de la Société de Biologie. T. 4, p. 25, 1850.

Nervenstörungen, Rhachitis u. dergl., immer Milchsäure zu diesem Salze. *Scherer*¹⁾ und *Marchand*²⁾ haben im Harn rhachitischer Kinder zuweilen eine erhebliche Vermehrung der Milchsäure beobachtet, wie ich sie auch bei der sog. Osteomalacie der Erwachsenen gefunden habe.

Zu Untersuchungen auf den Gehalt an Milchsäure muss, wenn man aus der Constitution des Nierenexcretes etwas schliessen will, stets frischer Harn verwendet werden; denn wir sind durch *Scherer's*³⁾ schöne Untersuchung über die Harnghärung zuerst auf die allmähliche Zunahme der freien Säure des Harns beim Stehen an der Luft aufmerksam gemacht worden; hier muss sich die Milchsäure aus irgend einem unbekanntem Stoffe, einem sog. Extractivstoffe, bilden; ich⁴⁾ hatte etwas Aehnliches früher nur vom diabetischen Harn gezeigt, den ich frisch gelassen immer neutral fand, später aber sauer werden sah; wegen des Zuckergehalts des diabetischen Harns war jedoch diese Erfahrung weniger wichtig, als die *Scherer's*. Man kann hieraus wohl schliessen, dass der von den Nieren excernirte Harn bereits in der Blase eine ähnliche Säuerung erleide, und dass daher die oft gefundene Milchsäure doch erst ein Zersetzungsproduct sei, welches sich ausser der Sphäre vitaler Thätigkeit gebildet habe. Ist es aber erlaubt, diese Milchsäuregärung nach dem Vorkommen von Krystallen freier Harnsäure zu beurtheilen, so kann sie in der Blase nur höchst selten eintreten, da nur in sehr seltenen Fällen ein Harn entleert wird, der frischgelassen schon freie Harnsäure enthält: denn es ist ein sehr irriger, leider aus einer Semiotik in die andere übergepflanzter Wahn, dass die Fälle häufig seien, wo frischgelassener Harn bereits freie Harnsäure enthalte.

In der Allantoysflüssigkeit eines Kalbes glaubt *Lassaigne*⁵⁾ milchsaures Natron gefunden zu haben.

*C. Schmidt*⁶⁾ hat aus der Flüssigkeit eines osteomalacischen Röhrenknochens, die stark sauer reagirte, Milchsäure ausgeschieden, indem er milchsaures Zinkoxyd darstellte, dessen Krystalle krystallometrisch bestimmte und damit eine Elementaranalyse ausführte.

Ursprung. Wenn wir uns aus dem Vorkommen der Milchsäure im Thierkörper einen Schluss auf deren Entstehung erlauben dürfen, so werden wir darauf geführt, einen doppelten Ursprung derselben anzunehmen. Kaum möchte wohl Jemand daran zweifeln, dass die nach der Verdauung von Vegetabilien in den Darmcontentis und im Chylus gefundene Milchsäure ihre Entstehung dem Stärkmehl oder Zucker der Nahrungsmittel verdanke, die bei ihrem Aufenthalte in den ersten Wegen sich nach einer ähnlichen Gleichung in jene Säure umwandeln, wie bei der sogenannten Milchgärung. Allein schwieriger dürfte es sein, die wahre Genesis der in den Muskeln in so grosser Menge angehäuften Milchsäure zu erweisen; man könnte zwar annehmen, dass die in den ersten Wegen aus Vegetabilien gebildete Milchsäure durch irgend einen Mechanismus oder Chemismus vorzugsweise von der Muskelfaser angezogen werde, sich darin anhäufe und dort zu besondern Zwecken diene: allein

1) *Scherer*, Unters. z. Pathol. S. 74 ff.

2) *Marchand*, Lehrb. d. phys. Ch. S. 405.

3) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42, S. 471 u. Unters. z. Pathol. S. 4—46.

4) *Lehmann*, de urina diabet. diss. inaug. Lips. 1835.

5) *Lassaigne*, Ann. de Phys. et de Chim. 1850. T. 17, p. 295.

6) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 302--306.

dagegen spricht doch einigermaßen die Erfahrung, dass fleischfressende Thiere in ihren Muskeln nicht weniger Milchsäure enthalten als pflanzenfressende, und dass im Harn der Carnivoren und des Menschen, sobald er sich nur von Animalien nährt, immer noch freie Milchsäure gefunden wird, was schwerlich der Fall wäre, sollte die den Muskeln zugeführte Säure nur von der in dem genossenen Fleische enthaltenen Milchsäure herrühren. Betrachtet man aber die Milchsäure der Fleischflüssigkeit nur als ein Umwandlungsproduct, welches sich bei der Function der Muskelfaser gebildet hat, so steht der Ansicht, diese Säure gehe aus der Zersetzung der Muskelsubstanz selbst hervor, eigentlich nichts weiter entgegen, als dass es bisher noch nicht gelungen ist, aus irgend einem stickstoffhaltigen Thierstoffe, sei er eiweiss- oder leimartig, Milchsäure durch Gährung oder irgend ein anderes Mittel zu erzeugen. Wir würden aber in unsern physiologischen Forschungen nicht weit kommen, wollten wir alle die Processe, welche wir zufällig noch nicht ausserhalb des lebenden Körpers wahrzunehmen im Stande waren, für unmöglich erklären. Die Möglichkeit einer theilweisen Umwandlung der eiweissartigen Stoffe in Milchsäure erscheint aber selbst nach neuern Untersuchungen über die verschiedenen Zersetzungsweisen und Producte der Eiweisskörper keineswegs absurd; denn *Guckelberger*¹⁾, der unter den Oxydationsproducten der Eiweisskörper Aldehyd fand, deutet schon darauf hin, dass in jenen Stoffen ein Atomenaggregat verborgen liegen müsse, aus welchem Milchzucker oder Milchsäure hervorgehen könne; denn Milchzucker liefert nach seiner Erfahrung mit Chromsäure ebenfalls Aldehyd, und andererseits fand auch *Engelhardt*²⁾ unter den Destillationsproducten des milchsäuren Kupferoxyds dasselbe Essigsäurealdehyd. Auf die Analogie der Milchsäure und der bereits so oft unter den Zersetzungsproducten thierischer Stoffe gefundenen Metacetonsäure haben wir bereits oben aufmerksam gemacht. Es würde daher gerade keine unerwartete Erscheinung sein, wenn es gelänge, aus Leim oder Proteinkörpern auf irgend eine Weise Milchsäure zu erzeugen.

Ausserdem lässt sich zur Begründung dieser Ansicht auch noch folgende Betrachtung anstellen; das neben der Milchsäure in der Fleischflüssigkeit gefundene Kreatin ist oft ein Zersetzungsproduct der Muskelsubstanz, denn sonst würde es sich noch an andern Orten, als im Urin wiederfinden; nun zerfällt aber das Kreatin nach *Liebig's* Entdeckung durch Alkalien in Harnstoff und eine dem Lactamid und Alanin isomere, dem letztern überdiess höchst ähnliche Substanz, das Sarkosin; es wäre nun wenigstens nicht ungereimt zu denken, dass bei der natürlichen Metamorphose das Kreatins im Thierkörper, wo sich kein Sarkosin findet, das Kreatin sich zwar ebenfalls in Harnstoff zersetze, aber anstatt des Sarkosins, unter Aufnahme von Wasser, Milchsäure und Ammoniak bilde,

1) *Guckelberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 99.

2) *Engelhardt*, ebendas. Bd. 70, S. 244—250.

wobei freilich zu erklären bliebe, was aus dem Ammoniak geworden wäre. Uebrigens ist es nicht wohl denkbar, dass die Milchsäure aus dem Blute, wo sie so leicht und schnell consumirt wird, in die Muskelsubstanz übergehe, was sie doch müsste, wenn sie von der aus den Amylaceis im Darmcanale gebildeten Säure herrühren sollte.

Nutzen. Wenn wir der Milchsäure einen wesentlichen Einfluss auf die Verdauung der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel zuschreiben, so ist dies keine aus dem constanten Vorkommen jener Säure im Magensaft entlehnte Conjectur; vielmehr sind wir durch directe Versuche ¹⁾ mit künstlichen Verdauungsmitteln zu dem Resultate geführt worden, dass Milchsäure und Salzsäure bei der Verdauung durch keine andre mineralische oder organische Säure ersetzt werden können.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass die in den Magen- und Darmcontentis gefundene Milchsäure und deren Salze lediglich von der Säure des abgesonderten Magensaftes herrühren; sicher wird der grösste Theil der in jenen so wie auch im Chylus gefundenen Milchsäure erst aus der Umwandlung des Stärkmehls oder Zuckers der Nahrungsmittel herzuleiten sein; man würde aber andererseits zu viel schliessen, wollte man annehmen, dass alles Stärkmehl und aller Zucker der Nahrungsstoffe in Milchsäure umgewandelt werden müssten, um den Zwecken des Organismus zu dienen. Die Gründe, weshalb wir dieser Annahme, trotz der scheinbaren Unterstützung durch positive Beobachtungen, nicht Folge leisten können, werden wir erst im Laufe unsrer weitern physiologischen Betrachtungen erörtern können. So viel ist aber allerdings durch Thatsachen dargethan, dass ein Theil jener Stoffe wirklich in Milchsäure umgewandelt wird und unter der Form milchsaurer Alkalien ins Blut übergeht. Folgen wir *Liebig's* geistreicher Eintheilung der Nährstoffe in eigentliche Nahrungsmittel und Respirationsmittel, so kennen wir keinen Stoff, der besser im Blute die Zwecke der Respirationsmittel erfüllte, als gerade das milchsäure Alkali, von dem wir gesehen haben, wie schnell es im Blute zu kohlen saurem Alkali verbrennt: nichts mit einem Worte könnte besser zur Unterhaltung der thierischen Wärme dienen, als milchsäure Salze.

Uebrigens dürfte *Liebig's* Hypothese ²⁾ manches für sich haben, dass nämlich durch die saure Muskelflüssigkeit und den alkalischen Inhalt der Capillargefässe eine elektrische Spannung erregt werde, welche auf die Function der Muskeln von Einfluss sein könnte.

Glycinsäure. C, H₃ O₃ . HO.

Eigenschaften. Diese Säure bildet eine syrupartige Flüssigkeit, von stark saurem Geschmack, mit Wasser, Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischbar, von stark saurer Reaction auf Pflanzenfarben, giebt

¹⁾ *Lehmann*, Berichte der Gesellsch. der Wiss. zu Leipzig. 1849.

²⁾ *Liebig*, a. a. O.

gleich der Milchsäure mit keinem Reagens einen Niederschlag, ausser mit essigsauerm Bleioxyd, dem Aetzammoniak im Ueberschuss zugesetzt wird. Ihre Salze sind in Wasser leicht löslich; das Zinkoxydsalz krystallisiert ähnlich wie das der Milchsäure; das Barytsalz ist aber auch krystallisierbar. Wegen Reduction des Silberoxyds durch die Säure war das Silberoxydsalz nicht darstellbar.

Zusammensetzung. Diese von *Strecker*¹⁾ entdeckte und später von *Strecker* und *Socoloff*²⁾ näher untersuchte Säure besteht aus

Kohlenstoff	4 At.	34,579
Wasserstoff	3 „	3,947
Sauerstoff	5 „	52,634
Wasser	4 „	11,843
		100,000

Sättigungscapazität = 11,940. Nach der *Strecker*'schen Ansicht, die auch in den Zersetzungsproducten der Hippursäure eine neue Begründung findet, ist diese Säure aus Formylaldehyd und Ameisensäure componirt = $C_2 H_2 O_2 \cdot C_2 H O_3 \cdot HO$.

Darstellung. Diese Säure, welche bis jetzt noch nicht im thierischen Organismus präformirt gefunden wurde, bildet sich theils durch Behandlung des Glycins mit salpetriger Säure, theils durch Zerlegung der aus der Hippursäure entsprossenen Benzoglycinsäure durch Erwärmen mit verdünnten Mineralsäuren. Die auf die eine oder die andere Weise gebildete Glycinsäure wird an Baryt gebunden, das entstandene Salz durch Umkrystallisiren gereinigt, durch Schwefelsäure zerlegt und dann die stark eingeeengte Flüssigkeit durch Behandeln mit Aether, ähnlich der Milchsäure, rein erhalten.

Stickstofflose gepaarte Säuren.

Wir haben bereits oben einer Reihe organischer Säuren Erwähnung gethan, die man nach des genialen *Kolbe* Untersuchungen als Oxalsäuren gepaart mit gewissen Kohlenwasserstoffen betrachten konnte; ja durch *Strecker*'s scharfsinnige Forschungen ist es fast ausser Zweifel gesetzt worden, dass Milchsäure und die ihr homologen Säuren Ameisensäuren sind, mit dem einen oder andern Aldehyde gepaart. Schon aus diesen Beispielen konnte man ersehen, welchen Begriff man mit dem Ausdrucke: *gepaarte* oder *copulirte Säuren* verbindet. Wir haben in der reinen Chemie ausser den obenerwähnten eine Anzahl Säuren kennen gelernt, welche

1) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68, S. 52—55 u. Bd. 75, S. 27—46.

2) *Strecker* und *Socoloff*, ebendas. Bd. 80, S. 34—43.

den herkömmlich gültigen Regeln der Chemie zuwider durch ihre Vereinigung mit einem andern Körper, sei er stickstoffhaltig oder stickstofffrei, nicht nur nichts von ihrer Acidität einbüßen, sondern ihre frühere Sättigungscapacität vollständig heibehalten. Obgleich verbunden mit dem sogenannten *Paarlinge* (Copula), sättigt also die Säure noch dieselbe Quantität Basis, als ob der organische Stoff, der ihr anhängt, gar nicht existirte. Indessen ist dieses Anhängsel, welches der Säure als integrierender Bestandtheil in alle ihre Verbindungen folgt, nicht ohne Einfluss auf ihre physikalischen und mehrere chemischen Eigenschaften; wie die freien Säuren dieser Art, so pflegen auch ihre Salze denen der nicht copulirten Säuren in Krystallform, Löslichkeit u. s. w. ziemlich unähnlich zu sein.

Fassen wir den Begriff der Paarung möglichst eng und zwar hier blos im Bezug auf die sauren gepaarten Körper, so müssen wir uns besonders vor einigen Verwechslungen hüten, zu welchen eine zu weite Ausdehnung jenes Begriffs schon oft geführt hat. So werden wir weiter unten eine Anzahl organischer Körper kennen lernen, welche, den anorganischen Salzen analog, aus einer organischen Säure und einem organischen Oxyde bestehen; in diesen ist aber die Säure durch das Oxyd völlig neutralisirt, und daher kann auf diese der Ausdruck Paarung keine Anwendung finden. Da diese salzartigen Verbindungen sich aber von den gewöhnlichen binären Salzen z. B. dadurch unterscheiden, dass sie nicht ohne weiteres durch Wahlverwandschaften, sondern erst unter gewissen eigenthümlichen physikalischen Bedingungen in ihre näheren Bestandtheile zerlegt werden können, so nannte *Berzelius* diese Verbindungen Halide und die organischen Oxyde Halidbasen. In der Zoochemie sind die Fette die wichtigsten dieser Halide.

Mit den gepaarten Säuren sind ferner nicht zu verwechseln jene sauer reagirenden und basensättigenden Verbindungen, welche aus der Vereinigung einer Säure mit einem organischen Oxyde hervorgehen, wobei jedoch die Säure die Hälfte ihrer Sättigungscapacität verloren hat; solche Säuren sind als saure Salze der organischen Basis zu betrachten.

Unter den Haliden wird von diesen sauren Salzen, die man sonst allerdings als besondere Säuren betrachtete, ausführlicher die Rede sein. In 100 Th. der Weinschwefelsäure sind 63,5 Th. Schwefelsäure mit Aethyloxyd und Wasser verbunden; diese 63,5 Th. Schwefelsäure würden im isolirten Zustande = 121,8 Th. Baryt sättigen: in dieser Verbindung werden von ihr aber nur 60,9 Th. Baryt gesättigt; daher sieht man diese Verbindung als saures Salz = doppelschwefelsaures Aethyloxyd und nicht als mit Aethyloxyd gepaarte Schwefelsäure an.

Endlich gehören zu den gepaarten Säuren auch jene nicht, welche aus der Behandlung organischer Körper durch Salpetersäure entstanden sind; auf diese findet vielmehr die Lehre von der Substitution ihre Anwendung; es tritt nämlich hier der auffallende, aber durch neuere Untersuchungen ganz ausser Zweifel gesetzte Umstand ein, dass die Untersalpetersäure oder ein Atomaggregat = NO_2 einzelne Atome Wasserstoff

in den verschiedensten organischen Körpern vertreten kann, wobei die vorher sauren Stoffe ihre Acidität und die vorher basischen ihr Basicität fast unverändert beibehalten. Die Pikrinsäure ist z. B. nicht eine gepaarte Salpetersäure = $C_{12} H_2 N_2 O_8 \cdot N O_5$, sondern der Phenylsäure $C_{12} H_5 O$ analog $C_{12} H_2 (N O_4)_3 O$; es sind also in ihr 3 At. Wasserstoff durch 3 At. $N O_4$ vertreten.

Unter den hierher gehörigen Säuren wurde die von *Winkler* entdeckte Mandelsäure zuerst von *Liebig*¹⁾ als eine solche aus Benzoylwasserstoff und Ameisensäure gepaarte Säure ($C_{14} H_6 O_2 \cdot C_2 H O_3 \cdot HO$) erkannt, während später erst von *Laurent* und *Gerhardt*²⁾ die Theorie der Paarung (accouplement) aufgestellt wurde. Dieser Säure steht die Amygdalinsäure sehr nahe, in welcher *Liebig* und *Wöhler*³⁾ ausser dem Benzoylwasserstoff gleichzeitig noch Zucker mit der Ameisensäure gepaart fanden. In neuerer Zeit haben *Rochleder* und *Hlasiwetz*⁴⁾ die Caincasäure ($C_{16} H_{13} O_7 \cdot HO$) als eine mit Zucker und Terpenthinöl gepaarte Ameisensäure erkannt (= $C_4 H_4 O_4 \cdot C_{10} H_8 \cdot C_2 H O_3$); *Strecker*⁵⁾ hat jüngst mehr als wahrscheinlich gemacht, dass die Gerbsäuren mit Zucker gepaarte Säuren seien. Unter den gepaarten Säuren, deren Paarling stickstofffrei ist, interessirt uns vorzüglich die von *Strecker* entdeckte und analysirte Benzoglycinsäure, die im wasserhaltigen Zustande als gepaart aus Benzoësäure und Glycinsäure (s. oben S. 84 sq.) gedacht werden kann; künstlich hat *Strecker*⁶⁾ auch eine Benzomilchsäure durch Erhitzen von Milchsäure und Benzoësäure auf 180° dargestellt. Viele von den organischen Säuren höhern Atomgewichts und reichlichem Gehalts an Sauerstoff mögen aber den gepaarten Säuren angehören; deshalb erlaubten wir uns unter dieser Gruppe auch zugleich die *Lithofellinsäure* und *Cholstture* abzuhandeln. Was hier von den stickstofffreien Säuren gesagt worden ist, gilt noch in viel höherem Grade von den stickstoffhaltigen Säuren, in denen der Stickstoff wohl immer dem Paarling angehören mag; wir besprechen daher auch dort alle stickstoffhaltigen Säuren, wenn auch deren Paarungscharacter keineswegs evident dargethan ist. Wir behandeln aber die stickstoffhaltigen gepaarten Säuren erst später in besonderer Gruppe, nachdem wir die stickstoffhaltigen Körper, welche als Paarlinge auftreten können, erst selbst kennen gelernt haben.

Benzoglycinsäure. $C_{18} H_7 O_7 \cdot HO$.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet ein weisses, krystallinisches Pulver oder farblose, ziemlich grosse Prismen; sie ist in kaltem Wasser

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. und Pharm. Bd. 18, S. 319.

2) *Laurent* und *Gerhardt*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. S. T. 24, p. 200—208.

3) *Liebig* und *Wöhler*, Ann. der Ch. u. Pharm.

4) *Rochleder* und *Hlasiwetz*, Ber. d. Ak. d. W. z. Wien. Jul. 1850.

5) *Strecker*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 84, S. 248—250.

6) *Strecker* und *Socoloff*, ebendas. Bd. 80, S. 42.

schwerlöslich, leichter in heissem; in letzterem zersetzt sie sich jedoch allmählich; in heissem Wasser schmilzt sie zu öligen Tropfen, wenn dessen Menge zur vollständigen Lösung nicht ausreicht. In Aether und Alkohol ist sie leicht löslich. Beim Erhitzen schmilzt sie und erstarrt beim Erkalten krystallinisch, bei stärkerem Erhitzen entwickelt sie weisse Nebel von Benzoësäure und hinterlässt einen geringen kohligen Rückstand. Durch Erwärmen mit verdünnten Säuren wird sie in Benzoësäure und Glycinsäure zerlegt (vergl. oben S. 87 sq.).

Zusammensetzung. Diese von *Strecker* entdeckte und dann von ihm und *Socoloff*¹⁾ näher untersuchte Säure hat folgende empirische Zusammensetzung:

Kohlenstoff	18 At.	60,00
Wasserstoff	7 „	3,89
Sauerstoff	7 „	31,11
Wasser	1 „	5,00
		100,00

Sättigungscapacität = 4,678. Ihre theoretische Formel ist nach *Strecker* = $C_{14} H_5 O_3 \cdot C_4 H_3 O_5$.

Verbindungen. Die Salze dieser Säure sind in Wasser grösstentheils löslich, viele von ihnen auch in Alkohol; sie sind ohne Reaction auf Pflanzenfarben; durch die meisten Säuren, selbst Essigsäure, wird die Benzoglycinsäure aus ihren Verbindungen mit Basen ausgeschieden. Die meisten Salze sind krystallisirbar, mit Ausnahme des in Wasser völlig unlöslichen Eisenoxydsalzes.

Das Amid dieser Säure stellt die unten beschriebene *Hippursäure* dar, denn $H_2 N \cdot C_{18} H_7 O_6 - C_{18} H_9 N O_6$.

Darstellung. Durch einen Brei von mit käuflicher Salpetersäure zerriebener Hippursäure wird bei gewöhnlicher Temperatur ein Strom von Stickstoffoxyd geleitet, etwa 5 bis 6 Stunden lang; es entwickelt sich dabei Stickstoff ($C_{18} H_9 N O_6 + N O_3 = C_{18} H_8 O_8 + H O + 2 N$). Die Masse wird nachher mit viel Wasser versetzt, wobei sich der grösste Theil der Benzoglycinsäure ausscheidet; nach völliger Entfernung der Salpetersäure durch Auswaschen wird die Säure an Kalk gebunden, das Kalksalz sorgfältig ausgewaschen und durch Salzsäure zerlegt.

Lithofellinsäure. $C_{40} H_{36} O_7 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure krystallisirt in kleinen, sechsseitigen, gerade abgestumpften Prismen, ist leicht pulverisirbar, schmilzt bei 205° und erstarrt dann wieder krystallinisch, wenn sie nicht viel höher

1) *Strecker* und *Socoloff*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 80, 47—43.

erhitzt worden ist; war dagegen letzteres der Fall, so erstarrt sie zu einer glasigen, negativ idioelektrischen Masse; in diesem Zustande schmilzt sie schon bei 105 bis 116°; durch Auflösen oder blosses Befeuchten mit Alkohol geht die Säure aber wieder in ihren schwerschmelzbaren Zustand über; an der Luft erhitzt, verflüchtigt sie sich in weissen, aromatisch riechenden Dämpfen; entzündet verbrennt sie mit leuchtender, rusender Flamme; durch trockne Destillation wird sie zersetzt; sie ist in Wasser nicht, in heissem Alkohol leicht löslich, aber nur wenig in Aether; von Essigsäure wird sie leicht aufgelöst; aus ihren löslichen Salzen wird sie durch Säuren als amorphes Coagulum gefällt.

Zusammensetzung. Diese berechneten *Ettling* und *Will* ¹⁾ aus ihren Analysen = der Formel $C_{42} H_{36} O_8$; *Wöhler* ²⁾ leitet dagegen aus den seinigen die Formel $C_{40} H_{36} O_8$ ab; *Berzelius* ³⁾ findet aber die oben angegebene Formel nach der Sättigungscapacität der Säure am richtigsten; sie würde demnach zusammengesetzt sein aus:

Kohlenstoff	40 At.	70,384
Wasserstoff	36 „	40,557
Sauerstoff	7 „	16,422
Wasser	1 „	2,640
		100,000

Sättigungscapacität = 2,41.

Verbindungen. In ätzendem und kohlensaurem Ammoniak ist diese Säure leicht löslich, bleibt aber beim Verdunsten der Lösung ammoniakfrei zurück; durch Baryt- und Kalksalze wird jene Lösung nicht gefällt; auch von Aetzkali wird sie leicht aufgelöst, durch überschüssiges Kali aber, so wie durch Salmiak daraus gefällt; mit Blei- und Silbersalzen giebt die gesättigte, nur schwach alkalisch reagirende Kalilösung weisse Niederschläge, die beim Erwärmen pflasterartig werden. *Ettling* und *Will* haben ein in Nadeln krystallisirendes Silbersalz erhalten, *Wöhler* nur ein amorphes.

Darstellung. Diese von *Göbel* ⁴⁾ zuerst gefundene Säure wird aus gewissen Darmconcrementen durch heissen Alkohol ausgezogen, die Lösung durch Thierkohle entfärbt und allmählich verdunstet.

Prüfung. Diese ist nach den angeführten Eigenschaften ziemlich leicht auszuführen; jedoch würde man, wenn sie wo anders als in Darmconcrementen gefunden wird, immer noch eine Elementaranalyse damit anstellen müssen.

1) *Ettling* und *Will*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 39, S. 237—244.

2) *Wöhler*, Pogg. Ann. Bd. 54, S. 255.

3) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 22, S. 580.

4) *Göbel*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 39, S. 237.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieser Körper findet sich nach *Merklein* und *Wöhler*¹⁾ so wie nach *Taylor*²⁾ nur in gewissen Bezoaren, welche hauptsächlich aus dem Darne und besonders dem Magen mancher im Oriente einheimischer Ziegengattungen entlehnt werden; andere Bezoare enthalten Ellagsäure.

Ursprung. Ob die Lithofellinsäure aus der Galle herstamme oder von dem Genusse harziger Nahrungsmittel, ist bis jetzt nicht zu entscheiden; denn sie ist den Harzen eben so ähnlich als den harzigen Säuren der Galle. Die Analogie mit der Ellagsäure spricht allerdings mehr für den Ursprung aus den Nahrungsmitteln; sollte es sich bestätigen, was *Taylor* anführt, dass die lithofellinsäurehaltigen Concremente hauptsächlich im *Magen* jener Thiere gefunden werden, so würden sie natürlich nicht aus der Galle abgeleitet werden können.

Cholsäure. $C_{48} H_{39} O_9 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure krystallisirt in Tetraëdern, selten in Quadratoktaëdern, ist farblos, glänzend, leicht pulverisirbar; die Krystalle verwittern an der Luft; sie schmeckt bitter mit einem schwach süßlichen Nachgeschmack, löst sich in 750 Th. kochendem und 4000 Th. kaltem Wasser; in Alkohol ist sie besonders beim Erwärmen sehr leicht löslich, von 27 Th. Aether wird sie ebenfalls gelöst. Die aus Aether krystallisirte Säure bildet rhombische Tafeln (*F. T. 5 F. 2*), die 2 At. Wasser enthalten, die aus Alkohol krystallisirt in Tetraëdern mit 5 At. Wasser; die aus Alkohol durch Wasser ausgeschiedene Säure enthält 2 At. Wasser, welche sie bei 100° abgibt, während die tafelförmige bei derselben Temperatur nur 1 At. verliert. Uebrigens röthet diese Säure Lackmus stark, schmilzt bei 195° und zersetzt sich bei höherer Temperatur; über 195° verwandelt sie sich unter Verlust des basischen Wasseratoms in Choloidinsäure, bei 290° aber in Dyslysin (*Strecker*³⁾); entzündet verbrennt sie mit leuchtender Flamme; in Schwefelsäure löst sie sich auf; setzt man zu dieser Lösung einen Tropfen Zuckerwasser (1 Th. Zucker auf 4 Th. Wasser), so wird die Flüssigkeit schön purpurviolett gefärbt. Wird Cholsäure längere Zeit mit concentrirter Salzsäure gekocht, so verliert sie ihre Krystallisirbarkeit und wird in die harzartige Choloidinsäure umgewandelt; kocht man noch länger, so verliert der Körper mit seiner Löslichkeit in Alkohol und Alkalien auch seine sauern Eigenschaften und bildet dann *Dyslysin*. Durch Einwirkung von kochender Salpetersäure wird sie haupt-

1) *Merklein* und *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 55, S. 129—143.

2) *Th. Taylor*, Lond. Edinb. and Dubl. Phil. Mag. T. 28, p. 192—200.

3) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 275—278.

sächlich in Caprin-, Capryl- und Cholesterinsäure verwandelt, ohne Oxalsäure oder die flüchtigen Säuren der ersten Gruppe zu liefern.

Zusammensetzung. Diese von *Demarcay* zuerst rein dargestellte Säure wurde später von *Strecker*¹⁾ genauer untersucht; er fand sie der obigen Formel entsprechend constituirt; sie besteht darnach aus

Kohlenstoff	48 At.	70,588
Wasserstoff	39 „	9,559
Sauerstoff	9 „	17,647
Wasser	1 „	2,206
		100,000

Sättigungscapazität = 2,005.

*Mulder*²⁾ hat aus seinen Analysen für dieselbe Säure die Formel $C_{50} H_{36} O_6 + 5 HO$ abgeleitet.

Strecker, der durch seine ausgezeichnete Arbeit über die Rindsgalle unsere Kenntniss über diese immer noch räthselhafte Flüssigkeit so sehr gefördert hat, vermehrte leider, die rücksichtlich der Cholsäure bereits bestehende Verwirrung noch mehr dadurch, dass er dieser Säure den Namen *Cholalsäure* gab, und den Namen Cholsäure dagegen einer andern, später zu beschreibenden Säure beilegte. Es ist allerdings wahr, dass *Gmelin* jene Säure der Galle, deren Salze er süß schmeckend fand, Cholsäure nannte, und dass dieselbe von ihm für stickstoffhaltig gehalten wurde, allein die von *Demarcay* zuerst reiner dargestellte stickstofflose Säure, welche nach Darstellungsweise und Eigenschaften identisch mit der hier beschriebenen ist, hat den Namen Cholsäure so lange getragen, dass er wohl beibehalten zu werden verdient, und zwar um so mehr, als der Name *Cholalsäure* keineswegs eine nähere, bedeutungsvollere Bezeichnung jener Säure in sich schliesst. Wir behalten daher die vom Entdecker, *Demarcay*, dieser Säure gegebene Bezeichnung bei.

Verbindungen. Die cholsauren Salze sind von bitterm, ein wenig süßlichem Geschmacke, in Alkohol sind sie sämmtlich auflöslich, in Wasser jedoch nur die cholsauren Alkalien und Baryt, dagegen das Kalksalz sehr wenig. Aus den Lösungen kohlensaurer Alkalien wird die Kohlensäure von der Cholsäure beim Erwärmen ausgetrieben.

Cholsaures Kali, $KO \cdot C_{50} H_{36} O_6$, wird durch Abdampfen der alkoholischen Lösung oder durch Zusatz von Aether in Krystallnadeln erhalten; bei freiwilligem Verdunsten der wässrigen Lösung bildet es einen Firniss; in überschüssiger Kalilauge ist das Salz unlöslich und wird daher durch Zusatz von Aetzkali gallertartig gefällt. Fast ebenso verhält sich *cholsaures Natron* und *cholsaures Ammoniak*, welches letztere nur beim Verdunsten den grössten Theil seines Ammoniaks verliert. *Cholsaurer Kalk*, durch Präcipitation erhalten, ist amorph, wird aber durch Zusatz von Aether krystallinisch. *Cholsaures Silberoxyd* ist nur wenig in Wasser löslich, wird aber durch Kochen krystallinisch.

Umwandlungsproducte. *Choloidinsäure* ist in ihren Salzen der Cholsäure vollkommen isomer; dieselbe entsteht, wie oben erwähnt, aus der Cholsäure durch Kochen mit stärkern Säuren; sie kann aber auch

1) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 4—64.

2) *Mulder*, Unters. üb. d. Galle, übers. v. Völkel. Frankf. a. M. 1847. S. 26.

erhalten werden, wenn man den durch Aether fällbaren Theil des alkoholischen Extracts der Galle einige Stunden mit Salzsäure kocht; durch Auflösen in Alkohol und Fällen mit Aether kann sie leicht gereinigt werden. Eigenthümlich ist der Cholidinsäure, dass sie im isolirten Zustande kein basisches Wasser enthält, also wirklich wasserfrei dargestellt werden kann; sie bildet eine weisse, amorphe, harzige, pulverisirbare Masse, die sich nicht in Wasser, leicht in Alkohol, wenig in Aether löst; aus alkoholischer Lösung wird sie ebensowohl durch Wasser als durch Aether milchig und zuletzt harzartig gefällt; die alkoholische Lösung röthet Lackmus. Beim Erwärmen wird die Cholidinsäure weich, schmilzt bei 150° und verwandelt sich bei 295° unter Abgabe von 3 At. Wasser in Dyslysin. Mit concentrirter Schwefelsäure und Zucker giebt sie dieselbe Reaction wie die Cholsäure. Mit Salpetersäure destillirt giebt sie dieselben flüchtigen Säuren, wie die Oelsäure bei gleicher Behandlung, ausserdem aber noch *Choloidan*-, *Cholesterin*-, *Nitrocholsture* und *Cholacrol* (*Redtenbacher*¹⁾).

Ihre Salze schmecken rein bitter, ohne süssen Beigeschmack; die Säure wird aus denselben durch stärkere Säuren, selbst durch Kohlensäure ausgetrieben; dagegen wird die Kohlensäure aus ihren Salzen durch Erwärmen mit Cholidinsäure ausgetrieben. Die Alkalisalze dieser Säure sind in Wasser und Alkohol löslich, aber nicht in Aether, durchaus nicht krystallisirbar; *cholidinsaurer Baryt*, obgleich dem cholsauren isomer, ist nicht krystallisirbar und in Wasser unlöslich. Mit Erden und Metalloxyden bildet diese Säure in Alkohol lösliche, in Wasser unlösliche Salze.

Dyslysin, $C_{48} H_{36} O_6$ (*Strecker*), $C_{50} H_{36} O_6$ (*Mulder*), entsteht aus Cholsäure oder Cholidinsäure auf eine der oben erwähnten Weisen; die so gebildete Masse wird mit Wasser und Alkohol ausgezogen, in Aether gelöst und daraus wieder durch Alkohol gefällt; es bildet eine grauweisse Masse, deren Löslichkeitsverhältnisse aus ihrer Reinigungsweise ersichtlich sind; sie ist aber auch in Säuren und Alkalien unlöslich. Dieser Körper wird aber wieder in Cholidinsäure umgewandelt, wenn man ihn mit Kalihydrat schmilzt oder mit einer alkoholischen Kalilösung kocht.

Aus der Cholidinsäure *Demarcay's* hat *Berzelius* noch zwei Säuren ausgeschieden, die er *Fellinsäure* und *Cholinsäure* nennt; er wie *Mulder* sehen daher die Cholidinsäure als ein Gemeng dieser beiden Säuren an; leider hat *Strecker* in seiner übrigens so vortrefflichen Untersuchung nicht die Rücksicht auf diese Stoffe genommen, die sie wohl verdienen, da jeder so wie *Mulder* bei Wiederholung der Versuche die Angaben von *Berzelius* bestätigt finden wird. Wir begnügen uns indessen hier die wichtigsten Unterschiede beider Säuren anzuführen.

Cholinsäure ($C_{50} H_{38} O_8$ *Mulder*) bildet weisse, lichte Flocken, die beim Trocknen braun und pulverisirbar werden, in Wasser unlöslich; ihre Baryt- und Bleioxydsalze backen leicht zusammen und sind in Alkohol fast unlöslich; das Ammoniaksalz dieser Säure scheidet sich aus dem Gemeng mit dem der andern Säure als weisse, seifenartige Masse ab.

1) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 445—470.

Fellinsäure ($C_{50} H_{40} O_{10}$) bildet schneeweiße Flocken, die beim Trocknen pulverisierbar werden, löst sich wenig in Wasser und noch schwerer in Aether als Cholsäure. Ihre Baryt- und Bleioxydsalze sind in Alkohol löslich.

Redtenbacher destillierte so lange Salpetersäure über Choloidinsäure ab, als sich noch Dämpfe von salpetriger Säure entwickelten; er erhielt alsdann in der Vorlage Essig-, Butter-, Baldrian-(?), Capron-, Oenanth-, Capryl-, Pelargon- und Caprinsäure (also ganz dieselben, die er bei gleicher Behandlung der Oelsäure gewann), ausserdem aber noch ein schweres, betäubend riechendes Oel, welches durch Behandlung mit Alkalien in *Nitrocholsäure* und *Cholacrol* zerfiel; in der Retorte blieben (als durch weitere Behandlung mit Salpetersäure unveränderlich) Oxal-, *Choloidan-* und *Cholesterinsäure*.

Cholacrol, $C_8 H_5 N_2 O_3$, gelbes Oel von stechendem, betäubendem, zimmtartigem Geruche, in Alkohol und Aether leicht, in Wasser schwer löslich, indifferent gegen Säuren und Alkalien, zersetzt sich bei 100° unter Entwicklung von salpetriger Säure, manchmal schwach verpuffend.

Nitrocholsäures Kali, $KO \cdot C_2 H N_2 O_9$, citronengelbe, quadratische Tafeln, riecht schwach betäubend, verpufft bei 100° , zersetzt sich beim Kochen mit Wasser, wird von Metallsalzen nicht gefällt.

Wird die in der Retorte zurückgebliebene dickliche, braungelbe Masse in ein Becherglas ausgegossen, so trennt sie sich beim Erkalten in zwei Schichten, die obere ist schaumartig und besteht aus Krystallen: Choloidansäure, die untere ist gelbbraun, sauer und bitter.

Die *Choloidansäure*, $C_{10} H_{12} O_7$, krystallisiert in atlasglänzenden, haarförmigen Prismen; trocken ist sie asbestartig, selbst in heissem Wasser ziemlich schwerlöslich, leicht aber in Alkohol, röthet Lackmus, wird in höherer Temperatur zersetzt, nicht aber durch Salz- oder Salpetersäure. Ihre Salze sind, selbst die der Alkalien, schwer- oder unlöslich und nicht krystallisierbar.

In jener gelbbraunen Mutterlauge ist noch Oxalsäure, eine harzige Masse und Cholesterinsäure enthalten.

Die *Cholesterinsäure*, $C_8 H_4 O_3 \cdot HO$, ist eine dem Kirschgummi ähnliche, lichtgelbe Masse von ziemlich saurem und bitterem Geschmack, zieht aus der Luft Wasser an, löst sich in Wasser und Alkohol mit gelblicher Farbe, zersetzt sich beim Erhitzen; ihre Verbindungen mit Alkalien und alkalischen Erden sind nicht krystallisierbar, in Wasser auflöslich, die mit Metalloxyden unlöslich. Das Silbersalz löst sich beim Kochen auf und giebt beim Erkalten krystallinische Krusten.

Darstellung. Die Cholsäure, welche sich in der Galle mit stickstoffhaltigen Körpern gepaart findet, wird am leichtesten erhalten, wenn man die harzigen, durch Aether aus alkoholischer Gallenlösung gefällten Massen mit verdünnter Kalilauge 24 bis 36 Stunden lang kocht, bis das ausgeschiedene Kalisalz krystallinisch zu werden anfängt. Aus dem in Wasser gelösten Kalisalze wird die Säure durch Salzsäure abgeschieden; durch Zusatz einiger Tropfen Aether zu der vorher harzartigen Säure wird dieselbe krystallinisch, fest und zerreiblich; pulverisirt wird sie dann mit Wasser ausgewaschen, in Alkohol umkrystallisirt und endlich noch durch etwas Aether vom Farbstoff befreit.

Prüfung. Die Cholsäure lässt sich, auch wenn sie nicht völlig rein dargestellt worden ist, schon durch jene Färbung erkennen, welche sie mit Zucker und Schwefelsäure giebt. Jene Reaction, die zuerst von *Pettenkofer*¹⁾ entdeckt wurde, tritt mit keiner andern Substanz als der

1) *Pettenkofer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 90—96.

Cholsäure ein; es ist aber völlig gleich, ob die Cholsäure bereits in Cholidinsäure metamorphosirt, oder ob sie noch mit ihren Paarlingen (als gepaarte Säure) verbunden ist. Man wendet daher dieses vortreffliche Mittel meist an, um wenigstens im Allgemeinen die Gegenwart von Galle oder eines ihrer Derivate nachzuweisen. Man verfährt dabei am besten auf folgende Weise: Das alkoholische Extract einer auf Gallenstoffe zu prüfenden Flüssigkeit wird in wenig Wasser gelöst und mit einem Tropfen einer Zuckerlösung (von 1 Th. Zucker auf 4 Th. Wasser) gemischt; hierauf setzt man reine englische Schwefelsäure (die namentlich frei von schwefliger Säure sein muss) tropfenweise zu dem Gemische; die Flüssigkeit wird sich nun trüben von ausgeschiedener Gallensäure; bei vermehrtem Zusatz von Schwefelsäure verschwindet die Trübung und die Flüssigkeit wird wieder vollkommen klar und in den ersten Momenten meist gelb; sehr bald aber wird sie blass kirschroth, bald darauf dunkelcarminroth, purpurfarben und endlich intensiv violett. Wie zu allen Experimenten, so ist auch zur Anstellung dieses Versuchs einige Uebung und die Beachtung einiger Vorsichtsmassregeln nothwendig, ohne welche man sehr leicht die Gegenwart von Galle gänzlich übersehen kann. Namentlich ist es nothwendig, nicht zu viel Zucker zuzusetzen, da dieser durch die Schwefelsäure leicht braun und schwarz gefärbt wird; hauptsächlich aber muss, wie *Pettenkofer* hervorgehoben, die stets concentrirt anzuwendende Schwefelsäure mit der Vorsicht zugesetzt werden, dass die Temperatur des Gemisches 50° nicht viel übersteigt; allein die Reaction tritt ebensowenig ein, wenn man die Vorsicht zu weit treibt und eine Erwärmung durch den Schwefelsäurezusatz gänzlich zu vermeiden sucht; eine Erwärmung bis gegen 50° habe ich sogar nothwendig gefunden. Sollte die Flüssigkeit anfangs nur kirschroth oder dunkelcarminroth werden, so braucht man die Probe nur stehen zu lassen; nach einiger Zeit nimmt sie die intensiv violette Farbe an. Es ist übrigens gleich, welche Art von Zucker man zur Ausführung dieser Prüfung anwendet; auch Essigsäure kann die Stelle des Zuckers vertreten.

*Van den Broek*¹⁾ behauptet, dass jene Reaction auch ohne Zucker mit blossen Gallenstoffen eintrete; dies zu beobachten ist mir nie gelungen; ohne Zucker war höchstens eine rothe und rothbraune Färbung der Flüssigkeit zu erzielen, aber nimmermehr die charakteristische, intensiv violette. Wenn aber auch nicht aus diesem Grunde, so doch aus einigen andern ist *van den Broek* darin beizustimmen, dass diese Reaction zur Prüfung auf Zucker untauglich sei, nämlich erstens, weil die Stelle des Zuckers auch durch andere Körper, z. B. Essigsäure vertreten werden kann, und zweitens weil wir viel bessere und sicherere Mittel zur Entdeckung des Zuckers besitzen.

*F. Kunde*²⁾ machte in meinem Laboratorium die Erfahrung, dass auch Oelsäure, so wie einige ätherische Oele ebenfalls die Fähigkeit besitzen, mit concentrirter Schwefelsäure und etwas Zucker dieselbe Färbung zu erzeugen, wie Cholsäure und

1) *Van den Broek*, holländische Beiträge. Utrecht u. Düsseld. 1846. S. 100—2.

2) *F. Kunde*, Dissert. inaug. Berol. 1850.

ihre Paarungen. Auch *M. S. Schultze*¹⁾ gelangte unabhängig von *Kunde's* Erfahrung zu demselben Resultate. Indessen ist eine Verwechslung beider Materien unsren Beobachtungen nach deshalb nicht leicht möglich, weil die Elaine und Oelsäure mit Schwefelsäure und Zucker nur sehr langsam und zwar unter Sauerstoffabsorption, also nur in dünnen Lagen z. B. auf einem Uhrgläschen, jene Färbung hervorbringen.

Sollte es darauf ankommen, die Cholsäure von den gepaarten Gallensäuren oder der Choloidinsäure zu unterscheiden, wie dies bei Untersuchung des Blutes, Urins und der Excremente in Frage kommen kann, so ist es am besten, das alkoholische Extract mit etwas Schwefelsäure anzusäuern und mit Aether zu extrahiren; in diesem sind nämlich die gepaarten Gallensäuren so wie auch die Choloidinsäure so gut wie unauflöslich; da der cholsaure Baryt auflöslich und krystallisirbar, was der choloidinsaure nicht ist, so lässt sich hierdurch, so wie durch die Krystallisirbarkeit der freien Cholsäure diese von der Choloidinsäure leicht unterscheiden; die Gallensäuren sind nicht nur in Aether völlig unlöslich, sondern sie liefern auch, die eine mit Kali gekocht, Ammoniak, die andere mit Salzsäure Taurin, welches letztere, wie weiter unten gezeigt werden wird, leicht durch seine Krystallform unter dem Mikroskop zu erkennen ist.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. In der Galle findet sich von ihren Paarlingen isolirte Cholsäure oder Choloidinsäure nicht vor, es müsste denn die Galle innerhalb des Thierkörpers in der Gallenblase oder ausserhalb des Organismus bereits in Zersetzung übergegangen oder eine dieser Säuren erst durch die chemische Behandlung der Galle erzeugt worden sein.

Im Blute und im Urin findet man gar nicht selten in Krankheiten, bei denen selbst die Leber nicht unmittelbar afficirt ist, Stoffe, welche die oben beschriebene Gallenreaction geben; allein in den meisten Fällen sind dort noch die gepaarten Verbindungen dieser Säure, nicht aber reine Cholsäure oder Choloidinsäure und deren Salze enthalten, wie vielfache neuerdings in meinem Laboratorium angestellte Versuche erwiesen haben.

In den normalen festen Excrementen fand *Pettenkofer*²⁾ keine Substanz, welche jene Gallenreaction gegeben hätte; dagegen immer in den Stuhlgängen bei Diarrhöen. Indessen habe ich auch in ganz normalen Excrementen immer etwas Cholsäure nachweisen können.

Das alkoholische Extract der vorher getrockneten festen Excremente gab mit Schwefelsäure und Zucker keine Reaction, wurde aber jenes Extract mit Aether ausgezogen, der Rückstand der ätherischen Lösung durch Behandlung mit Wasser von den stets beigemengten Fettsäuren befreit, so gab die etwas concentrirte, wässrige Lösung (jenes ätherischen Extracts) mit jenen Mitteln die schönste Gallenreaction. Bei Verwendung einer grössern Menge Materials wurde die Säure krystallisirt erhalten, sie entwickelte mit Kali kein Ammoniak und gab mit Baryt ein lösliches Salz, so dass diese Säure kaum etwas anderes als Cholsäure sein konnte.

1) *M. S. Schultze*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 74, S. 266—277.

2) *Pettenkofer*, a. a. O.

In dem Darmcanale kann man die Anwesenheit der Galle in den Contentis noch im ganzen Dünndarme verfolgen, wenn das alkoholische Extract jener Contenta mit Schwefelsäure auf oben angeführte Weise behandelt wird.

Erinnere ich mich recht, so hat *Pettenkofer* nach einer mir gemachten Privatmittheilung bereits diese Beobachtung gemacht; bei Thieren habe ich mich mehrmals von deren Richtigkeit überzeugt; in dem Falle einer Darmfistel, wo sich nicht genau bestimmen liess, ob das perforirte Stück dem Dün- oder Dickdarme angehörte, auch aus der Darmzotten Abwesenheit nichts geschlossen werden konnte, liess sich die Diagnose durch die Gallenprobe machen; spätere Erfahrungen bestätigten, dass die Fistel dem Dünndarme angehörte.

Dass in den Exsudaten zuweilen cholsäurehaltige oder cholsäureliefernde Stoffe vorkommen, bedarf keines Beweises, da das Blut so häufig mit gleichen Stoffen überladen ist.

Hier erwähne ich nur, dass in den hydropischen Exsudaten bei einer granulirten Leber und andererseits bei einem mit Insufficienz der Mitralklappen und Verstopfung des Gallenausführungsganges erhebliche Mengen Gallenstoffe gefunden wurden. Unter dem Capitel: Exsudate, hierüber ausführlicher.

Die Gegenwart von Gallenstoffen in krankhaftem Speichel und Lungenauswurf ist von *Wright*¹⁾ behauptet, aber nicht erwiesen worden.

Ursprung. Wir werden später auf die verschiedenen Meinungen über den Ursprung der wesentlichen Bestandtheile der Galle ausführlicher zurückkommen müssen; daher wir an dieser Stelle nur an dasjenige erinnern, was von chemischer Seite her etwa über die Entstehung der Cholsäure Licht verbreiten könnte. Dass die Chol- so wie die Coloidinsäure zunächst aus den gepaarten Gallensäuren hervorgeht, ist bereits erwähnt; nach den jetzigen theoretischen Ansichten gilt aber die Cholsäure in jenen Gallensäuren als präformirt, so wie man überhaupt in jeder gepaarten Säure das eigentlich säuernde Atomenaggregat als bereits gebildet ansieht. Wir lassen hier die Frage, ob die Galle schon im Blute oder erst in den Leberzellen gebildet werde, ganz bei Seite, und fragen nur: aus welchen Stoffen des Thierkörpers geht jenes Atomenaggregat hervor, welches wir Cholsäure nennen? Sprächen auch nicht eine Anzahl physiologischer und pathologischer Gründe dafür, dass die Fette hauptsächlich das Material zur Bildung der Galle liefern, so würden uns doch schon die oben bezeichneten Erfahrungen über die Oxydationsproducte der Chol- und Cholidinsäure darauf führen, dass diese Stoffe in einem nahen Zusammenhange mit den Fetten, insbesondere mit der Oelsäure stehen; denn wir sehen, dass *Redtenbacher* ganz dieselben flüchtigen Säuren (erster Gruppe) aus der Cholidinsäure mittelst Salpetersäure erhielt, wie aus der Oelsäure, ausserdem aber noch einige andere specifische Stoffe; diese letztern können füglich von einem in der Cholsäure uns noch ver-

1) *Wright*, Handb. d. Bibl. d. Auslandes. Speichel, v. *Wright*. S. 431.

horigen Atomenaggregat herrühren, welches als ein Paarling in der Cholsäure anzunehmen ist; denn wenn es schon nicht unwahrscheinlich ist, dass die so einfachen Säuren, wie Essigsäure, Buttersäure u. dergl. als gepaarte Säuren zu betrachten sind, so ist man fast gezwungen, eine Säure, wie die Cholsäure, von so hohem Atomgewicht und so bedeutendem Sauerstoffgehalte, d. h. von so geringer Sättigungscapacität, als eine gepaarte zu betrachten. Da die Cholsäure sich rücksichtlich ihrer Zersetzungsproducte in der angeführten Weise verhält, so könnte man in dieser Säure eine gepaarte Oelsäure muthmassen; nehmen wir nun die letztere in jener an, so bleibt uns für den Paarling das Atomaggregat ($C_{48} H_{39} O_9 - C_{36} H_{33} O_3 = C_{12} H_6 O_6$, ein Atomencomplex, der dieselbe procentische Zusammensetzung giebt, wie die von *Redtenbacher* in den Zersetzungsproducten der Cholidinsäure gefundene Cholesterinsäure, dieser also einfach polymer ist (denn $C_{12} H_6 O_6 : C_8 H_4 O_4 = 3 : 2$).

Da die Betheiligung der Fette an der Bildung der Galle durch die exactesten Untersuchungen *Bidder's* und *Schmidl's* (s. unten »Fette« und im 3. Th. »Ernährung«) ausser Zweifel gesetzt ist, so ist die Ansicht, Cholsäure könne eine aus dem Atomcomplex $C_{12} H_6 O_6$ und Oelsäure gepaarte Säure sein, keine aus der Luft gegriffene Hypothese.

Man vergl. *Ludwigs**) Ansicht über diese Hypothese.

Stickstoffhaltige basische Körper.

Diese Art von Stoffen kommt hauptsächlich im Pflanzenreiche vor; diejenigen derselben, welche in der Thierchemie eine Erwähnung verdienen, sind fast alle nur Zersetzungsproducte bekannter thierischer Materien; insofern sie aber, gleich vielen der bisher beschriebenen Säuren, über die Constitution der Stoffe, aus welchen sie hervorgehen, manchen Aufschluss geben können, so dürfen sie auch in der Zoochemie nicht übergangen werden. Da kein wahres Alkaloid ohne Stickstoff existirt, so dürfte ihre Basicität wesentlich von ihrem Stickstoffgehalte abhängen; dafür spricht auch die Erfahrung, dass das Sättigungsvermögen dieser Körper völlig unabhängig von ihrem Sauerstoffgehalte ist; dasselbe richtet sich vielmehr in den meisten Fällen nach dem Stickstoffgehalte, d. h. 4 Aeq. Stickstoff der Basis verlangt 4 Aeq. Säure, damit ein neutrales Salz gebildet werde. *Berzelius* hat daher die Ansicht aufgestellt, dass die stickstoffhaltigen Basen nichts als Ammoniakverbindungen seien, denen

*) *Ludwig*, Lehrb. d. Physiol. d. M. Bd. 4, S. 34.

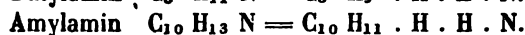
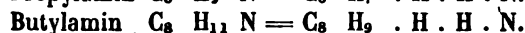
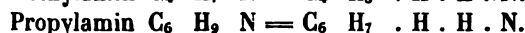
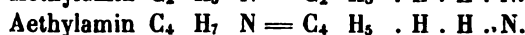
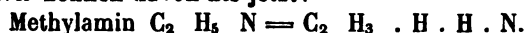
ein stickstoffloser oder stickstoffhaltiger Körper als Paarling beigetreten ist. Für diese Ansicht spricht hauptsächlich, dass auch diese Basen, gleich reinem freiem Ammoniak, sich nicht mit Sauerstoffsäuren vereinigen können, ohne gleichzeitig ein Atom Wasser aufzunehmen, dass sie dagegen mit Salzsäure und andern Wasserstoffsäuren sich verbinden, ohne Wasser abzuscheiden; dem Ammoniak gleichen sie endlich auch insofern, als ihre salzsauren Verbindungen mit Platinchlorid dem Platinsalmiak ähnliche, schwerlösliche Verbindungen geben. Dass der Stickstoff übrigens nicht als solcher die Basicität bedingt, dürfte auch daraus hervorgehen, dass das Sättigungsvermögen der Substanz, wenn sie auch mehrere Aequivalente Stickstoff enthält, meistens nur einem Aequivalente desselben entspricht, so dass nur dieses eine Aequivalent mit Wasserstoff oder demselben homologe Kohlenwasserstoffverbindungen, als basisches Moment, der übrige Stickstoff aber als dem Paarling angehörig zu betrachten ist.

Diese organischen Basen zerfallen übrigens in zwei ziemlich wohl characterisirte Gruppen, nämlich in sauerstofffreie und sauerstoffhaltige; da die erstern ohne Ausnahme flüchtig sind, die letzteren nicht, so könnte man sie ebensogut in flüchtige und nichtflüchtige eintheilen.

Sauerstofffreie Alkaloide.

Diese Gruppe von Körpern zeigt in ihrer empirischen Zusammensetzung die grösste Aehnlichkeit mit den früher erwähnten Nitrilen; ihre rationelle Zusammensetzung muss aber eine von diesen gänzlich verschiedene sein, da sie in ihren chemischen Eigenschaften wesentlich different sind. Die Nitrile zeigen nie basische Eigenschaften, während die Alkaloide weder durch Säuren noch durch Alkalien in Sauerstoffsäuren und Ammoniak zerlegt werden können, noch auch mit Kalium Cyankalium bilden. Wenn man daher die *Berzelius'sche* Ansicht, dass die Alkaloide gepaartes Ammoniak sind, bei irgendwelchen Stoffen bestätigt findet, so ist es bei den sauerstofffreien Alkaloiden, die in allen ihren Verbindungsverhältnissen soviel Analogien mit dem Ammoniak zeigen, dass man dasselbe als den Repräsentanten dieser Gruppe aufstellen möchte. Allein neueren zum Theil höchst scharfsinnigen Versuchen nach sind diese stickstoffhaltigen Basen nicht ganz in dem Sinne als gepaarte Ammoniakverbindungen aufzufassen, in welchem dies von *Berzelius* geschah; während nämlich dieser in jenen Basen unverändertes Ammoniak = $\text{H}_3 \text{N}$ annahm, muss man nach den vortrefflichen Forschungen *Wurtz's*, *Hoffmann's* und Anderer annehmen, dass in solchen Körpern einzelne Atome des Wasserstoffs im Ammoniak substituirt sind durch gewisse Kohlenwasserstoffe. Man nimmt nun nicht blos an, sondern man vermag es durch verschiedene Mittel, an die Stelle von 1, 2 oder 3 Atomen Wasserstoff im Ammoniak zusammengesetzte Radicale zu setzen. Diese zusammengesetzten Stoffe, welche im

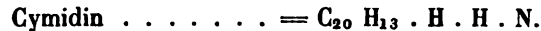
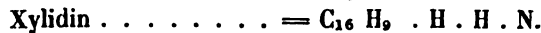
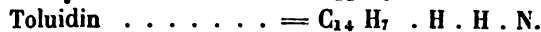
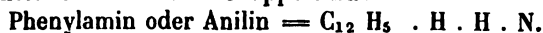
Ammoniak die Stelle gewisser Aequivalente Wasserstoff vertreten, sind meistens Kohlenwasserstoffe, welche denen entsprechen oder identisch sind, die bereits unter den organischen Säuren erwähnt wurden und die Radicale der sogenannten Halidbasen bilden. In folgenden Basen ist 1 Atom Wasserstoff des Ammoniaks vertreten durch 1 At. eines Radicals jener Halidbasen, die sich nur durch $C_2 H_2$ von einander unterscheiden, also durch einen Stoff von der generellen Formel $C_{2n} H_{2n+1}$; nennen wir dieses Radical X, so ist die allgemeine Formel dieser Gruppe von Alkaloiden = $X H H N$. Wir kennen davon bis jetzt:



Wir kennen ferner eine andre Gruppe von Kohlenwasserstoffen, welche wiederum in einer gewissen Beziehung zu der dritten Gruppe der oben beschriebenen Säuren stehen; jene Säuren betrachteten wir als Verbindungen von $C_n H_{n-7} . C_2 O_3$. Die Radicale $C_n H_{n-7}$ sind im isolirten Zustande meist unbekannt; man kennt aber ihre Verbindungen mit Wasserstoff als ölige Stoffe, aus denen die entsprechenden Alkaloide dargestellt werden können, nämlich:



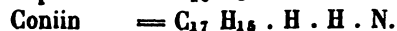
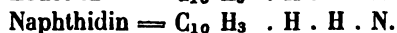
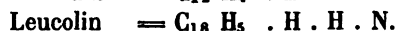
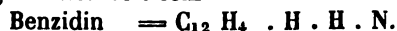
Bezeichnen wir die Gruppe dieser Kohlenwasserstoffe $C_n H_{n-7}$ mit Y, so ist die generelle Formel der hierher gehörigen Basen = $Y . H . H . N$. Diese Alkaloide unterscheiden sich ganz wie die der vorgenannten Gruppe und beide Arten von Kohlenwasserstoffen constant durch $C_2 H_2$. Die bis jetzt bekannten Glieder dieser Gruppe sind:



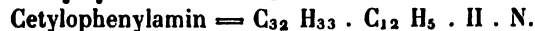
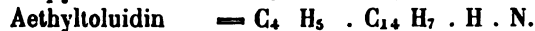
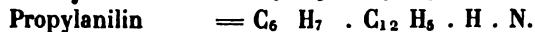
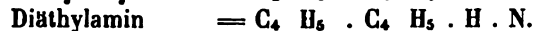
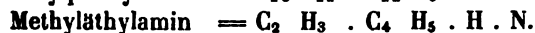
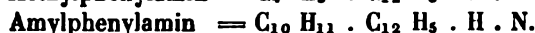
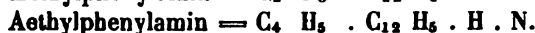
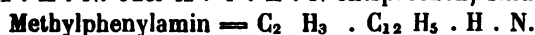
Den obigen Kohlenwasserstoffen schliesst sich das Naphthalin an, welches als $C_{20} H_7 . H$. betrachtet werden kann, und das entsprechende Alkaloid bildet:



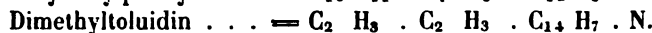
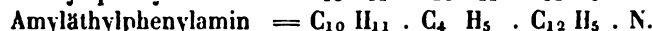
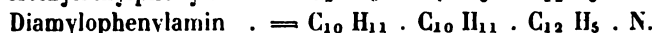
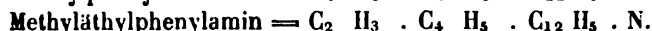
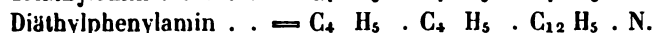
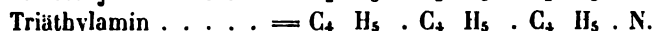
Aehnlich mögen constituirt sein:



Wenn aber diese Anschauungsweise der Constitution der genannten Alkaloide noch zweifelhaft erscheinen möchte, so dürfte durch *Hoffmann's* Entdeckung verschiedener Methoden, auch die andern Wasserstoffatome des Ammoniaks durch ähnliche Kohlenwasserstoffe zu ersetzen und somit neue Alkaloide zu bilden, fast jeder Zweifel gehoben sein. Es kann also nicht nur das eine At. Wasserstoff durch X vertreten werden, sondern das zweite durch Y, ja es ist *Hoffmann* sogar gelungen Alkaloide zu erzeugen, in welchen alle 3 At. Wasserstoff des Ammoniaks durch solche Kohlenwasserstoffe vertreten sind, mögen diese einer und derselben oder verschiedenen Gruppen angehören. Solche Körper, in denen 2 At. Wasserstoff des Ammoniaks durch Kohlenwasserstoffe vertreten sind, die also der Formel $X \cdot X \cdot H \cdot N$. oder $X \cdot Y \cdot H \cdot N$ entsprechen, sind:

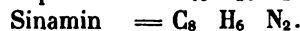
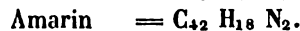
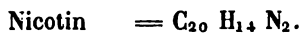


Basen, in welchen alle 3 At. Wasserstoff des Ammoniaks durch die genannten Kohlenwasserstoffe ersetzt werden, sind beispielsweise folgende:

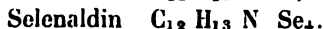
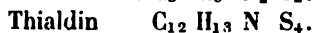


Da die genannten Kohlenwasserstoffe beider Gruppen sich durch gewisse Aequivalente von $C_2 H_3$ unterscheiden, so ist von selbst ersichtlich, dass sich hierbei eine sehr grosse Anzahl isomerer oder richtiger metamerer Körper bilden müssen, z. B. Triäthylamin = $C_{12} H_{15} N$ und Methylamylamin = $C_{12} H_{15} N$, Trimethylamin und Propylamin = $C_6 H_9 N$.

An diese Stoffe schliesst sich noch eine andere Art flüchtiger, sauerstofffreier Alkaloide an, deren innere Constitution weniger genau erforscht ist; sie enthalten mehr als 1 At. Stickstoff und sind folgende:



Die schwefelhaltigen und selenhaltigen Alkaloide sind mehr als Analoga der sauerstoffhaltigen zu betrachten; sie sind folgende:



Die meisten dieser sauerstofffreien Alkaloide sind Kunstproducte, d. h. finden sich nicht präformirt in der Natur vor, ausser Nicotin und Coniin.

Tropfbarflüssig sind bei gewöhnlicher Temperatur die der ersten, zweiten und dritten Gruppe angehörigen Alkaloide, die übrigen sind fest und krystallisirbar; die meisten haben einen widrigen Geruch und brennend scharfen Geschmack, sind in Wasser wenig oder nicht löslich, leicht in Alkohol, am besten in Aether, fetten und flüchtigen Oelen, reagiren auf Pflanzenfarben, ausser Cumidin, Naphthalidin, Lophin, Thiosinamin, Thialdin und Selenaldin. Ihre Salze sind meist krystallisirbar und leicht löslich. Mit Platinchlorid gehen sie sämmtlich unlösliche oder schwerlösliche krystallisirbare Verbindungen ein.

Einige dieser Alkaloide (jedoch nur die Minderzahl derselben) können Cyan als Copula aufnehmen und behalten dann völlig ihre basische Natur. In einigen kann ein Aeq. Wasserstoff durch NO_4 vertreten werden, ohne dass sie viel von ihrer Basicität verlieren, z. B. Anilin, Cumidin. Werden die Alkaloide der ersten Gruppe mit salpetrigen Salzen behandelt, so zersetzen sie sich ähnlich den Amidn; es entweicht Stickstoff und bildet sich eine salpetrige Halidbasis, z. B. salzsaures Ethylamin $C_2 H_7 N + 2 NO_3 = C_2 H_5 O \cdot NO_3 + 2 H_2 O + 2 N$.

Die natürlich vorkommenden flüchtigen Pflanzenbasen erhält man durch Destillation der Pflanzenextracte mit Kalilauge oder Kalkhydrat und Wasser; schüttelt man das Destillat mit Aether, so geht das Alkaloid meist in den Aether über; dieser hinterlässt es beim Abdampfen; es muss aber dann durch Umkrystallisiren eines leicht krystallisirbaren Salzes, durch Thierkohle u. s. w. noch gereinigt werden.

Viele der künstlich erzeugten sauerstofffreien Alkaloide sind Producte der trocknen Destillation stickstoffhaltiger Substanzen mit oder ohne gleichzeitige Anwendung von ätzendem, fixem Alkali, z. B. Anilin, Butylamin, Picolin, Leucolin. Mehrere derselben werden auch aus den oben erwähnten Kohlenwasserstoffen, Toluol u. s. w., nachdem in ihnen 1 Aeq. H durch 1 Aeq. NO_4 ersetzt worden ist, dargestellt, indem die entstandenen Nitroverbindungen, Nitrotoluid u. s. w., in Alkohol gelöst, mit Ammoniak versetzt und überschüssig Schwefelwasserstoff in die Lösung geleitet wird, wobei sich Schwefel abscheidet, der aber dabei nicht in die Verbindung eingeht, z. B. Anilin, Toluidin, Cumidin, Naphthalidin und Naphthidin.

Andere werden aus sauerstofffreien, aber stickstoffhaltigen Körpern durch Ammoniak und Schwefelwasserstoff dargestellt, z. B. Benzidin.

Die erste Gruppe der Alkaloide wird theils aus den Verbindungen der Oxyde der dahin gehörigen Kohlenwasserstoffe mit Cyansäure, d. h. aus cyansaurem Methyloxyd, cyansaurem Aethyloxyd u. s. w. durch Destillation mit kaustischem Kali erhalten, oder man stellt sie auch dar, wenn man die Amide der ersten Gruppe oben beschriebener Säuren in ähnlicher Weise mit Aetzkali behandelt, oder endlich wenn man die Bromverbindungen jener Halidbasenradicale (jener Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n+1}$) mit Ammoniak längere Zeit in der Wärme und unter höherem Druck digerirt.

Jene Alkaloide, in welchen mehr als 1 At. Wasserstoff durch einen Kohlenwasserstoff ersetzt sind, werden durch Digestion der bereits bestehenden einfachen Alkaloide mit den Bromüren oder Iodüren der betreffenden Kohlenwasserstoffe dargestellt.

Von der zahlreichen Menge flüchtiger Basen geben wir hier nur auf das Phenylamin oder Anilin ein, theils weil dasselbe sich bei der trocknen Destillation vieler stickstoffhaltiger Thiersubstanzen bildet, theils um wenigstens ein Beispiel dieser in theoretischer Hinsicht so wichtigen Classe chemischer Stoffe etwas näher ins Auge zu fassen. Diese Ammoniakbasen gewinnen aber selbst für die physiologische Chemie täglich mehr Interesse, da sie sich viel häufiger als Zersetzungsproducte thierischer Körper herausgestellt haben, als man bisher glaubte. So wurde z. B. das Trimethylamin von *Werthheim*¹⁾ in der Heringlake gefunden (aber für Propylamin gehalten, während *Hofmann* und *Winkles*²⁾ es erst als solches erkannten); auch *Buchheim*³⁾ fand das Trimethylamin im Spiritus alter anatomischer Spirituspräparate. Viel häufiger als bei spontanen Zersetzungen thierischer Körper bilden sich jene bei künstlichen. Bei letzteren hat man sie bisher aus Unkenntniss derselben übersehen; vielleicht finden sich bei näherer Untersuchung solche auch in Excretionsproducten thierischer Körper, in denen man bisher blos Ammoniak zu finden glaubte. So muthmasste ich z. B. im stinkenden Fusschweisse solche, allein *Schollin* konnte keine derselben finden. *Schlossberger*⁴⁾ vermuthet sie in giftigen Würsten.

Phenylamin. $C_{12} H_7 N$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieses Alkaloid, welches bisher gewöhnlich Anilin genannt wurde, bildet eine farblose, stark lichtbrechende, ölartige Flüssigkeit, von aromatischem Geruche, spec. Gewicht = 1,020, bleibt bei -20° noch flüssig, verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr schnell, siedet aber erst bei 182° , in Wasser wenig, in Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse löslich, löst Phosphor und Schwefel auf, coagulirt Eiweiss, färbt Georginenpapier grün, wird an der Luft gelb und verwandelt sich in eine harzige Masse; eine Lösung unterchlorigsäuren

1) *Werthheim*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 53, S. 435.

2) *Hofmann* und *Winkles*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 83, S. 416.

3) *Buchheim*, Privatmittheilung.

4) *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 44, S. 742—753.

Lehmann phys. Chemie. I.

Kalks wird durch wenige Tropfen veilchenblau gefärbt, Salpetersäure dagegen indigblau; von letzterer Säure wird es bei längerer Einwirkung in Pikrinsäure verwandelt; mit verdünnter Chromsäure giebt es schwarze oder grünblaue Fällungen.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht das Anilin aus:

Kohlenstoff	12 At.	77,449
Wasserstoff	7 „	7,527
Stickstoff	1 „	15,054
		100,000

Atomgewicht = 116,5. Obiger allgemeinen Betrachtung zufolge würde die theoretische Formel dieses Körpers = $(C_{12} H_7 N)$ sein.

Verbindungen. Das Anilin bildet mit Sauerstoffsäuren unter Aufnahme eines Atoms Wasser und auch mit Wasserstoffsäuren (ohne Aufnahme von Wasser) sehr wohl charakterisirte und meist krystallisirbare Salze.

Die Analogie des Anilins mit dem Ammoniak zeigt sich auch darin, dass es gleich diesem unter gewissen Bedingungen einen Theil seines Wasserstoffs verlieren und sich mit einer eines Theils ihres Sauerstoffs beraubten Säure (also unter Bildung von Wasser) in den Amiden analoge Verbindungen verwandeln kann, die man *Anilide* genannt hat (*Gerhardt*¹⁾).

So wie die Elemente des cyansauren Ammoniaks alsbald nach ihrem Zusammentreten sich anders gruppen und Harnstoff bilden, so entsteht auch aus Cyansäure und Anilin nicht ein einfaches Salz, sondern ein Körper, aus welchem weder Anilin noch Cyansäure wiederhergestellt werden können, *Anilinharnstoff*, $C_{14} H_8 N_2 O_2$ (*Hofmann*²⁾).

Das Anilin kann Cyan so in sich aufnehmen, dass dieses als Paarling eintritt, und der neugebildete Körper, *Cyanilin*, seine basischen Eigenschaften vollständig beibehält (*Hofmann*³⁾).

Das Anilin ist vielleicht von allen bisher in dieser Rücksicht untersuchten Körpern derjenige, welcher am entschiedensten für die Annahme der Substitutionstheorie spricht; denn nicht bloß eines sondern mehrere Aequivalente Wasserstoff desselben können durch Chlor, Brom, Iod und Untersalpetersäure vertreten werden, ohne dass der Atomencomplex dadurch seine basischen Eigenschaften völlig einbüßt (*Hofmann*⁴⁾ und derselbe mit *Muspratt*⁵⁾). Endlich hat man auch eine Base entdeckt, in welcher das Anilin mit dem Paarling *Cyanilid*, $C_{12} (H_6 Cy) N$, verbunden ist; man hat dieselbe *Melanilin* genannt (*Hofmann*⁶⁾).

Dass auch noch die beiden neben dem Phenyl befindlichen Atome Wasserstoff durch andere Kohlenwasserstoffe vertreten werden können, ist bereits oben erwähnt.

Darstellung. Dieser Körper tritt sehr oft als Zersetzungsproduct stickstoffhaltiger Materien auf; es wird daher mit unter den Producten der trocknen Destillation thierischer Materien, z. B. in dem sog. Knochenöl gefunden (*Anderson*⁷⁾). Da es früher auf verschiedenen Wegen gefunden

1) *Gerhardt*, Journ. de Pharm. et de Chim. 1845, Juill., p. 53—56.

2) *Hofmann*, Quart. Journ. of the Chim. Soc. of Lond. 1848. Vol. 1. p. 459—74.

3) Ders., Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 247 ff.

4) Ders., ebend. Bd. 53, S. 40—57.

5) *Hofmann* und *Muspratt*, ebend. Bd. 57, S. 204—224.

6) *Hofmann*, ebend. Bd. 67, S. 64—78 u. Bd. 68, S. 429—474.

7) *Anderson*, Phil. Magaz. 3 Ser., Vol. 33, p. 435.

wurde, so hat es, ehe man die Identität der erhaltenen Stoffe erkannte, ausser Anilin verschiedene Namen erhalten: *Kyanol*, *Bensidam*, *Krystalin*. Rein erhält man es am leichtesten durch Erhitzen von Anthranilsäure ($C_{14} H_6 N O_3 + HO = 2 CO_2 + C_{12} H_7 N$) oder phensaurem Ammoniak ($H_4 N O . C_{12} H_5 O = 2 HO + C_{12} H_7 N$) oder aus Nitrobenzid und Schwefelwasserstoff $C_{12} H_5 NO_2 + 6 HS = 6 S + 4 HO + C_{12} H_7 N$).

Prüfung. Die oben angeführten Reactionen des Anilins gegen unterchlorigsauren Kalk, Salpeter- und Chromsäure lassen es schon erkennen, wenn es auch noch nicht völlig rein dargestellt worden ist.

Physiologisches Verhalten.

Merkwürdig ist, dass diese ihrem Geruch und Geschmack nach so unangenehm auf den Organismus wirkende Substanz nach *Wöhler's* und *Frerichs'*¹⁾ Versuchen keine giftigen Wirkungen äussert.

Sauerstoffhaltige Alkaloide.

Auch aus dieser Gruppe von Körpern gehören nur wenige der Zochemie an; dieselben sind aber für die physiologische Chemie wichtiger als die so eben betrachteten sauerstofffreien, da sie theils im Thierkörper präformirt gefunden werden, theils aber manchen Aufschluss über die Constitution ihrer Muttersubstanzen und den organischen Chemismus überhaupt geben.

Rücksichtlich des Grades der Basicität stehen die sauerstoffhaltigen Alkaloide den sauerstofffreien im Allgemeinen keineswegs nach; denn viele derselben vermögen nicht nur die Oxyde schwerer Metalle aus ihren Salzen, sondern selbst das Ammoniak auszutreiben. Indessen zeigt ihre Basicität so graduelle Verschiedenheiten, dass sich keine genaue Grenzlinie zwischen den entschieden basischen und den indifferenten stickstoffhaltigen Körpern ziehen lässt; das Leucin ist neben dem ihm homologen stark basischen Sarkosin eben so indifferent, als das Kreatin neben dem ihm so ähnlichen Kreatinin; jedoch stehen die indifferenten dieser Körper mit jenem in einem nahen theoretischen Verhältnisse oder sie besitzen wirklich noch schwach basische Eigenschaften, so dass sie nicht füglich von den eigentlichen Alkaloiden getrennt abgehandelt werden konnten.

Betreffs der theoretischen Constitution dieser Classe von Alkaloiden lassen sich noch keine so allgemeinen Sätze aufstellen, wie bei den sauerstofffreien Basen und den organischen Säuren. Es ist zwar höchst wahrscheinlich, dass viele derselben eine Zusammensetzung haben, welche

1) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 340.

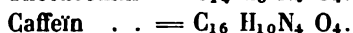
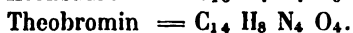
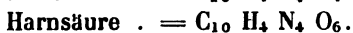
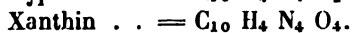
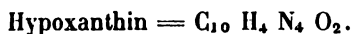
der der sauerstofffreien Alkaloide völlig analog ist, d. h. es treten an die Stelle von einem oder mehreren Atomen Wasserstoff des Ammoniaks sauerstoffhaltige Stoffe, welche die Basicität des Ammoniaks oder die des daraus gebildeten Alkaloïds mehr oder weniger verringern, ja wie manche glauben, gänzlich aufheben. Einige Forscher sind nämlich nicht abgeneigt, die Amide, Imide und Nitrile gänzlich mit den Alkaloïden in eine Classe chemischer Körper zusammenzuwerfen; die Basicität der aus dem Ammoniak gebildeten Verbindung hängt blos davon ab, ob an die Stelle des Wasserstoffs ein mehr positives oder mehr negatives Radical getreten sei und ob mehr als ein Aequivalent Wasserstoff durch ein solches Radical ersetzt worden sei. So einfach diese Anschauungsweise ist und so sehr sie auch durch die Thatsache unterstützt wird, dass mit der Zahl der substituirtten Wasserstoffatome des Ammoniaks die Basicität abnimmt: so zeigt die grosse Mehrzahl der sauerstoffhaltigen Alkaloïde doch ein von den Amidn so verschiedenes Verhalten (z. B. gegen salpetrige Säure, ätzende Alkalien, starke Mineralsäuren, Kalium und wasserfreie Phosphorsäure), dass man sie wenigstens zur Zeit noch nicht als einer Classe angehörige Körper betrachten darf. Wenn wir aber den Unterschied der Amide von den Alkaloïden noch in der Verschiedenheit der Atomgruppierung, d. h. ihrer theoretischen Zusammensetzung festhalten: so werden wir freilich bei manchen der folgenden Körper unentschieden lassen müssen, ob sie den Alkaloïden oder den Amidn angehören. Dies gilt von mehreren der folgenden Gruppen; diese haben noch das eigenthümliche, dass sie homologe Körper enthalten, die sich nur durch $(C_2 H_2)_n$ von einander unterscheiden. Die erste Gruppe lässt sich durch die generelle Formel $C_n H_{n+1} N O_4$ bezeichnen; sie umfasst an bis jetzt bekannten Stoffen folgende:

Leucin	$C_{12} H_{13} N O_4$
Alanin und Sarkosin	$C_6 H_7 N O_4$
Glycin	$C_4 H_5 N O_4$

Diese Stoffe zerfallen durch salpetrige Säure in Säuren, welche der Milchsäure homolog sind $= C_n H_{n-1} O_5$; z. B. Alanin $C_6 H_7 N O_4 + NO_3 = 2 N + 2 HO + C_6 H_5 O_5$; man könnte sie demnach als Amide dieser Säuren betrachten; Leucin $= C_{12} H_{11} O_4 \cdot H_2 N$, Alanin $= C_6 H_5 O_4 \cdot H_2 N$ und Glycin $= C_4 H_3 O_4 \cdot H_2 N$; dagegen spricht aber ausser der bekannten Existenz wahren Lactamids (s. oben S. 97) ihr Verhalten gegen Alkalien; durch diese zerfallen sie nämlich nicht in Ammoniak und die entsprechenden Säuren (wie z. B. das Lactamid, aber weder Alanin noch Sarkosin), sondern unter Verlust von Kohlenstoff in eine Säure der ersten Gruppe nach folgender Formel $C_n H_{n+1} N O_4 + 3 KO + 3 HO = 2 KO \cdot CO_2 + H_3 N + 4 H + KO \cdot C_n H_{n-1} O_3$. Leucin giebt Baldriansäure, Sarkosin Essigsäure und Glycin Ameisensäure. Noch darf hieraus aber keineswegs geschlossen werden, dass diese Stoffe etwa mit einem Doppelatome Kohlensäure gepaartes Amylamin, Aethylamin oder

Methylamin seien. Die Basicität dieser Körper ist so gering, dass man sie ebensowohl für als gegen ihre Amidnatur geltend machen könnte.

Eine zweite Gruppe von homologen stickstoffhaltigen Stoffen, die ebenfalls nur schwache oder gar keine Basicität haben und sich nur durch verschiedene Mengen $(\text{CH})_2$ unterscheiden, sind Xanthin, Theobromin und Caffein; sie haben die gemeinschaftliche Formel $\text{C}_n \text{H}_n - 6 \text{N}_4 \text{O}_4$. Durch das Xanthin tritt diese Gruppe noch mit dem Hypoxanthin und der Harnsäure in eine nähere Beziehung, indem die letztern nur durch Sauerstoffäquivalente sich vom Xanthin unterscheiden:



Die Analogie in der Zusammensetzung dieser Körper ist zweifelsohne keine zufällige: denn sie reflectirt sich auch in den Eigenschaften dieser Stoffe auf eine so auffallende Weise, dass sie schon längst die Aufmerksamkeit der Forscher erregt hat. Das Vorkommen der drei erstgenannten Stoffe im thierischen Organismus, so wie mannigfache Aehnlichkeiten in ihren Eigenschaften waren die Ursache, dass man schon früher sie zusammenstellte und ihnen entsprechende Namen (Harnoxyd, harnige Säure u. s. w.) ertheilte. Rücksichtlich des Theeïns und Theobromins ist besonders ihr Verhalten gegen Salpetersäure und Chlor in neuerer Zeit untersucht worden, ein Verhalten, welches die grösste Analogie dieser Körper mit der Harnsäure darthut; leider haben aber diese Untersuchungen noch nicht dazu geführt, diesen Stoffen eine einigermassen rationelle Formel zu ertheilen.

Leider lassen sich die übrigen Alkaloïde ebensowenig in einzelne Gruppen eintheilen, als sich etwas Sicheres über ihre rationelle Zusammensetzung sagen lässt. Es bleibt uns daher vorläufig nichts anderes übrig, als die in die Zoochemie einschlagenden Körper dieser Art nach ihrer empirischen Zusammensetzung in solche einzuteilen, welche nur 1 At. Stickstoff, in solche, die mehr als 1 At. Stickstoff enthalten und in solche, die neben Stickstoff und Sauerstoff auch Schwefel enthalten. Zu der erstern Abtheilung gehören Tyrosin und Lienin, zu der zweiten: Kreatin, Kreatinin, Harnstoff, Allantoïn und Guanin, zu der dritten: Tau-
rin und Cystin.

Die meisten sauerstoffhaltigen Alkaloïde sind krystallisirbar, kein einziges bei gewöhnlicher Temperatur flüssig; die meisten haben einen mehr oder weniger bitteren Geschmack; da sie nicht flüchtig sind, so haben sie keinen Geruch; in Wasser sind wenige, in Alkohol alle, in Aether von den hier in Frage kommenden keines löslich; die meisten Alkaloïde wirken auf Pflanzenfarben, allein von den hier zu behandelnden nur Kreatinin.

Ihre Salze sind fast sämmtlich krystallisirbar und in Wasser so wie in Alkohol löslich; mit Platinchlorid geben auch ihre salzsauren Salze sehr schwerlösliche oder unlösliche Verbindungen; auch ihre Sauerstoffsalze können ohne 1 Aeq. Wasser nicht bestehen. Durch Eichengerbsäure werden die meisten stark basischen Alkaloide selbst aus verdünnten wässrigen Lösungen gefällt.

Ogleich mehrere Stoffe, die wir unter dieser Gruppe behandeln werden, keineswegs basische Eigenschaften besitzen und daher eigentlich nicht hierher gehören, so haben wir sie doch hier mit eingereiht theils der Analogie wegen, die sie in ihrer empirischen Zusammensetzung zeigen, theils auch weil sie in physiologischer Hinsicht ziemlich gleiche Werthe zeigen, d. h. zu den Ausscheidungsproducten der stickstoffhaltigen Gewebe gehören.

Leucin. $C_{12} H_{13} N O_4$.

Eigenschaften. Glänzende, farblose Blätter, unter dem Mikroskop rhombische Tafeln und Säulen oder sternförmig gruppirte Nadeln bildend (F. T. 3. F. 6); es fühlt sich fettig an, ist geruch- und geschmacklos, leichter als Wasser, schmilzt über 100° nur unvollkommen, sublimirt sich bei vorsichtigem Erhitzen auf 170° unverändert, ist in 27,7 Th. Wasser bei $17^{\circ},5$ löslich, so wie auch in 1040 Th. kalten Alkohols von 0,795 spec. Gewichte, in heissem Wasser und Alkohol viel leichter löslich, in Aether aber gar nicht, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben; aus seiner wässrigen Lösung wird es durch kein Reagens ausser salpetersaurem Quecksilberoxydul gefällt (nach Zollikofer auch von diesem nicht). Von Aetzammoniak wird es leichter als von Wasser aufgelöst. In concentrirter Schwefelsäure und Salzsäure wird es unverändert aufgelöst und verträgt selbst das Erwärmen damit ohne Zersetzung; von kalter Salpetersäure wird es unverändert aufgelöst, beim Kochen aber in nichts als flüchtige Producte verwandelt; an Salzsäuregas absorbiren 100 Th. ungefähr 28 Th. Von Chlorgas wird es zerstört. Wird seine wässrige Lösung mit Stickstoffoxyd oder andern oxydirenden Mitteln behandelt, so bildet sich unter Stickstoffentwicklung *Leucinsture*, $C_{12} H_{11} O_5 \cdot HO$. Wird es dagegen mit Kalihydrat geschmolzen, so liefert es unter gleichzeitiger Bildung von Kohlensäure, Wasserstoff und Ammoniak Baldriansäure ($C_{12} H_{13} N O_4 + 3 KO + 3 HO = 2 KO \cdot CO_2 + H_3 N + 4 H + KO \cdot C_{10} H_9 O_3$); dieselbe Zersetzung erleidet es auch durch Fäulniss, in welche eine reine Leucinlösung auf Zusatz einer geringen Menge Fleischnfaser oder Eiweiss sehr leicht übergeht.

Zusammensetzung. Nach *Braconnot's* Untersuchungen über das Leucin wurde dieses in neuerer Zeit von *Mulder* analysirt, der aus seinen Versuchen für dasselbe die Formel $C_{12} H_{12} N O_4$ ableitete: allein spätere

Analysen, die fast gleichzeitig von *Laurent* und *Gerhardt*¹⁾, von *Cahours*²⁾ und von *Horsford* ausgeführt wurden, bewiesen, dass im Leucin 4 Aeq. Wasserstoff mehr enthalten ist, als *Mulder* angenommen hatte und seinen neuesten Untersuchungen³⁾ nach noch annimmt. Demnach enthält das Leucin, welches übrigens ohne Krystallwasser krystallisirt:

Kohlenstoff	42 At.	54,96
Wasserstoff	13 „	9,92
Stickstoff	4 „	10,68
Sauerstoff	4 „	24,44
		400,00

Atomgewicht = 4637,5.

Da das Leucin fast gar keine basischen Eigenschaften hat, so ist die Ansicht, es sei ein gepaartes Ammoniak = $H_3 N \cdot C_{12} H_{10} O_4$, wohl die wenigst wahrscheinliche Hypothese seiner theoretischen Zusammensetzung. Aus der oben erwähnten Erfahrung *Liebig's*⁴⁾, dass das Leucin mit Kalihydrat neben flüchtigen Producten Baldriansäure liefert, lässt sich vorläufig keine theoretische Formel für diesen Körper ableiten, allein *Gerhardt* und *Laurent* so wie auch *Cahours* begründeten zum Theil hierauf jene Reihe homologer Körper, von der Formel $C_n H_{n+1} N O_4$, zu denen, wie wir bereits oben sahen, das Sarkosin und Glycin gehört. *Cahours*⁵⁾ aber und später *Strecker*⁶⁾ benutzten das *Piria'sche* Verfahren, Amidverbindungen durch Stickstoffoxyd in Wasser, Stickstoff und die ursprüngliche Säure zu zerlegen (vergl. S. 35), dazu, um auch aus dem Leucin die oben erwähnte *Leucinsäure* darzustellen. Darnach würde sich das Leucin allerdings als das Amid dieser Säure betrachten lassen: denn $H_4 N O \cdot C_{12} H_{11} O_3 - 2 HO = C_{12} H_{13} N O_4$; die theoretische Formel desselben müsste demnach sein = $H_2 N \cdot C_{12} H_{11} O_4$.

Verbindungen. Nach *Gerhardt* und *Laurent* giebt das Leucin mit Säuren sehr schön krystallisirbare Salze, allein dieselben tragen fast mehr das Gepräge gepaarter Säuren an sich, so dass man das Leucin in derselben als Paarling betrachten könnte, wogegen freilich spricht, dass hier der Paarling, wie sonst gewöhnlich beim Eintreten in die Verbindung, kein Wasser verliert und beim Austreten kein solches aufnimmt; den sauren Aethyloxydsalzen sind diese Verbindungen aber auch nicht zu vergleichen, da sich immer nur 4 At. Säure mit dem Leucin verbindet; am ähnlichsten sind sie einerseits jenen Aetherarten, die sowohl eigentliche neutrale Salze, als gepaarte Säuren repräsentiren können, z. B. salicylsaures Methyl- und Aethyloxyd; noch mehr aber den Verbindungen

1) *Laurent* und *Gerhardt*, Compt. rend. T. 27, p. 256—258.

2) *Cahours*, ebendas. p. 265—268.

3) *Mulder*, Scheikund. Onderzoek. D. 5, p. 371—377.

4) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 428.

5) *Cahours*, a. a. O.

6) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68, S. 52—55.

der Alkaloide mit neutralen Metallsalzen, wie wir solche eben erst beim Kreatinin kennen lernen werden.

Salpetersaures Leucin, *Leucinsalpetersäure*, $C_{12} H_{13} N O_4$. $HO \cdot NO_3$, scheidet sich beim Sättigen von mässig concentrirter Salpetersäure mit Leucin krystallinisch aus; schmeckt sauer aber nicht scharf; die Salze verpuffen beim Erhitzen, zum Theil sind dieselben krystallisirbar.

Salzsaures Leucin, $C_{12} H_{13} N O_4 \cdot HCl$, ebenfalls gut krystallisirbar.

Leucinsäure, $C_{12} H_{11} O_5 \cdot HO$, wird nicht nur auf die eben erwähnte Weise durch oxydirende Mittel aus dem Leucin gebildet, sondern auch wenn dasselbe in seiner wässrigen Lösung der Luft längere Zeit ausgesetzt wird; es entwickelt sich dann ein übler Geruch und in der Lösung ist das Ammoniaksalz dieser Säure. Dieselbe ist nicht krystallisirbar, ölarartig, in Alkohol und Aether leicht löslich und giebt mit Basen krystallisirbare Salze.

Cahours hat auf die Analogie des Leucins mit der von *Liebig* und *Wöhler*¹⁾ entdeckten Basis, *Thialdin*, aufmerksam gemacht, indem beide Körper gleiche Aeq. Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff enthalten; während im Thialdin an der Stelle der 2 At. Sauerstoff des Leucins 2 At. Schwefel enthalten sind. Dieser Körper entsteht, wenn Aldehydammoniak mit Aetzammoniak und Schwefelwasserstoff in Berührung gebracht wird; er bildet grosse, farblose, rhombische Tafeln, die leicht schmelzen, bei 42° wieder erstarren, an der Luft schon verdunsten und mit Wasser, aber nicht für sich allein, unzersetzt destillirt werden können; wenig in Wasser, leicht in Alkohol, sehr leicht in Aether löslich und ohne Reaction auf Pflanzenfarben sind. Untersuchte Salze sind $C_{12} H_{13} N S_4 \cdot HCl$ und $C_{12} H_{13} N S_4 \cdot HO \cdot NO_3$; dieser Körper giebt also auch dem Leucin völlig analoge Verbindungen. Bei der trocknen Destillation mit Kalihydrat verhält er sich aber ganz anders als Leucin, denn er liefert dann Leukolin (sonst Chinolin genannt).

Darstellung. Nach *Mulder* ist das von *Proust* gefundene *Käseoxyd* und das *Braconnot'sche Aposepedin* ganz identisch mit dem Leucin. Dasselbe bildet sich daher hauptsächlich bei der Fäulniss des Caseins (*Iljenko*²⁾ und *Bopp*³⁾ so wie auch des Klebers (*Walter Crum*⁴⁾. Werden Käsestoff oder andre eiweissartige Körper mit gleichen Theilen Kalihydrat geschmolzen und aus der gelösten Masse das Tyrosin auf die unten angeführte Weise entfernt, so krystallisirt aus der Mutterlauge das Leucin, welches durch Umkrystallisiren aus Alkohol leicht gereinigt wird. Wird Leim auf ähnliche Weise behandelt oder nur mit Kalilauge längere Zeit gekocht, so erhält man nach dem Sättigen mit Schwefelsäure und Entfernen des schwefelsauren Kalis mittelst Alkohol, Leucin und Glycin; da das letztere in Alkohol weit schwerer löslich ist, so können hierdurch beide Stoffe

1) *Liebig* und *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 4—11.

2) *Iljenko*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 264—273.

3) *Bopp*, ebendas. Bd. 69, S. 49—37.

4) *Walter Crum*, Berzel. Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 684.

leicht von einander getrennt werden. Das Leucin entsteht aber auch durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure auf eiweissartige Stoffe; wird Fleisch z. B. mit einem gleichen Volumen concentrirter Schwefelsäure gelind erwärmt, dann mit dem doppelten Gewichte Wassers 9 Stunden lang gekocht, die Säure durch Kalk gesättigt, und der Rückstand der filtrirten Lösung mit Alkohol extrahirt, so erhält man beim Verdunsten unreine Leucinkristalle, die durch Umkrystallisiren zu reinigen sind. Schmilzt man [gleiche Theile eines Proteinkörpers und Kalihydrat zusammen, unterbricht aber die Operation, ehe die Masse gelb geworden (wie es zur Darstellung des Tyrosins nöthig ist), so erhält man nur Leucin, da das Tyrosin sich erst durch längere Einwirkung aus dem Leucin zu bilden scheint. Die beste Methode der Leucinbereitung dürfte die von *Zollikofer*¹⁾ angegebene sein: durch Auskochen mit Essigsäure und Wasser gereinigtes elastisches Gewebe (z. B. das Nackenband des Rindes) wird mit einer mit 1 1/2 Th. Wasser verdünnten Schwefelsäure 48 St. lang gekocht, dann mit Kalkmilch neutralisirt, der gebildete Brei aufgekocht und abfiltrirt. Während des Verdunstens auf dem Sandbade werden die sich abscheidenden Kalksalze möglichst entfernt; beim weitem Eindampfen im Wasserbade scheidet die Flüssigkeit fast bis zum letzten Tropfen Leucinkristalle aus. Hierbei bildet sich kein Glycin; die Reinigung des Leucins gelingt ohne Thierkohle durch blosses Umkrystallisiren in Spiritus und Alkohol.

Prüfung. Ist das Leucin einmal ziemlich rein dargestellt, und stimmen die Eigenschaften mit denen des bekannten Leucins überein, so giebt die Zersetzung desselben in Baldriansäure u. s. w. so wie das Verhalten zu Salpetersäure schon ziemlich bestimmten Entscheid. Indessen dürfte eine Elementaranalyse nicht ganz überflüssig sein, da zu erwarten steht, dass es noch eine Anzahl sehr ähnlicher Körper giebt, deren Entdeckung und näherer Beschreibung wir täglich entgegensehen.

Sarkosin. C₆ H₇ N O₄.

Eigenschaften. Breite, farblose, durchsichtige Blätter oder gerade, rhombische Säulen, deren Enden durch auf den stumpfen Kanten gerade aufgesetzte Endflächen zugeschärft sind, welche bei 100° schmelzen und bei etwas höherer Temperatur sich unzersetzt verflüchtigen. Das Sarkosin löst sich leicht in Wasser, schwer in Alkohol, nicht in Aether; die wässrige Lösung schmeckt süsslich scharf, schwach metallisch, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben und wird weder durch salpetersaures Silberoxyd noch durch Quecksilberchlorid gefällt; mit Kupferoxydsalzen giebt es, gleich dem Ammoniak lasurblaue Lösungen. Mit Kalihydrat geschmolzen giebt es nach *Laurent* und *Gerhardt*²⁾ gleich dem Leucin

1) *Zollikofer*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 32, S. 168—180.

2) *Laurent* und *Gerhardt*, a. a. O.

Wasserstoff, Ammoniak, Kohlensäure, aber anstatt der Baldriansäure Essigsäure ($C_6 H_7 N O_4 + 3 KO + 3 HO = 2 KO \cdot CO_2 + 4 H + H_3 N + KO \cdot C_4 H_3 O_3$).

Zusammensetzung. Auch dieses Körpers Entdeckung und Analyse verdanken wir *Liebig*. Er besteht nach obiger von *Liebig*¹⁾ berechneten Formel aus:

Kohlenstoff	6 At.	40,45
Wasserstoff	7 „	7,86
Stickstoff	1 „	15,73
Sauerstoff	4 „	35,96
		100,00

Atomgewicht = 1112,5.

Merkwürdig ist, dass dieser Körper dem von *Pelouze* entdeckten *Lactamid* (vergl. oben S. 97), dem von *Strecker* zuerst dargestellten *Alanin* (s. S. 97) dem von *Dumas* aus Chlorkohlensäureäther dargestellten *Urethan* isomer ist; es wäre also um so wichtiger, die theoretische Zusammensetzung oder die innere Lagerung der Atome in diesen Substanzen kennen zu lernen. Man könnte das Lactamid, wie gewöhnlich geschieht, als Amid der eines At. Sauerstoff beraubten Milchsäure $= H_2 N \cdot C_6 H_5 O_4$ ansehen, und das Sarkosin als copulirtes Ammoniak $= H_2 N \cdot C_6 H_5 O_4$ betrachten, was auch für jetzt das wahrscheinlichste ist; allein merkwürdig ist der Umstand, dass gerade das Lactamid, wie oben S. 97 erwähnt, aus dem Lactid, d. h. einem Körper, der gerade dem Paarling des Ammoniaks im Sarkosin isomer ist, und Ammoniak dargestellt wird; man hätte auf jenem Wege gerade eher die Bildung von Sarkosin, nicht aber die eines Amids erwarten sollen. Das Zerfallen des Lactamids durch Kali in Milchsäure und Ammoniak und dagegen das des Sarkosins in Essigsäure u. dergl. würde diese beiden Körper allein schon als verschieden constituirt erweisen, wenn dies nicht auch die übrigen Eigenschaften thäten. Würde, wie *Laurent* und *Gerhardt* so wie auch *Cahours*²⁾ erwarten, durch Stickstoffoxyd das Sarkosin wirklich in Milchsäure u. s. w. gleich dem Alanin zerfallen, so könnte, da wir das eigentliche Lactamid kennen, diese *Piria*'sche Probe auf Amide wenigstens nicht viel mehr beweisen, und dann fiel auch der Beweis für die Amidnatur des Leucins und des alsbald zu beschreibenden Glycins hinweg.

Verbindungen. Mit mehreren Säuren giebt das Sarkosin sehr gut krystallisirbare Salze.

Salzsaures Sarkosin, $C_6 H_7 N O_4 \cdot HCl$, krystallisirt in kleinen, durchsichtigen Nadeln und Körnern; mit Platinchlorid giebt die Lösung eben sowenig als die des salzsauren Kreatinins einen Niederschlag, wohl aber beim Verdunsten eine in honiggelben Oktaëdersegmenten krystallisirende lösliche Doppelverbindung: $C_6 H_7 N O_4 \cdot HCl + Pt Cl_2 + 2 HO$.

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62, S. 272.

2) *Cahours*, a. a. O.

Schwefelsaures Sarkosin, $C_4 H_7 N O_4 \cdot HO \cdot SO_3 + Aq.$, krystallisirt entweder in grossen, gefiederten Blättern oder in vierseitigen, stark glänzenden Prismen, löst sich in Wasser und heissem Alkohol, röthet Lackmus.

Mit **essigsaurom Kupferoxyd** giebt das Sarkosin ein tief dunkelblaues, in dünnen Blättern krystallisirendes Doppelsalz.

Darstellung. Diese Basis ist noch nicht im Thierkörper präformirt gefunden worden, sondern nur als Zersetzungsproduct des Kreatins bekannt; wird nämlich eine kochend gesättigte Lösung von Kreatin mit dem 10fachen Gewichte des letztern an reinem krystallisirten Aetzbaryt digerirt, so scheidet sich nach dem Aufhören der Ammoniakentwicklung aus der vom kohlen sauren Baryt abfiltrirten Flüssigkeit das Sarkosin in Krystallen ab; gereinigt wird es durch Fällen seines schwefelsauren Salzes mit Alkohol und Zersetzen desselben durch kohlen sauren Baryt.

Prüfung. Diese ergibt sich aus der angeführten Darstellungsweise und den Eigenschaften des Sarkosins selbst.

Glycin. $C_4 H_5 N O_4.$

Eigenschaften. Dieser Körper, der früher *Leimzucker* und neuerdings auch *Glycocoll* genannt wurde, krystallisirt in farblosen rhombischen dem monoklinometrischen Systeme angehörigen Prismen (*F. T. 3. F. 5*), die zwischen den Zähnen knirschen, weniger süss wie Rohrzucker schmecken, geruchlos und luftbeständig sind; bei 100° verlieren sie kein Wasser, bei 178° schmelzen sie und zersetzen sich; lösen sich in 4,3 Th. kaltem Wasser, schwer in kaltem, leichter in heissem Weingeist, kaum in absolutem Alkohol und nicht in Aether; die Lösungen sind ohne Reaction auf den polarisirten Lichtstrahl wie auf Pflanzenfarben. Im Kreise eines galvanischen Stroms wird das Glycin sehr bald zerlegt, am negativen Pole zeigt sich alkalische Reaction von ausgeschiedenem Ammoniak, am positiven dagegen saure Reaction. Von Mineralsäuren und nicht zu concentrirten Alkalilösungen wird das Glycin unverändert aufgelöst. Schwefelsaures Kupferoxyd und Kali geben mit dem Glycin eine lasurblaue Lösung, die beim Erhitzen kein Kupferoxydul abscheidet. Beim Sieden des Glycins mit Quecksilberoxyd wird letzteres reducirt und neben anderen Producten Ameisensäure gebildet (*Dessaigne*). Wird ferner Glycin mit concentrirter Kalilösung gekocht oder mit Baryt- oder Bleioxydhydrat, so nimmt die Flüssigkeit unter Ammoniakentwicklung eine prächtig feuerrothe Farbe an, die bei fortgesetztem Erwärmen wieder verschwindet. Hierbei bildet sich ausser Ammoniak Wasserstoff, Oxalsäure und Blausäure (*Horsford*). Wird es dagegen mit Kalihydrat geschmolzen, so zersetzt es sich, analog dem Leucin und Sarkosin, in Ameisensäure, Ammoniak, Kohlensäure und Wasserstoffgas ($C_4 H_5 N O_4 + 3 KO \cdot HO = 2 KO \cdot CO_2 + 4 H + KO \cdot C_2 H O_3$ *Gerhardt* und *Laurent*¹⁾). Wird endlich eine wässrige Glycinlösung mit salpetriger Säure oder Stickstoff-

1) *Gerhardt* und *Laurent* a. a. O.

oxyd behandelt, so bildet sich unter Entwicklung von Stickstoffgas Glycinsäure = $C_2 H_3 O_5 \cdot HO$ (*Strecker*¹⁾). Auch durch Chlorgas und andre stärker oxydirende Einflüsse, z. B. übermangansaures Kali, Salpetersäure und chloresäures Kali entsteht eine stickstofffreie Säure, welche jedoch von *Horsford* nicht näher untersucht worden ist.

Zusammensetzung. Nach obiger Formel, die aus den übereinstimmenden Analysen von *Laurent*²⁾, *Mulder*³⁾ und *Horsford* hervorgegangen ist, besteht das freie bei 400° getrocknete Glycin aus:

Kohlenstoff	4 At.	32,00
Wasserstoff	5 „	6,67
Stickstoff	1 „	18,67
Sauerstoff	4 „	42,66
		100,00

Atomgewicht = 937,5.

*Horsford*⁴⁾, der die ausführlichste Untersuchung über das Glycin in neuerer Zeit ausgeführt hat, leitet aus den Untersuchungen der Verbindungen des Glycins mit Säuren so wie mit einigen Metalloxyden für das freie Glycin die Formel $C_2 H_3 N O_5 \cdot HO$ ab, so dass er also dem freien Glycin 1 Atom gebundenes Wasser beizählt, wodurch freilich die von *Laurent* und *Cahours* beanspruchte Homologie des Leucins, Sarkosins und Glycins zweifelhaft werden würde. Die Analogie in der Constitution dieser drei Körper ist indessen nicht zu läugnen; abgesehen davon, dass die empirische Formel $C_n H_{2n+1} N O_4$ auch auf das Glycinhydrat anwendbar ist, so zeigt auch sein Verhalten gegen Kalihydrat sowohl als gegen Stickstoffoxyd die grösste Aehnlichkeit mit den genannten Körpern. Die *Strecker*'sche Entdeckung der Glycinsäure durch Zerlegung des Glycins mittelst Stickstoffoxyd würde das letztere als Amid jener Säure betrachten lassen, so wie das Leucin als Amid der Leucinsäure angesehen werden konnte; seine theoretische Formel würde dieser Hypothese nach = $H_2 N \cdot C_2 H_3 O_4$ sein. *Berzelius*⁵⁾ nimmt das Atomgewicht des Glycins doppelt so gross an, und nach ihm ist demnach die empirische Formel desselben = $C_2 H_5 N_2 O_6 + 2 HO$ zu schreiben; theoretisch sieht er aber den Leimzucker als Alkaloid an, und zwar als Ammoniak gepaart mit einem stickstoffhaltigen Körper, so dass seine rationelle Formel ist = $H_2 N \cdot C_2 H_3 N O_6 + 2 HO$.

Hierdurch wird freilich die Homologie mit dem Sarkosin vollkommen vernichtet. *Berzelius* stützt sich bei Aufstellung dieses doppelt so hohen Atomgewichts auf die starke Acidität der Salze, die auf 1 At. Säure $C_2 H_3 N O_5$ enthalten; allein bei so schwach basischen Körpern dürfte wohl auf diese Acidität nicht so viel zu geben sein, abgesehen davon, dass namentlich die Verbindungen des Glycins mit Salzen und besonders den Chloriden ganz für das *Horsford*'sche Atomgewicht sprechen. *Horsford* ist hauptsächlich wegen des Verhaltens des Glycins im galvanischen Strome geneigt, dasselbe für eine salzartige Verbindung, nämlich für eine dem hyp. wasserfreien fumarsauren Ammoniak isomere Verbindung anzusehen, denn $C_2 H_3 N O_5 = H_2 N + C_2 H_3 O_5$. Wahrscheinlicher bleibt aber doch die *Laurent*-*Strecker*'sche Hypothese, da wir auf eigentliche Amidverbindungen viel häufiger in der organischen Natur stossen, als auf Verbindungen von wasserfreien Säuren mit dem eigentlichen Ammoniak.

¹⁾ *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68, S. 54.

²⁾ *Laurent*, Compt. rend. T. 20, p. 789.

³⁾ *Mulder*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 38, S. 294—297.

⁴⁾ *Horsford*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 60, S. 4—57.

⁵⁾ *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 655.

Verbindungen. Die Verbindungen des Glycins mit Säuren sind **stimmlich krystallisirbar**, ziemlich leicht löslich und von stark saurer Reaction.

Neutrales salzsaures Glycin, $C_4 H_4 N O_3 \cdot HO \cdot HCl$, krystallisirt in langen flachen Prismen, die durchsichtig und glänzend sind, an der Luft leicht zerfliessen, in Wasser und Weingeist sich leicht lösen, wenig aber in absolutem Alkohol. *Horsford* hat noch folgende basische salzsaure Salze dargestellt: $2 C_4 H_4 N O_3 + HO + HCl$, rhombische, luftbeständige Prismen; $2 (C_4 H_4 N O_3 \cdot HO) + HCl$, gut krystallisirbar; $3 C_4 H_4 N O_3 + 2 HO + 2 HCl$ wurde aus trockenem Leimzucker in Salzsäuregas erhalten; auf ähnliche Weise wurde auch dasselbe Salz mit nur 1 At. Wasser erhalten; diese basischen Salze könnten wohl Gemenge zweier Salze sein. Eine Verbindung des salzsauren Glycins mit Platinchlorid wurde von *Berzelius*¹⁾ dargestellt, indem er ein Gemeng von *Platinchlorid* und dem salzsauren Salze mit absolutem Alkohol auszog und aus der Lösung durch Aether erst das überschüssige salzsaure Glycin fällte, nachher aber die Doppelverbindung in gelben, ölartigen Tropfen erhielt, welche an der Luft in gelben, wawellitförmig gruppirtten Nadeln anschossen; diese Verbindung ist in Wasser und Alkohol leicht löslich und enthält viel Krystallwasser, durch welche Eigenschaften es sich sehr von den analogen Doppelverbindungen der meisten Alkaloide unterscheidet. Wird aber freies Glycin mit Platinchlorid gemengt, so bildet sich $C_4 H_4 N O_3 + 2 HO + Pt Cl_2$ in schwarzen (*Berzelius*) oder rothen Krystallen (*Horsford*). An Verbindungen mit *Schwefelsäure* erhielt *Horsford* folgende: $C_4 H_4 N O_3 \cdot SO_3$; $C_4 H_4 N O_3 \cdot HO \cdot SO_3$; $3 (C_4 H_4 N O_3 \cdot HO) + 2 (SO_3 \cdot HO)$; $3 C_4 H_4 N O_3 + 2 SO_3 + HO$; $3 (C_4 H_4 N O_3 \cdot HO) + 2 SO_3 + HO$.

Salpetersaures Glycin, $C_4 H_4 N O_3 \cdot HO + NO_5 \cdot HO$, meist nadelförmige Krystalle, zuweilen grosse, tafelförmige, dem monoklinischen System angehörig, luftbeständig, von saurem Geschmack.

Man sah das salpetersaure Glycin früher als gepaarte Säure an, allein diese Verbindungen, welche aus der Vereinigung des salpetersauren Glycins mit Basen hervorgehen, sind wahre salpetersaure Salze, denen sich Glycin beigesellt; denn sie lassen sich, wie *Horsford* gezeigt, unmittelbar herstellen, wenn man die salpetersauren Salze mit Glycin digerirt.

Oxalsaures Glycin, $C_4 H_4 N O_3 \cdot HO \cdot C_2 O_3$, wawellitförmige Krystalle, luftbeständig.

Essigsäures Glycin, $C_4 H_4 N O_3 \cdot HO \cdot C_4 H_3 O_3 + 2 HO$, krystallisirbar, in Alkohol unlöslich.

Horsford fand ferner, dass das Glycin mit vielen *Salzen* krystallisirbare Verbindungen (gleich der oben erwähnten mit Platinchlorid) bildet; die meisten enthalten 1 At. Glycin auf 1 At. des Salzes. Mit *Basen*, zunächst mit Barythydrat und Kali, wurden ebenfalls krystallisirbare Ver-

1) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 658.

bindungen hergestellt. *Kupferoxyd-Glycin* wurde schon von *Boussignault* dargestellt und $= C_4 H_4 N O_3 \cdot CuO$ gefunden; *Horsford* fand in der in prächtig blauen Nadeln krystallisirenden Verbindung noch 1 At. Wasser. Gleich dem Kupferoxydhydrat löst sich auch Bleioxydhydrat und Silberoxyd in einer wässrigen Lösung reinen Glycins auf und kann daraus durch Zusatz von Alkohol gefällt und krystallinisch erhalten werden. Die *Blei-Verbindung* krystallisirt in Prismen, die *Silberverbindung* in Warzen. Von einer gelinderwärmten Glycinlösung wird auch Quecksilberoxyd aufgelöst; beim Erkalten scheiden sich kleine Krystalle von $HgO \cdot C_4 H_4 N O_4$ aus (*Dessaigne*¹).

Es bleibt rücksichtlich dieser Verbindungen noch manches zu untersuchen übrig; wir haben aber die Zusammensetzungen derselben hier ausführlicher angeführt, da man hiernach sich selbst sein Urtheil über die Constitution des Glycins bilden und sich für die eine oder andre der oben erwähnten Hypothesen entscheiden kann.

Darstellung. Das Glycin ist noch nicht im isolirten Zustande im thierischen Körper gefunden worden; jedoch hat man Grund anzunehmen, dass dieser Stoff in einigen bekannten thierischen Säuren als Paarling bereits präformirt enthalten ist; dafür spricht auch das eben in Betrachtung gezogene Verhalten dieses Körpers gegen Säuren, Basen und Salze; indessen ist es auch in vielen Fällen, die wir weiter unten kennen lernen werden, mehr als wahrscheinlich, dass das Glycin sich bei der Trennung von der Säure erst aus dem eigentlichen Paarlinge bildet, so wie bei der Verseifung aus dem hypothetischen Lipyloxyd das Glycerin hervorgeht. Solche Säuren sind z. B. Hippur- und Glykocholsäure; bei diesen wird daher auch erst von dem physiologischen Verhalten und der Genesis des Glycins die Rede sein.

Uebrigens kennt man aber seit lange schon das Glycin als Zeretzungsproduct thierischer Substanzen und zwar hauptsächlich des Leims durch Vermittlung concentrirter Mineralsäuren oder kaustischer Alkalien. Aus Leim gewinnt man es auf folgende Weise am besten: wird Leim mit starker Kalilauge so lange gekocht, als sich noch Ammoniak entwickelt, so zerfällt er fast vollständig in ein Gemeng von 4 Th. Glycin und 4 Th. Leucin; die mit Schwefelsäure neutralisirte Flüssigkeit wird zur Trockniss verdunstet und der Rückstand mit Weingeist extrahirt, in welchem sich Glycin und Leucin auflösen; das Glycin, als schwerer löslich in Alkohol, krystallisirt zuerst heraus und zuletzt das Leucin; durch Umkrystallisiren und Behandlung mit etwas Thierkohle kann das Glycin leicht gereinigt werden.

Einfacher noch ist die Darstellung des Glycins aus Hippursäure; wird nämlich 4 Th. dieser Säure mit 4 Th. concentrirter Salzsäure $\frac{1}{2}$ Stunde lang gekocht, so zerfällt jene in Glycin und Benzoësäure; bei Zusatz von

1) *Dessaigne*, Ann. de Ch. et de Phys. 3 Sec., T. 34, p. 448.

Wasser zu der gekochten Flüssigkeit scheidet sich ein grosser Theil der Benzoesäure aus, die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit wird bis fast zur Trockniss abgedampft, der Rückstand (salzsaures Glycin) mit Aetzammoniak versetzt und durch absoluten Alkohol das Glycin gefällt und mit demselben ausgewaschen.

Prüfung. Ist einmal die für Glycin gehaltene Substanz von andern Stoffen möglichst getrennt, so ist es neben andern Eigenschaften hauptsächlich an seinem Verhalten gegen heisse Kalilauge, an seiner Schwerlöslichkeit in Alkohol und der blauen Lösung zu erkennen, die es mit Aetzkali und schwefelsaurem Kupferoxyd giebt, ohne Oxydul auszuscheiden; kann man noch die Verbindbarkeit desselben mit Säuren, so wie mit Baryt, Kupferoxyd, Bleioxyd u. dergl. zu krystallisirbaren Körpern studiren, so bleiben kaum Zweifel über seine Anwesenheit übrig. Vom Leucin ist es übrigens leicht durch seine Krystallform und seine Zersetzbarkeit in der Hitze zu unterscheiden.

Nach *Horsford* soll auf den Genuss von Glycin die Menge des Harnstoffs und der Harnsäure im Harn vermehrt werden, sich aber kein unverändertes Glycin vorfinden.

Hypoxanthin. $C_{10}H_4N_4O_2$.

Eigenschaften. Dieser von *Scherer*¹⁾ entdeckte Körper bildet ein weisses, krystallinisches Pulver ohne Wachsglanz und ohne Geschmack und Reaction auf Pflanzenfarben, löst sich erst in 1090 Th. kaltem und 180 Th. heissem Wasser; in kochendem Weingeist etwas löslich. In kochender Salpetersäure löst es sich unter Gasentwicklung, beim Erkalten scheidet sich ein weisser, krystallinischer Körper aus; wird es mit Salpetersäure zum Trocknen verdampft, so entsteht ein gelber Fleck, der mit kaustischem Kali sich in der Kälte roth und beim Erwärmen lebhaft purpurroth färbt; auch von Bleihyperoxyd wird es in einen neuen krystallinischen Körper verwandelt. In kalter Salzsäure löst es sich gar nicht, in heisser nur wenig, bildet beim Verdunsten keine Krystalle. In concentrirter Schwefelsäure löst es sich ohne Schwärzung und scheidet bei der Verdünnung mit Wasser keine Krystalle aus.

Zusammensetzung. Nach *Scherer's* Analysen müsste dieser Körper folgende Zusammensetzung haben:

Kohlenstoff	10 At.	=	44,13
Wasserstoff	4 „	=	2,94
Stickstoff	4 „	=	41,17
Sauerstoff	2 „	=	11,76
			100,00

Das Atomgewicht dieses Körpers konnte bisher noch nicht bestimmt werden, denn möglicherweise könnte seine Constitution auch = $C_5H_2N_2O$ sein.

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 73, S. 328—334.

Darstellung. Man stellt diesen Körper bis jetzt am besten aus der Milzpulpe oder dem Herzfleische des Rindes dar. Die durch Auskochen der Milz mit Wasser erhaltene Flüssigkeit wird durch Barytwasser gefällt; die filtrirte Flüssigkeit setzt beim Verdunsten noch Barytsalze ab; aus der hiervon abfiltrirten Flüssigkeit wird durch Schwefelsäure noch Baryt gefällt; alle diese Barytniederschläge enthalten (neben phosphorsaurem, kohlensaurem und schwefelsaurem Baryt) Hypoxanthin; dieses wird aus jenem durch verdünnte Kalilauge ausgezogen und aus dieser Lösung durch Salzsäure oder Kohlensäure zugleich mit Harnsäure niedergeschlagen. Durch Auflösen in Kali und Fällen der Harnsäure durch Salmiak wird das Hypoxanthin von dieser Säure getrennt; aus der alkalischen Lösung wird das Hypoxanthin durch Kohlensäure präcipitirt.

Dieser Körper ist von einem Schüler *Scherer's, Gerhard*¹⁾, im Rindsbute und von *Scherer*²⁾ selbst in grösserer Menge im Blute bei Leuchämie gefunden worden.

Uebrigens muss das Vorkommen des Hypoxanthins, so wie seine chemische Constitution noch weiter erforscht werden, ehe man wagen darf, ein Urtheil oder auch nur eine Ansicht über seinen physiologischen Werth aufzustellen.

Xanthin. $C_{10}H_4N_4O_4$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper, welcher auch *Harnoxyd, harnige Säure* genannt worden ist, bildet frisch gefällt ein weisses, weder krystallinisches, noch gallertartiges Pulver, getrocknet aber blassgelbliche harte Stücken, welche durch Reiben wachsglänzend werden; er löst sich nur in geringer Menge in Wasser, nicht in Alkohol und Aether auf, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, beim Erhitzen wird er ohne zu schmelzen zersetzt, entwickelt viel Blausäure, aber keinen Harnstoff und dabei noch einen eigenthümlichen Geruch. In Ammoniak ist er ziemlich leicht löslich, verliert aber beim Verdunsten den grössten Theil des Ammoniaks wieder und setzt sich als eine gelbliche, sich abblätternde Masse ab. In ätzenden, fixen Alkalien ist er leicht löslich, wird aber daraus schon durch Kohlensäure ausgetrieben. In Salpetersäure ist dieser Körper ohne Gasentwicklung, in Schwefelsäure mit gelblicher Farbe löslich, in Salzsäure und Oxalsäure so gut wie unlöslich. Weder mit Säuren, noch mit Alkalien, noch mit Salzen hat man diesen Körper in bestimmten Proportionen verbinden können.

Zusammensetzung. Da das Atomgewicht dieses Körpers aus Mangel an bestimmten Verbindungen nicht hat cruiert werden können, so

1) *Gerhard*, Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 299.

2) *Scherer*; ebendas. S. 323.

halten wir uns an die empirische Formel, welche das einfachste Verhältniss der Elemente in dem Xanthin ausdrückt. Die Analyse dieser Substanz ist vor längerer Zeit von *Liebig* und *Wöhler*¹⁾ ausgeführt und später von *Bodo Unger*²⁾ mit gleichem Resultate wiederholt worden:

Kohlenstoff	10 At.	39,47
Wasserstoff	4 „	2,63
Stickstoff	4 „	36,84
Sauerstoff	4 „	21,06
		100,00

Diesen Körper hat man für eine niedrigere Oxydationsstufe der Harnsäure (= C₅ H₂ N₂ O₃) gehalten; allein so lange noch keine Verbindungen oder Zersetzungsproducte untersucht sind, lässt sich über dessen theoretische Constitution kaum eine Hypothese aufstellen.

Dieser Körper ist gleich dem voranstehenden den thierischen Basen, zu denen er nicht füglich gerechnet werden kann, hier nur deshalb eingereiht worden, weil er in seiner elementaren Zusammensetzung viel Aehnlichkeit mit denselben, namentlich Theein und Theobromin, hat und in physiologischer Hinsicht dem Harnstoff, Guanin und Cystin nahe steht.

Darstellung. Harnsteine, in welchen dieser Körper vorkommt, werden in Kalilauge aufgelöst, und aus der filtrirten Flüssigkeit durch Kohlensäure das Xanthin niedergeschlagen.

Prüfung. Verwechselt werden kann dieser Körper seinem Vorkommen nach nur mit Harnsäure oder Cystin; durch seinen amorphen Zustand lässt er sich jedoch sehr leicht von denselben unter dem Mikroskop unterscheiden. Von der Harnsäure differirt er aber chemisch erstens durch seine Leichtlöslichkeit in Ammoniak (daher er durch Salmiak aus seiner Kalilösung nicht, wie die Harnsäure, gefällt wird); zweitens dadurch, dass er aus seiner Kalilösung durch Kohlensäure als alkali-freies Präcipitat ausgeschieden wird, drittens dadurch, dass er sich in Salpetersäure ohne Gasentwicklung löst, beim Verdunsten aber (keine rothe, sondern) eine gelbe, auch durch Ammoniak nicht roth werdende Masse hinterlässt. Vom Cystin unterscheidet er sich ausser seinem Amorphismus durch seine Unlöslichkeit in Salzsäure und Oxalsäure.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieser Körper wurde zuerst von *Marcel* in einem Blasensteine gefunden und von demselben wegen des Verhaltens gegen Salpetersäure *Xanthicoxyd* genannt. Nur *Stromeyer* fand später diesen Stoff wieder einmal in einem grössern Harnsteine eines Knaben; von letzterm rührt das Material für die Analysen *Liebig's* und *Wöhler's* und *Unger's* her. *Jackson*³⁾ glaubte in einem diabetischen Harne Xanthin

1) *Liebig* und *Wöhler*, Pogg. Ann. Bd. 44, S. 393.

2) *Bodo Unger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58. S. 48.

3) *Jackson*, Arch. d. Pharm. Bd. 44, S. 482.

Lehmann phys. Chemie. I.

gefunden zu haben; allein die betreffenden Versuche sind nicht der Art, dass sie die Gegenwart jenes Stoffes bewiesen. Wiederholter Bemühungen ungeachtet habe ich nie im diabetischen Harne Xanthin finden können; auch sonst ist es noch nie in einem Harne wieder gefunden worden.

Strahl und *Lieberkühn*¹⁾ glauben das Xanthin im menschlichen Harn nachgewiesen zu haben, allein den von ihnen angegebenen Reactionen nach dürfte der fragliche Stoff eher Guanin sein.

Prüfung. Diese Substanz ist ihrer chemischen Natur sowohl, als ihrem Vorkommen nach im Thierkörper zu wenig bekannt, als dass man wagen dürfte, über ihre Genesis irgend eine Conjectur aufzustellen.

Harnsäure hat man übrigens vielfacher Bemühungen ungeachtet nicht in Xanthin umwandeln können.

Chevallier und *Lassaigne*²⁾ haben aus den Miliartuberkeln eines bereits seit 2 Monaten begraben gewesenen Leichnams eine Substanz extrahirt, der sie den Namen *Xanthocystin* beigelegten. Diese Materie ist in Wasser und Alkohol unlöslich, wohl aber in Ammoniak und Mineralsäuren; die ammoniakalische Lösung setzt beim Verdunsten kleine weisse Körner ab; aus den sauren Lösungen scheiden sich beim Eindampfen 6seitige Tafeln ab; beim Erhitzen schmilzt diese Substanz nicht, bläht sich jedoch etwas auf, wird gelb und schwarz unter Entwicklung des Geruchs nach verbranntem Horne, dabei entweichen alkalisch reagirende Dämpfe. Weiter ist diese Substanz nicht untersucht worden.

Tyrosin. $C_{10} H_{11} N O_6$.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet seidenglänzende, blendend weisse Nadeln, verbrennt auf Platinblech unter Verbreitung des Geruchs nach verbrannten Haaren, ist in kaltem Wasser sehr schwer löslich, leichter in heissem, in Alkohol und Aether gar nicht; von Alkalien sowohl als Säuren wird er leicht aufgelöst, ohne damit bestimmte Verbindungen einzugehen; beim Verdunsten krystallisirt aus diesen Lösungen unverändertes Tyrosin; bei Gegenwart von Säuren löst es sich auch in Alkohol und wird durch Aether daraus nicht gefällt.

Zusammensetzung. Dieser Körper wurde von *Liebig*³⁾ entdeckt und unter dessen Leitung von *Hinterberger*⁴⁾ genauer analysirt; er besteht aus:

Kohlenstoff	48 At.	59,67
Wasserstoff	11 „	6,08
Stickstoff	1 „	7,73
Sauerstoff	6 „	26,52
		100,00

Verbindungen. Wird das Tyrosin mit kochender Salpetersäure

1) *Strahl* und *Lieberkühn*, Harnsäure im Blut u. s. w. Berlin 1848. S. 112 ff.

2) *Chevallier* und *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. 3 Sér. T. 7, p. 208—212.

3) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 127.

4) *Hinterberger*, ebendas. Bd. 71, S. 70—79.

behandelt, so liefert dasselbe nach *Strecker*¹⁾ viel Oxalsäure, mit kalter Salpetersäure aber neben Oxalsäure *salpetersaures Nitrotyrosin* $C_{18} H_{11} N_3 O_{16}$; mit Silberoxyd und Ammoniak behandelt bildet dieses = $3 AgO + 3 HO + C_{36} H_{17} N_4 O_{17}$.

Darstellung. Das Tyrosin bildet sich (immer neben Leucin) aus Albumin, Fibrin und Casein (*Liebig* und *Bopp*²⁾), Horn (*Hinterberger*), Cochenille (*Warren de la Rue*³⁾), aus Federn, Haaren, den Flügeldecken der Maikäfer, Globulin und Hämatin (*Leyer* und *Köller*⁴⁾), durch Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure oder concentrirter Salzsäure, sowie auch durch Fäulniß. *Hinterberger* wies nach, dass aus Ochsenhorn sich das Tyrosin viel vortheilhafter darstellen liess, als aus Albumin, Casein u. dergl. und zwar ebenso wohl durch Schmelzen mit Aetzkali, als durch verdünnte Schwefelsäure. *Piria*⁵⁾ giebt nun für die Darstellung dieses Körpers folgende Methode als die beste an: in 3 Litres Wasser und 1300 grm. Schwefelsäure, welche bis zum Sieden erhitzt werden, trägt man nach und nach 500 grm. Hornspähne ein und erhält das Gemisch 48 St. lang im Sieden; nachdem man mit viel Wasser verdünnt und mit Kalkmilch neutralisirt hat, wird das Filtrat wieder mit etwas Kalkmilch versetzt und 1 bis 2 St. sieden gelassen (zur Entfärbung der Flüssigkeit); die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit wird, während Kohlensäure durch sie hindurchgeleitet wird, eingedampft; ist die wiederholt filtrirte Flüssigkeit bis auf 2½ Litre concentrirt, so lässt man sie stehen und das Tyrosin krystallisirt heraus. *Leyer* und *Köller* empfehlen 1 Th. Proteinsubstanz mit 4 Th. Schwefelsäure und 12 Th. Wasser 40 St. lang zu kochen, die braune Flüssigkeit mit Kalkmilch alkalisch zu machen, wieder zu erhitzen und zu filtriren. Das Filtrat ist dann nur mit soviel Schwefelsäure zu versetzen, dass die Flüssigkeit noch schwach alkalisch reagirt; aus dem eingedampften Filtrate krystallisirt dann das Tyrosin ziemlich rein.

Prüfung. Wo die Menge des Tyrosins nicht ausreicht, um aus seinen Eigenschaften und der Analyse seine Gegenwart zu erkennen, empfiehlt *Piria* die Reaction tyrosinschwefelsaurer Salze gegen neutrales Eisenchlorid zu benutzen, vermöge deren eine dunkelviolette Färbung entsteht. Man bringt nämlich etwas Tyrosin (einige Milligramme reichen hin) auf ein Uhrglas, benetzt mit 1 oder 2 Tropfen Schwefelsäure, verdünnt nach ½ St. mit Wasser, sättigt mit kohlensaurem Kalk in der Hitze und setzt zu der filtrirten Flüssigkeit Eisenchlorid (ohne freie Säure); bei Gegenwart von Tyrosin kommt dann die dunkelviolette Farbe zum Vorschein.

1) *Strecker*, Ann. der Ch. u. Pharm. Bd. 72, S. 76—80.

2) *Bopp*, ebendas. Bd. 69, S. 49—37.

3) *Warren de la Rue*, ebendas. Bd. 57, S. 127.

4) *Leyer* und *Köller*, ebendas. Bd. 83, S. 332—338.

5) *Piria*, ebendas. Bd. 82, S. 251.

L i e n i n.

Dieser Körper wurde von *J. Scherer*¹⁾ in der Milzflüssigkeit gefunden; er ist krystallisirbar, enthält nach einer von *Scherer* ausgeführten Analyse C = 53,71 H = 8,95 N = 4,82 O = 32,52, also keinen Schwefel.

K r e a t i n. C₈ H₉ N₃ O₄.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet durchsichtige, stark glänzende, dem klinorhombischen System angehörige Krystalle (*F. T. 3 F. 4*), welche 2 At. Krystallwasser enthalten; es ist von bitterem, im Schlunde kratzendem Geschmacke, verliert bei 100° jene 2 At. Wasser und zersetzt sich bei höherer Temperatur; es löst sich in 74,4 Th. kaltem Wasser, in siedendem dagegen in solcher Menge, dass die Lösung beim Erkalten zu einer Masse feiner, glänzender Nadeln erstarrt; es löst sich erst in 9410 Th. Alkohol und gar nicht in Aether, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben und bildet mit Säuren keine entschiedenen Salze. In Barytwasser löst es sich unverändert auf, wird es dagegen mit demselben gekocht, so zerfällt es in Ammoniak und Kohlensäure oder *Harnstoff* und *Sarkosin*. Von verdünnten Säuren wird es ebenfalls unverändert aufgelöst; erhitzt man es aber mit stärkern Säuren, so verwandelt es sich unter Abgabe von 2 At. Wasser in *Kreatinin*.

Zusammensetzung. Dieser Körper ist von *Liebig*²⁾ der sorgfältigsten Untersuchung unterworfen worden; aus seinen Analysen ging die obige Formel hervor, nach welcher das Kreatin besteht aus:

Kohlenstoff	8 At.	36,64
Wasserstoff	9 „	6,87
Stickstoff	3 „	32,06
Sauerstoff	4 „	24,43
		100,000

Jene 2 Aeq. Wasser betragen 12,08% des krystallisirten Kreatins. Trotz der verschiedenen Zersetzungsweisen des Kreatins lässt sich über seine theoretische Constitution keine wahrscheinliche Hypothese aufstellen. Da es fast aller basischen Eigenschaften entbehrt, so kann es nach der *Berzelius*'schen Anschauungsweise kaum als ein gepaartes Ammoniak betrachtet werden; es wäre dann H₃ N . C₈ H₆ N₂ O₄, wobei aber der Mangel an Basicität um so auffälliger hervortreten würde; das krystallisirte Kreatin

1) *Scherer*, Verh. d. physik.-med. Ges. zu Würzburg 1852, S. 298—300.

2) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62, S. 257—290.

liesse sich nach *Liebig* als combinirt aus Ammoniak und 2 Aeq. Glycin betrachten ($C_8 H_{11} N_3 O_6 = H_3 N + C_8 H_8 N_2 O_6$); dem steht aber die Constitution des wasserfreien Kreatins neben dem Mangel an Basicität entgegen. Das von *Liebig* beobachtete Zerfallen des Kreatins durch Barytwasser in Harnstoff und Sarkosin könnte darauf hindeuten, dass diese beiden Körper die nähern Bestandtheile des Kreatins seien (denn $C_2 H_4 N_2 O_2 + C_6 H_7 N O_4 = C_8 H_{11} N_3 O_6$), allein auch dies ist nicht recht wahrscheinlich; denn wenn man auch weiss, dass beim Zusammentreten zweier organischer Substanzen Wasser austritt, so ist dann doch in der trocknen Substanz nicht mehr Harnstoff und Sarkosin anzunehmen; denn das würde dasselbe sein, wenn man behaupten wollte, im Oxamid sei Oxalsäure und Ammoniak oder im Valeronitril Baldriansäure und Ammoniak enthalten.

Darstellung. Aus feingehacktem *Fleische* wird nach *Liebig* das Kreatin erhalten, wenn dasselbe öfter mit Wasser angertührt und die Flüssigkeit abgepresst wird. Zunächst werden nun aus der gewonnenen Flüssigkeit die coagulablen Materien durch Kochen und durch Aetzbaryt die phosphorsauren Erden entfernt; beim Verdunsten der von jenen Niederschlägen abfiltrirten Flüssigkeit bilden sich Häute, die von Zeit zu Zeit entfernt werden müssen; nachdem die Flüssigkeit bis auf $\frac{1}{20}$ ihres Volumens eingedampft worden ist, lässt man sie einige Zeit stehen, nach welcher sich das Kreatin in Nadeln ausscheidet. Diese von der Mutterlauge durch Papier befreiten Krystalle werden noch mit Wasser und Weingeist abgewaschen und dann aus heissem Wasser umkrystallisirt.

Aus *Harn* gewinnt man es nach *Liebig* auf folgende Weise: der mit Kalkwasser und Chlorcalcium versetzte und filtrirte Harn wird stark eingedampft, und die meisten Salze durch Krystallisation entfernt; die von den Krystallen abgessene Mutterlauge wird mit $\frac{1}{24}$ ihres Gewichts syrupdicker Chlorzinklösung versetzt; nach einigen Tagen haben sich rundliche Körner einer Verbindung von Chlorzink mit Kreatinin, denen mehr oder weniger Kreatin beigemischt ist, abgesetzt; diese Körner werden in kochendem Wasser gelöst und bis zur alkalischen Reaction mit Bleioxhydrat versetzt; die vom Zinkoxyd und Chlorblei abfiltrirte Flüssigkeit wird durch Thierkohle vom Blei und Farbstoff befreit und dann zur Trockniss verdunstet; der Rückstand, aus Kreatin und Kreatinin bestehend, wird mit kochendem Alkohol behandelt, in welchem das erstere schwerlöslich, das letztere leichtlöslich ist, wodurch dann die Trennung leicht erzielt werden kann.

Prüfung. Um eine Flüssigkeit auf Kreatin zu untersuchen (zu welchem Zwecke immer sehr grosse Massen von Material nothwendig sind), muss man eine der vorgeschriebenen Darstellungsweisen einschlagen, und dann die Eigenschaften des etwa kreatinähnlichen Stoffs mit denen reinen Kreatins vergleichen; doch wird auch hier, zumal da die Atomgewichtsbestimmung nicht so leicht wie bei den Säuren auszuführen ist, eine Elementaranalyse zur vollkommenen Sicherheit nicht zu umgehen sein.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. *Chevreur* hatte schon längst auf diesen Körper als einen Bestandtheil der Fleischbrühe aufmerksam gemacht; dasselbe konnte aber später von vielen Analytikern nicht gefunden werden, bis *Schlossberger*¹⁾ seine Existenz im Muskelfleisch eines Alligators und *Heintz*²⁾ im Rindfleisch nachwies. *Liebig* hat uns eigentlich erst diese Substanz kennen gelehrt, indem er in völlig erschöpfender Weise ihr chemisches Verhalten, so wie ihr Vorkommen nach allen Richtungen hin untersucht hat. *Liebig* hat so verschiedene Arten Fleisch auf Kreatin untersucht und dasselbe überall gefunden, so dass man wohl den Gehalt der Muskeln aller höheren Thierclassen an Kreatin nicht bezweifeln kann. Die Menge des Kreatins im Muskelfleische ist aber ausserordentlich gering: aus 100 Pfund magerem Pferdefleisch erhielt *Liebig* nur 36 grm. (also nur 0,00072) Kreatin, aus 56 Pfd. Rindfleisch 30 grm. (oder 0,00070), aus 47 Pfd. Fleisch von magern Hühnern aber doch 72 grm. (= 0,003), also würden in 100 Th. Fleisch nur 0,07 oder höchstens 0,32 Th. Kreatin enthalten sein oder 1 Th. Kreatin auf 1400 Th. Fleisch kommen. *Liebig* hat sich ferner überzeugt, dass mageres Fleisch mehr Kreatin liefert, als fettes; daher es auch kommen mag, dass er im Rindsherzen verhältnissmässig viel Kreatin gefunden hat. Auch in den glatten Muskeln und zwar in denen des Magens von Schweinen wurde von mir³⁾ Kreatin gefunden; später erkannte solches auch *Siegmund*⁴⁾ in der Muskelsubstanz eines schwangern Uterus.

Aus dem Fleische von Hühnern und Mardern erhielt *Liebig* am meisten Kreatin, aus dem vom Pferde, Fuchse, Rehe, Hirsche, Haasen, Rinde, Schafe, Schweine Kalbe und Fischen in der angedeuteten Reihenfolge weniger. Aus fettem Fleisch konnte *Liebig* oft nur Spuren von Kreatin ausziehen.

*Gregory*⁵⁾ hat nach dem *Liebig*'schen Verfahren verschiedene Fleischarten auf ihren Gehalt an Kreatin untersucht; er fand in 100 Th. Rindsherzenfleisch 0,1375 bis 0,1443 Th. Kreatin, im Fleisch von *Gadus Morrhu* 0,0935 bis 0,17 Th., im Taubenfleisch 0,0825 Th., im Fleisch von *Raja hatis* 0,0907 Th. Das Fleisch von *Gadus Morrhu* empfiehlt *Gregory* besonders, theils weil es verhältnissmässig viel Kreatin enthält, theils weil es am leichtesten ein reines, schön krystallisirtes Kreatin liefert. Die Seefische scheinen also viel mehr Kreatin in ihren Muskeln zu enthalten, als die Süsswasserfische.

Dass auch das Fleisch des Menschen keine Ausnahme von der Regel mache und Kreatin enthalte, davon hat sich *Schlossberger*⁶⁾ durch den directen Versuch überzeugt; er erhielt aus 6 Pfund Menschenfleisch ungefähr 2 grm. Kreatin (also = 0,067%).

Im Blut fanden *Verdeil* und *Marcet*⁷⁾ Kreatin.

1) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 49, S. 344.

2) *Heintz*, Pogg. Ann. Bd. 70, S. 476—480.

3) *Lehmann*, dieses Werks 4. Aufl. Bd. 3, S. 78 und *Walther*, Diss. inaug. med. Lips. 1854. S. 8.

4) *Siegmund*, Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg Bd. 3, S. 50.

5) *Gregory*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 100—108.

6) *Schlossberger*, Arch. f. phys. Hik. Bd. 7, S. 209—211.

7) *Verdeil* und *Marcet*, Journ. de Pharm. et de Chim. 3. Sér. T. 20, p. 94—98.

In der Substanz des *Gehirns*, der *Leber* und der *Nieren* konnte kein Kreatin aufgefunden werden.

Aus *Harn* wurde das Kreatin nebst dem Kreatinin in der Chlorzinkverbindung von *Heintz*¹⁾ und *Pettenkofer*²⁾ zuerst ausgeschieden, aber nicht erkannt; *Heintz*³⁾ stellte erst später aus der Zinkverbindung zuerst reines Kreatin dar und stellte mit solchem Kreatin seine Analysen an. *Liebig* zeigte aber, dass die Chlorzinkverbindung, wie sie aus dem Harn erhalten wird, eigentlich mehr Kreatinin in chemischer Verbindung und Kreatin nur beigemengt enthalte.

Ursprung. Denkt man nur daran, dass das Kreatin in der Fleischbrühe vorkommt, und dass es zufällig ein stickstoffreicher Körper ist, so kann man leicht sich der Meinung zuneigen, dass das Kreatin ein wichtiges Ernährungsmittel sei und somit, um uns eines trivialen Ausdrucks zu bedienen, der progressiven Metamorphose angehöre. Die Analogie, die es in seinem chemischen Verhalten und seiner Constitution mit dem Theein hat, könnte um so mehr zu dieser Ansicht denjenigen verleiten, welcher jenes Theein wegen seines Vorkommens in gewissen Genuss- und Reizmitteln für einen Nahrungsstoff hält. Allein was zunächst diese Analogie betrifft, so ist sie für diesen Zweck bedeutungslos; denn will man den Begriff Nahrungsstoff nicht sehr weit fassen, so ist das Theein sicher kein Nahrungsstoff. Eine Substanz, die zu 2 bis 40 Gran genommen, die heftigste Aufregung des Gefäß- und Nervensystems: Herzklopfen, ausserordentlich frequenten, unregelmässigen und oft aussetzenden Puls, Brustbeklemmung, Kopfschmerzen, Umnebelung der Sinne, Ohrensausen, Funken vor den Augen, Schlaflosigkeit, Erectionen und Delirien hervorruft, eine solche Substanz wird der Arzt, selbst wenn er Homöopath ist, schwerlich den Nahrungsmitteln beizählen, und wohl auch der Physiolog nicht, wenn er weiss, wie schnell das Theein im Organismus sich umsetzt und eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung bedingt.

Bei Versuchen, die ich an mir und mehreren meiner Schüler mit reinem Theein anstellte, ergaben sich die oben verzeichneten Resultate; von 5 Personen (darunter Prof. *Buchheim*, jetzt in Dorpat) waren noch Tags darauf nach dem Genusse von 5 bis 40 Gran jener Substanz unfähig zu irgend einer Beschäftigung, während bei einem früher an mir angestellten Versuche 40 Gran desselben Theeins fast ohne alle sichtliche Wirkung geblieben waren. In allen Fällen wurde in den von je 24 St. gesammelten Harn eine Vermehrung des Harnstoffs gefunden.

Kann aber die Analogie des Kreatins mit dem Theein die nährenden Kraft des ersteren nicht erweisen, so fragt es sich, ob das Vorkommen in der für so sehr nahrungskräftig gehaltenen Fleischbrühe und der Stickstoffreichthum mehr Beweiskraft haben. Was den letzteren betrifft, so ist wohl anzunehmen, dass die Natur noch stickstoffreichere Substanzen als das Kreatin, nämlich das von *Liebig* im Harn nachgewiesene Kreatinin

1) *Heintz*, Pogg. Ann. Bd. 62, S. 602 - 606.

2) *Pettenkofer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 97 - 100.

3) *Heintz*, a. a. O. S. 266 - 476.

und den Harnstoff, sich gewiss nicht durch die Nieren entgehen lassen würde, wenn diese stickstoffreichen Stoffe noch zu irgend etwas taugten, während sie andre erwiesene Nährstoffe, z. B. das Albumin u. dergl., so sehr zu Rathe hält, dass dieselben selbst in Krankheiten nur seltner in die Excrete übergehen. Noch weniger dürfte aber das Vorkommen des fraglichen Stoffes in der Fleischbrühe etwas für dessen Nährkraft beweisen; denn sehen wir auch ab von der höchst geringen Menge, in welcher das Kreatin im Fleische vorkommt, und von der wahrhaft homöopathischen Dosis, in der wir mit Fleisch oder Fleischbrühe jenes zu uns nehmen, so dürfte das gleichzeitige Vorkommen im Harn gewiss dafür sprechen, dass es vom Organismus nicht sonderlich hoch in seinen stoffergänzenden Fähigkeiten gehalten wird; denn sonst würde es ebensowenig als Eiweiss oder Leim von den Nieren ausgeschieden werden. Wir glauben aber, dass man aus der so allseitig durchgeführten, chemischen Untersuchung des Kreatins, wie sie nur von einem *Liebig* zu erwarten war, auch ohne physiologische Gründe darauf geführt werden muss, das Kreatin als einen *Ausscheidungsstoff* anzusehen. Das Kreatin erscheint uns seinen chemischen Qualitäten nach als ein Glied auf der Staffel der rückgängigen Stoffbewegung vor dem Stande der höchsten Atomgewichte zu den Körpern einfachster Zusammensetzung, kurz der sogenannten regressiven Stoffmetamorphose. Das leichte Zerfallen des Kreatins in Kreatinin, Harnstoff und das dem Lactamid isomere Sarkosin, die gewiss Excretionsstoffe sind, beweist sicherlich, dass das Kreatin diesen Stoffen näher stehe, als dem Albumin und Fibrin; es deutet mit hoher Wahrscheinlichkeit an, dass auch im lebenden Körper das Kreatin in diese und ähnliche Stoffe zerfalle. Werden aber zuweilen solche Stoffe, wie z. B. die Milchsäure, noch zu besondern Zwecken im thierischen Organismus verwendet, so sind sie doch nicht als Nahrungsstoffe im engeren Sinne des Worts, d. h. als Material zum Ersatz der untauglich gewordenen stickstoffhaltigen Gewebe zu betrachten, denn nur als solches und nicht als Erwärmungsmaterial würde das Kreatin anzusehen sein. Wichtig aber im höchsten Grade ist das Kreatin für die physiologische Chemie, als es wiederum einen Blick gestattet in den Wechsel jener chemischen Stoffbewegungen, die an die Functionen der Organe gebunden sind und von denen wir der Mittelglieder nur noch wenige erhascht haben.

Kreatinin. $C_5 H_7 N_3 O_2$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieses Alkaloïd bildet farblose, sehr glänzende Krystalle, welche dem monoklinischen Systeme angehören (*F. T. 3 F. 2*), schmeckt fast so ätzend wie Aetzammoniak, löst sich in 11,5 Th. Wasser von mittlerer Temperatur, leichter noch in heissem; von 100 Th. kaltem Weingeist wird ungefähr 1 Th. Kreatinin aufgelöst; in heissem löst es

sich aber in solcher Menge, dass es beim Erkalten sich in krystallinischen Massen wieder ausscheidet; auch in Aether ist es etwas auflöslich; es reagirt sehr stark alkalisch auf Pflanzenfarben und treibt selbst Ammoniak aus seinen Salzen aus. Eine nicht zu verdünnte Lösung von salpetersaurem Silberoxyd erstarrt zu einem Netz von Krystallnadeln, die beim Kochen mit Wasser sich auflösen und beim Erkalten wieder zum Vorschein kommen. Quecksilberchloridlösung giebt damit einen käsigen Niederschlag, der bald krystallinisch wird; Chlorzink bewirkt sogleich einen krystallinisch körnigen Niederschlag (*F. T. 3 F. 3*). Platinchlorid giebt aber in einer einigermassen verdünnten Lösung kein Präcipitat.

Zusammensetzung. Die Kenntniss derselben verdanken wir lediglich *Liebig*¹⁾, der aus den Analysen der Salze dieses Körpers die obige Formel abgeleitet hat, wornach es besteht aus:

Kohlenstoff	8 At.	42,48
Wasserstoff	7 „	6,49
Stickstoff	3 „	37,17
Sauerstoff	2 „	44,16
		100,00

Da dieser Körper so stark basische Eigenschaften besitzt, so ist für seine theoretische Zusammensetzung die *Berzelius*'sche Hypothese wohl die annehmbarste, Ammoniak gepaart mit einem stickstoffreichen Körper, der gerade 4 At. Wasserstoff weniger enthält als das Theein = $H_3 N \cdot C_8 H_4 N_2 O_2$. Uebrigens lehrt eine Vergleichung der Formeln, dass das Kreatinin gerade 2 At. Wasser weniger enthält als das wasserfreie Kreatin.

Verbindungen. Die Verbindungen des Kreatinins mit Säuren sind, soweit sie bekannt, in Wasser löslich und gut krystallisirbar.

Salzsaures Kreatinin, $\overset{+}{K} \cdot HCl$, krystallisirt aus heissem Alkohol in kurzen durchsichtigen Prismen, aus Wasser in breiten Blättern; mit *Platinchlorid* giebt es eine leicht lösliche, in morgenrothen Säulen krystallisirende Verbindung = $\overset{+}{K} \cdot HCl + Pt Cl_2$.

Schwefelsaures Kreatinin, $\overset{+}{K} \cdot HO \cdot SO_3$, bildet concentrisch gruppirte, durchsichtige, quadratische Tafeln, die bei 100° kein Wasser verlieren und vollkommen klar bleiben.

Mit den oben erwähnten *Metallsalzen* giebt das Kreatinin krystallisirbare Verbindungen, welche sämmtlich basische Doppelsalze sind; mit Kupferoxydsalzen bildet es schön blaue, krystallisirbare Doppelsalze.

Darstellung. Aus dem Kreatin erzeugt man das Kreatinin am einfachsten, wenn jenes mit Salzsäure so lange eingedampft wird, bis alle überschüssige Säure verflüchtigt ist; aus der salzsauren Verbindung trennt man die Basis am besten durch Digestion mit Bleioxydhydrat. Die Darstellung des Kreatinins aus dem Harn ist schon bei dem Kreatin angedeutet; auch wenn man es aus der Fleischflüssigkeit darstellen will, ist

1) *Liebig*, a. a. O.

die Chlorzinkverbindung in Gebrauch zu ziehen und dieses durch Bleioxydhydrat zu zerlegen; durch Alkohol ist alsdann Kreatinin vom Kreatin leicht zu trennen.

Prüfung. Dieser Körper ist im Allgemeinen leicht von andern thierischen Substanzen zu unterscheiden, sobald er einmal von anhängenden, organischen Substanzen möglichst befreit ist. Seine alkalische Reaction, seine Verbindbarkeit mit den obengenannten Metallsalzen zu krystallinischen Materien, die Leichtlöslichkeit der Platinchloridverbindung und dergleichen mehr charakterisiren ihn hinlänglich.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Kreatinin ist von *Liebig* nur in den *Muskeln* und im *Harne* gefunden worden, von *Socoloff*¹⁾ auch im Pferdeharn und neben Allantoin auch im Kälberharn. Ueber die Mengen desselben ist bis jetzt nichts bekannt geworden; nur soviel scheint nach den Untersuchungen *Liebig's* unzweifelhaft, dass in den Muskeln bei weitem mehr Kreatin als Kreatinin gefunden wird, im Urine aber die Menge des Kreatinins überwiegt ist über die des Kreatins.

Im *Fruchtwasser* ist nach *Scherer*²⁾ höchst wahrscheinlich auch Kreatinin enthalten.

Im *Blute* fanden *Verdeil* und *Marcet*³⁾ neben Kreatin Kreatinin.

Ursprung. Die Entstehung des Kreatinins aus dem Kreatin kann nach dem Mitgetheilten kaum zweifelhaft sein; denn wenn auch *Liebig* nicht durch die künstliche Umwandlung der einen in die andre Substanzen den besten Beweis dafür geliefert hätte, so würde doch das eben erwähnte Vorkommen beider in umgekehrten Verhältnissen im Fleisch und im Harn so wie *Liebig's* Erfahrung, dass gefaulter Harn kein Kreatin, sondern nur Kreatinin liefert, dafür sprechen, dass auch im lebenden Körper dieses aus jenem hervorgeht und daher als reines Excretionsproduct anzusehen ist.

Harnstoff. $C_2 H_4 N_2 O_2$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Der Harnstoff krystallisirt, wenn er sich schnell ausscheidet, in weissen, seidenglänzenden Nadeln (*F. T. 2. F. 3.*), bei langsamerer Krystallisation aber in farblosen, plattgedrückten vierseitigen Säulen, die viel hohle Räume enthalten und wie aus einzelnen Krystalllamellen zusammengelegt erscheinen; an den Enden wird das Prisma

1) *Socoloff*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 78, S. 243—246 u. Bd. 80, S. 414—416.

2) *Scherer*, Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 1, S. 91.

3) *Verdeil* und *Marcet*, Journ. de Pharm. et de Chim. 3 Sér. T. 20, p. 91.

durch eine oder zwei schiefe Flächen geschlossen. Nach *C. Schmidt*¹⁾ gehören diese Formen nicht dem monoklinischen Systeme an, sondern vielmehr einer parallelfächigen Hemiedrie, deren holoëdrische Gestalt dem rhombischen System angehört; die Krystalle enthalten übrigens kein Krystallwasser. Der Harnstoff ist geruchlos, von salzig kühlendem Geschmack und luftbeständig; er löst sich schon in seinem gleichen Gewichte Wasser und zwar unter merklicher Wärmebildung; von heissem Wasser wird er in jedem Verhältnisse aufgelöst; 4 bis 5 Th. kalten und 2 Th. warmen Alkohols lösen ihn ebenfalls auf; in wasser- und alkoholfreiem Aether und ätherischen Oelen ist er unlöslich, ohne Reaction auf Pflanzenfarben. Seine concentrirte wässrige Lösung wird durch Kochen oder längeres Aufbewahren nicht verändert, wohl aber eine verdünnte Lösung.

Gegen 420° schmilzt der Harnstoff unzersetzt, erst über 420° fängt er an Ammoniak zu entwickeln, breiartig zu werden und sich in Cyanursäure umzuwandeln ($3 \text{ C}_2 \text{ H}_4 \text{ N}_2 \text{ O}_2 = 3 \text{ H}_3 \text{ N} + \text{C}_6 \text{ H N}_3 \text{ O}_4 \cdot 2 \text{ HO}$); schnell erhitzt liefert er auch Cyansäure, welche aus der obengebildeten Cyanursäure hervorgeht ($\text{C}_6 \text{ H N}_3 \text{ O}_4 \cdot 2 \text{ HO} = 3 \text{ C}_2 \text{ NO} \cdot \text{HO}$). Erhitzt man den Harnstoff sehr langsam, so verwandelt er sich (nach *Wöhler* und *Liebig*²⁾) unter Verlust von Kohlensäure und Ammoniak in einen blendendweissen, in Wasser unlöslichen, aber in Säuren und Alkalien auflösblichen Körper $= \text{C}_4 \text{ H}_6 \text{ N}_4 \text{ O}_2$ (denn $3 \text{ C}_2 \text{ H}_4 \text{ N}_2 \text{ O}_2 - [2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_3 \text{ N}] = \text{C}_4 \text{ H}_6 \text{ N}_4 \text{ O}_2$). Wird dagegen der Harnstoff längere Zeit bei 450° bis 470° geschmolzen erhalten, so bildet sich neben genannten Verbindungen (nach *Wiedemann*³⁾) noch das *Biuret*, $\text{C}_4 \text{ H}_5 \text{ N}_3 \text{ O}_4$ ($2 \text{ C}_2 \text{ H}_4 \text{ N}_2 \text{ O}_2 - \text{H}_3 \text{ N} = \text{C}_4 \text{ H}_5 \text{ N}_3 \text{ O}_4$).

Ist in einer Lösung Harnstoff neben Kochsalz oder Salmiak enthalten, so krystallisirt ersteres in Oktaëdern, letzteres in Würfeln; werden die Krystalle aber nachher in Wasser gelöst und von Neuem zum Krystallisiren gebracht, so scheidet sich wie gewöhnlich das Kochsalz in Würfeln und der Salmiak in Oktaëdern oder Efflorescenzen aus.

Verbindbar ist der Harnstoff nur mit einigen Säuren und wenigen Basen; aus seinen Lösungen wird er weder durch Metallsalze noch Gerbsäure noch durch irgend ein Reagens gefällt. Mit Quecksilberoxyd so wie mit Silberoxyd geht der Harnstoff (mit erstem sogar mehrere) Verbindungen ein.

Beim Erhitzen einer concentrirten Lösung von Harnstoff mit salpetersaurem Silberoxyd scheidet sich cyansaures Silberoxyd aus und salpetersaures Ammoniak bleibt in Lösung: ($\text{C}_2 \text{ H}_4 \text{ N}_2 \text{ O}_2 + \text{AgO} \cdot \text{N O}_3 = \text{AgO} \cdot \text{C}_2 \text{ N O} + \text{H}_3 \text{ N} \cdot \text{HO} \cdot \text{NO}_3$).

Durch salpetrige Säure wird der Harnstoff in Stickstoff, Wasser und

1) *C. Schmidt*, Entwurf u. s. w. S. 44.

2) *Wöhler* und *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 54, S. 374.

3) *Wiedemann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 48, S. 274—280.

Kohlensäure zerlegt ($C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 HO + 2 N O_3 = 6 HO + 2 CO_2 + 4 N$); durch Chlor in Stickstoff, Kohlensäure und Chlorwasserstoff ($C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 HO + 6 Cl = 6 HCl + 2 CO_2 + 2 N$).

Ebensowohl durch starke Mineralsäuren als durch kaustische Alkalien wird der Harnstoff beim Kochen unter Aufnahme von 2 At. Wasser in Ammoniak und Kohlensäure zersetzt ($C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 HO = 2 H_3 N + 2 CO_2$).

Sind der wässrigen Harnstofflösung organische, faulende oder fäulnissfähige Substanzen beigemischt, so geht der Harnstoff sehr bald in Kohlensäure und Ammoniak über.

Zusammensetzung. Obiger Formel gemäss besteht der Harnstoff aus:

Kohlenstoff	2 At.	20,000
Wasserstoff	4 „	6,666
Stickstoff	2 „	46,667
Sauerstoff	2 „	26,667
		100,000

Ueber die rationelle Constitution des Harnstoffs ist viel discutirt worden, allein trotzdem sind wir darüber noch keineswegs im Klaren. *Dumas* stellte gleich nach seiner Entdeckung des Oxamids die Hypothese auf, der Harnstoff sei ein Amid der Kohlensäure, denn $2 H_3 N + 2 CO_2 - 2 HO = C_2 H_4 N_2 O_2$; und für diese Ansicht scheint das Verhalten des Harnstoffs gegen salpetrige Säure sowohl als seine leichte Zersetzbarkeit in Kohlensäure und Ammoniak zu sprechen. Allein *Berzelius* macht mit Recht auf die Analogie der Alkaloide mit Harnstoff in seinen Verbindungsverhältnissen mit Säuren aufmerksam, und sieht daher auch den Harnstoff als Ammoniak an, gepaart mit einem stickstoffhaltigen Körper, den er *Urenoxyd* nennt, so dass die rationelle Formel des Harnstoffs $= H_3 N . C_2 H N O_2$ sein würde. Für diese Ansicht spricht ausser der Analogie der Harnstoffsalze mit den Alkaloïdsalzen hauptsächlich noch folgende Betrachtung: Cyansaures Ammoniak $= H_3 N . HO . C_2 N O$ setzt sich, wie wir sogleich sehen werden, in Harnstoff um; die Gruppierung der Atome muss im Harnstoff eine ganz andere sein, als in jenem Salze, da jener alle Eigenschaften eines Salzes verloren hat; nun wissen wir aber, dass das freie Cyansäurehydrat sich ganz spontan in das sog. Cyamelid $= C_2 H N O_2$ durch Umsetzung seiner Atome verwandelt; es liegt nun nichts näher, als anzunehmen, dass auch in der Verbindung mit Ammoniak sich die Cyansäure ebenfalls das Wasser des Ammoniaksalzes so einverleibe, wie im freien Zustande, und dass jenes Cyamelid, wo nicht identisch, doch höchst analog dem Urenoxyd von *Berzelius* sei und so den Paarlins des Ammoniaks im Harnstoff bilde. Vielleicht könnte zur Unterstützung dieser Hypothese auch die Existenz des Biurets geltend gemacht werden, da dieses aus 2 At. Urenoxyd und 1 At. Ammoniak bestehend ist. ~~Es ist~~ $C_4 H_3 N_3 O_4 = H_3 N + 2 C_2 H N O_2$.

Verbindungen. Der Harnstoff ist nur mit manchen Säuren sich zu verbinden geneigt; *Cap* und *Henry*¹⁾ glaubten zwar Verbindungen des Harnstoffs mit Schwefel-, Milch-, Hippur- und Harnsäure dargestellt zu haben, allein die Existenz dieser Verbindungen wird mit Recht bezweifelt. Man kennt mit Sicherheit nur drei Salze des Harnstoffs, nämlich das salz-, salpeter- und oxalsäure.

Salzsaurer Harnstoff, $C_2 H_4 N_2 O_2 \cdot HCl$, wurde gleichzeitig von *Erdmann*²⁾ und *Pelouze*³⁾ dargestellt, indem sie über Harnstoff einen Strom trocknen Chlorwasserstoffgases leiteten; die Verbindung ist weiss, hart und blättrig krystallinisch; an der Luft zieht sie Wasser an, aus dem dann die Salzsäure abdunstet und reiner Harnstoff krystallisiert; in Wasser zerfällt das Salz alsbald in Salzsäure und Harnstoff.

Salpetersaurer Harnstoff, $C_2 H_4 N_2 O_2 \cdot HO \cdot NO_3$, (nach *Regnault* wiederholt von *Marchand*⁴⁾, *Heintz*⁵⁾, *Fehling*⁶⁾, *Werther*⁷⁾ analysirt) entsteht durch Mischen einer concentrirten Harnstofflösung mit überschüssiger Salpetersäure; die Verbindung scheidet sich sogleich (beim Abkühlen fast vollständig) in grossen perlmutterglänzenden Schuppen oder in kleinen, glänzend weissen Blättchen aus; unter dem Mikroskop zeigen sich beim Zusammentreten von Harnstoff und Salpetersäure zuerst sehr stumpfe Rhombenoktaëder, an deren spitzern Winkel (= 82°) allmählich sich mehr Massentheilchen anlegen, so dass diese gewissermassen an Masse zuzunehmen scheinen und das Oktaëder in rhombische Tafeln übergeht oder hexagonale Tafeln bildet (deren gegenüberstehende spitze Winkel ebenfalls 82° betragen); diese Krystalle sind immer nur einzeln oder in gleichsam übereinandergeschobenen Massen zu finden (*C. Schmidt*⁸⁾ und *F. T. 2. F. 5.*). Dieses Salz ist luftbeständig, von saurem Geschmack, in reinem Wasser weit leichter als in salpetersäurehaltigem löslich, auch in Alkohol, wobei starke Abkühlung stattfindet; beim Verdunsten seiner wässrigen Lösung efflorescirt das Salz sehr leicht, es röthet übrigens Lackmus; beim Kochen zersetzt sich seine concentrirte Lösung nicht, wohl aber die verdünnte in Kohlensäure, kohlensaures Ammoniak, Wasser und Stickstoffoxydul ($C_2 N_4 N_2 O_2 \cdot HO \cdot NO_3 = H_2 N + 2 CO_2 + 2 HO + 2 NO$). Erhitzt man trocknen salpetersauren Harnstoff schnell, so verpufft er; bei langsamem Erhitzen auf 140° zerfällt er dagegen in Kohlensäure, Stickstoffoxydul, Harnstoff und salpetersaures Ammoniak. Aus einer nicht allzu verdünnten Lösung dieses Salzes schlägt eine Oxalsäurelösung oxalsäuren Harnstoff nieder.

1) *Cap* und *Henry*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 24, S. 227.

2) *Erdmann*, ebendas. Bd. 25, S. 506.

3) *Pelouze*, Ann. de Ch. et de Ph. 1842, p. 63.

4) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 35, S. 484.

5) *Heintz*, Pogg. Ann. Bd. 66, S. 444—422.

6) *Fehling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 55, S. 249.

7) *Werther*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 35, S. 54—66.

8) *C. Schmidt*, a. a. O. S. 42—45.

Oxalsaurer Harnstoff, $C_2 H_4 N_2 O_2 \cdot HO \cdot C_2 O_3$ (zuweilen noch 2 At. Krystallwasser aufnehmend, *Marchand*) wird ebenfalls durch unmittelbare Vereinigung der Bestandtheile erhalten und bildet für das unbewaffnete Auge lange dünne Blättchen oder Prismen; unter dem Mikroskop zeigt er sich gewöhnlich in hexagonalen, denen des salpetersauren Harnstoffs ähnlichen Tafeln oder hie und da auch in vierseitigen Säulen mit von den breiten Seiten des Prismas ausgehenden Grundflächen; die Form des oxalsauren Harnstoffs gehört wie die des salpetersauren dem monoklinischen Systeme an (*F. T. 2. F. 6.*). Dieses Salz ist von saurem Geschmack, löst sich bei $+ 16^\circ$ in 22,9 Th. Wasser und in 62,5 Th. Alkohol; aus der wässrigen Lösung wird es durch überschüssige Oxalsäure niedergeschlagen. Beim Erhitzen zersetzt es sich in kohlen-saures Ammoniak und Cyanursäure.

Gleich dem Glycin vereinigt sich der Harnstoff auch mit *Salzen*, welche den Harnstoff so fest gebunden enthalten, dass sie beim Kochen ihrer Lösungen sich nicht nur nicht zersetzen, sondern dass selbst aus einigen nicht durch Oxal- oder Salpetersäure der Harnstoff ausgetrieben werden kann (*Werther*¹⁾).

Werden concentrirte Lösungen von Harnstoff und salpetersaurem Silberoxyd gemischt, so bilden sich dicke Prismen von rhombischer Basis, die leicht in Wasser und Alkohol löslich sind = $C_2 H_4 N_2 O_2 \cdot AgO \cdot NO_3$. Durch Natronlauge wird aus dieser Lösung ein gelblicher Niederschlag erhalten = $5 AgO + 2 C_2 H_4 N_2 O_2$. Ausser diesen hat *Werther* noch folgende Verbindungen hervorgebracht: $C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 AgO \cdot NO_3$; $CaO \cdot NO_3 + 3 C_2 H_4 N_2 O_2$; $MgO \cdot NO_3 + 2 C_2 H_4 N_2 O_2$; $NaO \cdot NO_3 + C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 HO$; $NaCl + C_2 H_4 N_2 O_2 + 3 HO$, krystallisirt in zerfliesslichen rhombischen Prismen; $2 HgCl + C_2 H_4 N_2 O_2$; perlmutterglänzende, platte Prismen; aus den Lösungen dieser Verbindung wird Harnstoff weder durch Salpeter- noch Oxalsäure gefällt.

Wird siedendheisse Harnstofflösung mit Quecksilberoxyd erhitzt, so löst sich letzteres in Menge auf und es scheiden sich krystallinische Krusten einer Verbindung von $2 HgO + C_2 H_4 N_2 O_2$ aus (*Dessaigne*²⁾ und *Liobig*³⁾). Durch Fällen einer alkalihaltigen Harnstofflösung mit Quecksilberchloridlösung oder der von salpetersaurem Quecksilberoxyd erhielt *Liobig* Verbindungen des Harnstoffs mit 3 und mit 4 At. Quecksilberoxyd. Wird dagegen eine wässrige Harnstofflösung mit Silberoxyd digerirt, so scheidet sich eine unlösliche Verbindung von $C_2 H_4 N_2 O_2 + 3 AgO$ aus.

Umwandlungsproducte. Biuret, $C_4 H_5 N_3 O_4$, bildet sich auf die oben angeführte Weise beim Erhitzen des reinen oder salpetersauren Harnstoffs auf 452° bis 470° hauptsächlich neben Cyanursäure; aus der wässrigen Lösung des Schmelzungsrückstandes wird die letztere durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt und nach Entfernung des überschüssigen Bleis durch Schwefelwasserstoff die Lösung abgedampft. Das Biuret bildet kleine Krystalle, löst sich leicht in Wasser und noch leichter in Alkohol, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, lässt sich nicht mit Basen verbinden, löst sich in concentrirter Schwefel- und Salpetersäure unverändert auf; mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Kali giebt es eine rothe Lösung. Rationelle Formel = $H, N + 2 C_2 H N O_2$.

¹⁾ *Werther*, u. a. O.

²⁾ *Dessaigne*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Ser. T. 34, p. 446.

³⁾ *Liobig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 82, S. 232. Anm.

Darstellung. Der Harnstoff findet sich nicht nur präformirt im Thierkörper, sondern kann auch künstlich dargestellt werden. Als *Wöhler* die schöne Entdeckung gemacht hatte, dass beim Zusammentreten von Cyansäure und Ammoniak sich Harnstoff bilde, erstaunten die Physiologen damaliger Zeit, die noch von den Ideen der Lebenskräfte befangen waren, darüber, dass ein Stoff, der nur durch die organische Kraft gebildet werden zu können schien, auch durch die Hand des Chemikers aus sogenannten unorganischen Stoffen gebildet werden könne. Das Staunen der Physiologen hat aber allmählich nachgelassen, nicht blos, weil sie meist von jenen irrationellen Lebenskräften abgekommen sind, sondern auch weil es seit jener Zeit noch oft gelungen ist, Stoffe künstlich zu erzeugen, die den bereits bekannten organischen gleich oder wenigstens höchst ähnlich sind. Den Harnstoff haben wir aber als eines der gewöhnlichsten Zersetzungsproducte nicht blos natürlicher organischer Körper, sondern auch künstlich erzeugter Stoffe kennen gelernt. Es würde hier zu weit führen, wollten wir alle die Fälle aufzählen, wo bei Zersetzung einer stickstoffhaltigen Substanz Harnstoff mit als Product auftritt; wir erinnern hier nur an seine Bildung beim Zusammentreffen von Cyan und Wasser, von kallsaurem Kupfer mit Schwefelwasserstoffammoniak (*Gladstone*¹⁾, bei Zerlegung des Allantoins durch Salpetersäure, des Kreatins durch Alkalien, des Alloxans durch eine kochende Lösung von essigsäurem Bleioxyd u. a. m.

Aus dem Harn kann man den Harnstoff auf verschiedene Weise gewinnen, besonders unter Vermittlung von Salpeter- oder Oxalsäure; es ist besser, das alkoholische Extract des Harns als dessen unmittelbaren Verdampfungsrückstand zu benutzen; zieht man Salpetersäure in Gebrauch, so ist der salpetersaure Harnstoff zwischen Ziegelsteinen und Löschpapier gehörig auszupressen, und, nachdem er in etwas Wasser gelöst, mit kohlsaurem Bleioxyd oder Baryt zu zersetzen; die filtrirten Flüssigkeiten scheiden meistens schon sehr bald Krystalle von salpetersaurem Bleioxyd oder Baryt aus; die Mutterlaugen dampft man ein und extrahirt sie mit Alkohol, in welchem sich neben Harnstoff nur wenig salpetersaures Bleioxyd, aber kein salpetersaurer Baryt löst; die alkoholische Lösung, die nach Anwendung von Baryt erhalten worden ist, muss durch Thierkohle möglichst entfärbt werden, während die bleihaltige Harnstofflösung durch die Ausfällung des Bleis mittelst Schwefelwasserstoff schon oft vollständig vom Farbstoff gereinigt wird; die alkoholischen Lösungen scheiden beim Verdunsten den Harnstoff krystallinisch aus.

Um die Bildung des Harnstoffs aus cyansaurem Ammoniak zu dessen Darstellung zu benutzen, erhitzt man ein Gemeng von 28 Th. entwässerten Blutlaugensalzes und 14 Th. wohl ausgetrockneten, guten Braunsteins bis zum schwachen Rothglühen (schon wenn man eine Stelle des Gemenges erhitzt hat, verglimmt die übrige Masse von selbst gleich Feuer-

1) *Gladstone*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 4—5.

schwamm); aus dem Verglimmungsrückstande wird das gebildete cyansaure Kali mit kaltem Wasser ausgelaugt und mit 20½ Th. trocknen, schwefelsauren Ammoniaks vermischt; das meiste schwefelsaure Kali scheidet sich krystallinisch aus, während das in Harnstoff umgewandelte cyansaure Ammoniak in Lösung bleibt; das noch gelöste Sulphat wird durch Krystallisation und vollkommen durch Alkohol vom Harnstoff getrennt.

Prüfung. Der Harnstoff ist im Allgemeinen an seinen Eigenschaften und besonders seinem Verhalten gegen Salpetersäure und Oxalsäure sehr leicht zu erkennen; allein wenn es darauf ankommt, sehr geringe Mengen dieses Körpers in eiweissartigen Flüssigkeiten zu entdecken, so hält es oft sehr schwer, dessen Gegenwart mit wissenschaftlicher Schärfe darzutun. Immer zwar wird der Harnstoff im alkoholischen Extracte zu suchen sein, allein ehe wir zu dessen Herstellung schreiten, sind noch mehrere Vorsichtsmassregeln zu beachten, bei deren Vernachlässigung wir vergeblich nach Harnstoff suchen würden. Zunächst ist die Gegenwart eiweissartiger Substanzen zu berücksichtigen; will man nämlich kleine Mengen Harnstoff in albuminösen Flüssigkeiten nachweisen, so darf man sich nicht dabei beruhigen, das Eiweiss durch einfaches Kochen entfernt zu haben; denn gerade beim Coaguliren des Eiweisses wird die Flüssigkeit alkalischer und würde dadurch beim Verdunsten eine Zersetzung des Harnstoffs herbeiführen; ausserdem aber wird durch Kochen nicht alle albuminöse Materie gefällt, sondern ein Theil bleibt durch das Alkali gelöst und geht selbst in den alkoholischen Auszug über; beim Abdampfen erleidet dieses Eiweiss selbst eine Veränderung, die vielleicht ebenfalls auf Zersetzung des Harnstoffs noch neben dem Alkali hinwirkt. Daher mag es rühren, dass *Marchand* z. B. in 200 grm. Serum, die er mit 4 grm. Harnstoff versetzt hatte, nur 0,2 grm. desselben wieder auffinden konnte. Man muss deshalb vor dem Kochen der eiweisshaltigen Flüssigkeit einige Tropfen Essigsäure bis zu schwach saurer Reaction zusetzen, wodurch nicht nur die Alkalescenz der Flüssigkeit getilgt, sondern auch eine weit vollständigere Ausscheidung der coagulablen Materie erzielt wird. Ist dann der Rückstand der von den coagulirten Materien abfiltrirten Flüssigkeit mit kaltem Alkohol extrahirt worden, so dunste man die Lösung stark ein und lasse das (auch von kaltem Alkohol gelöste) Kochsalz möglichst auskrystallisiren; dann erst bringe man einen Tropfen der Mutterlauge unter das Mikroskop und lasse Salpetersäure zutreten; man wird alsdann die anfänglichen Rhombenoktaeder und die sechsseitigen Tafeln wahrnehmen, bei denen aber, soll die Untersuchung beweiskräftig sein, die spitzen Winkel (= 82°) immer zu messen sind. Nach der Bestimmung des salpetersauren Salzes kann man auch das oxalsaure herstellen und mikroskopisch untersuchen. Eine gute krystallometrische Bestimmung giebt aber dieselbe Sicherheit, wie eine Elementaranalyse, welche letztere in den hier gehörigen Fällen wohl nie oder höchst selten auszuführen sein würde.

Früher hat man die Gegenwart geringer Mengen von Harnstoff aus der oktaëdrischen Form des Kochsalzes erschliessen wollen, allein abgesehen davon, dass es wohl möglich ist, dass auch andre Stoffe eine dem Harnstoff ähnliche Wirkung auf die Krystallform des Kochsalzes äussern, ist zu beachten, dass das Kochsalz, wenn man seine Krystallbildungen unter dem Mikroskop verfolgt, in um so complicirteren Combinationen des regulären Systems sich ausscheidet, je kleiner die Krystalle sind; dies findet statt, wenn man reines Chlornatrium krystallisiren lässt; noch mehr ist dies der Fall, wenn der Lösung organische Substanzen beigemischt waren; ich kenne keinen andern Stoff des regulären Systems, der unter dem Mikroskop so ungewöhnliche Krystalle bildete, als das Kochsalz. Man braucht nur das alkoholische Extract einer beliebigen thierischen Flüssigkeit der Selbstverdunstung zu überlassen, um schon in den grössern Krystallen die Combinationen mit blossem Auge wieder zu erkennen, die wir bei Anwendung reiner Kochsalzlösung unter dem Mikroskop wahrgenommen haben.

Um den Harnstoff im Harn quantitativ zu bestimmen, haben die meisten Analytiker nach *Mitscherlich*¹⁾ sich der Schwerlöslichkeit des salpetersauren Salzes bedient; diese Methode hat mehrere Mängel, die nicht völlig zu vermeiden, aber bei gehöriger Vorsicht sehr unbedeutend zu machen sind. Diese Mängel beruhen auf der nicht völligen Unlöslichkeit jenes Salzes und auf dem Anhängen von sog. Extractivstoffen an demselben; wendet man aber überschüssige *Salpetersäure* zur Ausfällung des Harnstoffs an, kühlt künstlich die Flüssigkeit ab, filtrirt nach einiger Zeit, süss mit kalter Salpetersäure aus und trocknet das ausgepresste Salz bei höchstens 110°, so wird man nicht so grosse Verluste an Harnstoff haben, wie *Heintz*²⁾ dieser Methode zuschreibt; allein an Genauigkeit steht sie freilich den Bestimmungsweisen andrer Stoffe, namentlich mineralischer, bei weitem nach. *Ragsky*³⁾ und *Heintz*⁴⁾ kamen fast gleichzeitig auf die Idee, den Harnstoff im Harn durch Zerlegung mittelst *Schwefelsäure* quantitativ zu bestimmen. Beide Forscher haben sich davon überzeugt, dass die sog. Extractivstoffe des Harns das Resultat des Versuchs nicht verändern; das Wesentliche dieser Methode, die kaum umständlicher aber zweifelsohne genauer ist, als die durch Salpetersäure, besteht darin, dass man aus einer Probe Harn durch Platinchlorid den Gehalt des Harns als Kali und Ammoniak (wenn nämlich solches zugegen ist) bestimmt, dann eine andre Probe mit Schwefelsäure versetzt, und nach und nach bis auf 180° bis 200° erhitzt, oder so lange, als noch ein kleinblasiges Aufbrausen erfolgt; aus der filtrirten Flüssigkeit wird das Ammoniak mit Platinchlorid bestimmt, und von dem erhaltenen Präcipitate das aus der andern Probe erhaltene (dem Chlorplatinkalium entsprechende) abgezogen; aus dem Platinsalmiak oder dem Glühungsrückstande desselben d. h. dem Platin lässt sich der Harnstoff alsdann leicht berechnen.

Eine noch bessere, wiewohl auch nicht vollkommen fehlerfreie

1) *Mitscherlich*, Pogg. Ann. Bd. 34, S. 303.

2) *Heintz*, ebendas. Bd. 66, S. 444—460.

3) *Ragsky*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 56, S. 29—34.

4) *Heintz*, Pogg. Ann. Bd. 68, S. 393—440.

Methode, den Harnstoff quantitativ zu bestimmen, hat *Millon*¹⁾ angegeben; diese beruht auf der Zerlegbarkeit des Harnstoffs durch *salpetrige Säure* in Stickstoff und Kohlensäure; es wird zu dem Zwecke eine Lösung von salpetrigsaurem Quecksilberoxydul in Salpetersäure gelöst und der abgewogenen Harnmenge zugesetzt; beim Erwärmen entweicht Stickstoff und Kohlensäure, welche letztere im Kaliapparate aufgefangen und gewogen wird; wenn kein anderer Bestandtheil des Harns, so dürften doch einige Extractivstoffe Kohlensäure liefern können, was *Millon* indessen läugnet. Auch ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Harn stets aufgelöste freie Kohlensäure enthält.

*R. Bunsen*²⁾ hat endlich noch eine Methode zur quantitativen Bestimmung des Harnstoffs angegeben, die auf der Eigenschaft des Harnstoffs beruht, sich in seinen Lösungen in *verschlossenen Gefässen bei 120° bis 240° zu zersetzen*; die hierbei gebildete Kohlensäure wird an Baryt gebunden und aus dem kohlensauren Baryt die Menge des Harnstoffs berechnet.

*Liebig*³⁾ hat in einer vorläufigen Notiz darauf aufmerksam gemacht, dass der Harnstoff durch die oben S. 158 erwähnte, in Wasser völlig unlösliche Quecksilberverbindung quantitativ bestimmt werden könnte, indem man der Harnstofflösung Quecksilberchloridlösung und doppeltkohlensaures Kali im Ueberschusse zusetzt (durch letzteres allein werden bekanntlich Quecksilberoxydsalze nicht präcipitirt).

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Harnstoff ist eines der Hauptexcretionsproducte der Nieren; er findet sich daher hauptsächlich im Harn. Obgleich er unter den festen Bestandtheilen des Harns den grössten Theil ausmacht, so ist er doch im flüssigen Harn in sehr variablen Mengen enthalten und dies zwar hauptsächlich desshalb, weil der Wassergehalt des Harns je nach den physiologischen Verhältnissen so ausserordentlich verschieden ist. Will man sich daher von der Menge des durch den Harn ausgeschiedenen Harnstoffs überzeugen, so muss man den innerhalb eines bestimmten Zeitraumes gesammelten Harn auf den Gehalt an Harnstoff untersuchen. Da wir unter »Harn« auf diesen Gegenstand zurückkommen, so bemerken wir hier nur, dass der Harn eines gesunden Menschen im Durchschnitt 2,5 bis 3,2% Harnstoff enthält, dass das Verhältniss dieses Stoffs zu den übrigen festen Bestandtheilen ungefähr = 9 : 11 oder 7 : 9 ist, und dass ein gesunder Mann in 24 St. 22 bis 36 grm. Harnstoff excernirt.

Die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs ist nach meinen Untersuchungen⁴⁾ ausserordentlich abhängig von der Art der vorher genossenen

1) *Millon*, Compt. rend. T. 26, p. 419—424.

2) *R. Bunsen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 375—387.

3) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 80, S. 423.

4) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25, S. 22—29 u. Bd. 27, S. 257—274.

Nahrungsmittel. Bei rein animalischer oder vielmehr stickstoffreicher Kost werden oft $\frac{2}{5}$ Harnstoff mehr ausgeschieden, als bei gemischter Kost, bei dieser aber fast $\frac{1}{3}$ mehr, als bei rein vegetabilischer; bei stickstofffreier Kost wird endlich über die Hälfte weniger Harnstoff ausgeschieden, als nach dem Genusse gemischter Nahrungsmittel.

Bei meinen Versuchen über den Einfluss verschiedener Nahrungsmittel auf den thierischen Organismus und den Harn insbesondere gelangte ich zu den eben angeführten Resultaten, die in Mittelzahlen ausgedrückt folgende sind: bei wohl geregelter Diät und dem Genusse gemischter Nahrungsmittel entleerte ich in 24 St. (im Mittel von 15 Beobachtungen) = 32,5 grm. Harnstoff, bei rein animalischer Kost in derselben Zeit (aus 12 Beobachtungen) = 53,2 grm., bei vegetabilischer Kost (aus 12 Beobachtungen) = 22,5 und bei dem Genusse stickstofffreier Nahrungsmittel (aus 3 Beobachtungen) = 15,4 grm.

Hierbei ist besonders erwähnenswerth, dass schon sehr bald nach dem Genusse stickstoffreicher Nahrungsmittel die Harnstoffvermehrung im Harn eintritt und dass in solchen Fällen oft $\frac{5}{6}$ von dem mit den Nahrungsmitteln aufgenommenen Stickstoff in 24 St. wieder als Harnstoff durch die Nieren abgehen.

Indem ich täglich 32 gekochte Hühnereier genoss, verzehrte ich mit diesen ungefähr 30,16 grm. Stickstoff; mit der oben bezeichneten Menge Harnstoff leerte ich aber in je 24 St. durch die Nieren ungefähr 25 grm. aus. Schon den andern Morgen, nachdem ich Tags vorher nur Fleisch oder Eier genossen hatte, war der Harn so reich an Harnstoff, dass er unmittelbar mit Salpetersäure einen reichlichen Niederschlag von salpetersaurem Harnstoff gab; daher wohl auch für England's *Proul's* Behauptung richtig sein mag, dass frischgelassener Harn oft unmittelbar durch Salpetersäure Harnstoff ausscheidet, was auf dem Continente, wo man weniger Fleisch consumirt, so viel bekannt, noch von Niemand beobachtet worden ist. Daher ist auch der Harn fleischfressender Thiere sehr reich an Harnstoff (*Vauquelin*¹⁾, *Hieronymi*²⁾, *Tiedemann* und *Gmelin*³⁾, während dagegen der Harn pflanzenfressender Thiere verhältnissmässig arm an Harnstoff ist (*Boussingault*⁴⁾).

Trotz des bedeutenden Einflusses der Nahrungsmittel auf die Harnstoffmenge im Harn findet sich doch selbst nach langer Enthaltung von allen Nahrungsmitteln (nach tagelangem Hungern) ebenso gut noch Harnstoff im Urin, als nach dem Genusse vollkommen stickstofffreier Kost.

*Lassaigne*⁵⁾ fand im Harn eines Verrückten, der 14 Tage lang gehungert hatte, noch Harnstoff im Urin, *J. Scherer*⁶⁾ fand in einem ähnlichen Falle im Harn noch 1,64% Harnstoff; in 24 St. entleerte der sich verhungerte Geisteskranke 9,48 gr. Harnstoff. Etwas Aehnliches lässt sich fast täglich an Typhösen und andern Kranken beobachten, die, nachdem sie 14 Tage und noch länger gar nichts, als vielleicht eine Oeemulsion oder ein schleimiges Decoct genossen haben, immer noch einen harnstoffhaltigen, ja oft harnstoffreichen Harn entleeren. Nachdem ich 3 Tage lang nur

1) *Vauquelin*, Schweigg. Journ. Bd. 3, S. 175.

2) *Hieronymi*, Journ. de Ch. et de Pharm. T. 3, p. 322.

3) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 2, S. 4.

4) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 15, p. 97—114.

5) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 1, p. 272.

6) *J. Scherer*, Verb. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 3, S. 188.

vollkommen stickstofffreie Nahrung zu mir genommen hatte, fand ich im Morgenharn noch über 4% Harnstoff.

Starke körperliche Anstrengung bedingt eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung.

Während ich nach zahlreichen Beobachtungen unter den gewöhnlichen Verhältnissen in 24 St. ungefähr 32 grm. Harnstoff entleerte, fand ich nach körperlichen Strapazen einmal 36 grm. und ein andermal 37,4 grm. Harnstoff in dem von 24 St. gesammelten Harn.

Der Harn von *Frauen* und *Kindern* enthält nach *Becquerel*¹⁾ weniger Harnstoff, als der von Männern. Weit genauer hat diese Verhältnisse, insofern sie Kinder und Erwachsene betreffen, *Scherer*²⁾ ermittelt. Er fand nämlich, dass der Harn der Kinder durchschnittlich etwa 4,7% Harnstoff enthält, während er in dem 24 St. lang gesammelten Harn eines 22jährigen Mannes nur 4,25% vorfand. Indessen ist aus solchen Bestimmungen wenig zu schliessen; nur die Bestimmungen nach gewissen Zeiten und gewissen Gewichtsverhältnissen gestatten eine Einsicht in den Gesamtprocess. Ein Kind von 3½ J. entleerte in 24 St. = 12,98 gr. Harnstoff, ein Mädchen von 7 J. = 18,29 grm., ein 22jähriger Jüngling = 37,008, ein 38jähriger Mann = 29,824. Wurden jedoch die Gewichtsverhältnisse der betreffenden Personen berücksichtigt, so ergab sich, dass auf 4 Kilogramm des Kindes 0,840 grm. und auf 4 Klgr. der Erwachsenen nur 0,420, also fast die Hälfte weniger Harnstoff entleert wurde.

Becquerel fand das Verhältniss des in 24 St. von Frauen ausgeschiedenen Harnstoffs zu dem von Männern = 45,582 : 47,537.

Eine Harnstoffvermehrung in Krankheiten habe ich ebensowenig als *Becquerel* je mit Sicherheit constatiren können, während englische Forscher sich sogar geneigt gefunden haben, eine Harnstoffdiathese anzunehmen.

Ogleich wir a priori gegen alle jene Diathesen eingenommen sind, wie sie von den englischen Aerzten, auf einige Harnuntersuchungen gestützt, angenommen werden (vergl. oben S. 45), so müssen wir uns insbesondere gegen eine solche Harnstoffdiathese erklären; denn was soll denn eigentlich damit für ein krankhafter Process bezeichnet werden? Das Wesen dieser oder jener Krankheit beruht doch nicht auf der vermehrten Harnstoffausscheidung, diese kann nur die Folge eines andern Processes sein. Möglicher Weise wird der Harnstoff nur dann in vermehrter Menge ausgeschieden, wenn Material zu seiner Bildung genug vorhanden ist; ist nun mit jener Harnstoffdiathese nicht Polyphagie verbunden, so muss die Quelle des Harnstoffs in dem Untauglichwerden der stickstoffhaltigen Gewebe, d. h. in deren Consumption zu suchen sein; diese hat ihren Grund aber doch nicht in einer Geneigtheit der Gewebe in Harnstoff überzugehen, sondern beruht auf andern Processen, die selbst erst nur die Begleiter mancher krankhaften Processes sind. In Krankheiten, wo wirklich eine solche Consumption statthat, habe ich nie mehr Harnstoff in 24 St. ausgeschieden gefunden, als im normalen Zustande, sehr oft aber weit weniger.

1) *Becquerel*, *Séméiotique des Urines* etc. Paris 1844. Deutsch v. Neubert. Leipzig 1842. S. 25.

2) *Scherer*, *Verh. d. physik.-med. Ges. z. Würzburg*. Bd. 3, S. 180—190.

Eine Verminderung der Menge des Harnstoffs im krankhaften Harn, die sehr gewöhnlich beobachtet wird (wenn man nämlich die in 24 St. ausgeschiedene absolute Quantität berücksichtigt), mag in den meisten Fällen von der kargen Diät abhängig sein.

Becquerel hat über diesen Gegenstand die besten Untersuchungen angestellt; doch scheint es uns, als ob solche Untersuchungen eher dazu dienen können, um den individuellen Krankheitsprocess in einem speciellen Falle beurtheilen zu können, als allgemeine Regeln für die Harnstoffabnahme im Harn bei gewissen Krankheitsclassen aufzustellen. Gerade die Harnuntersuchung weist uns bei aufmerksamer Beobachtung recht deutlich darauf hin, am Krankenbette gehörig zu individualisiren und uns von allgemeinen Erörterungen fern zu halten.

Den Harnstoff im normalen Blute nachzuweisen, haben sich viele Forscher lange vergebens bemüht; *Fz. Simon* hat im Kalbsblute Harnstoff zu finden geglaubt so auch *Strahl* und *Lieberkühn*¹⁾ und neuerdings *Garrod*²⁾ in menschlichem Blute; ohne an der Richtigkeit der Beobachtungen genannter Forscher zu zweifeln, habe ich mich doch erst in letzter Zeit von der Gegenwart des Harnstoffs in normalem Blute durch entscheidende Versuche mit Bestimmtheit überzeugen können.

Bei meinen Versuchen über den Gehalt des Blutes an kohlen sauren Alkalien, nahm ich öfter 4 bis 6 Pfund frisches Rindsblut in Arbeit; um die durch das gebräuchliche Einäschern stets bedingte Umsetzung der löslichen Mineralbestandtheile des Bluts zu vermeiden, entfernte ich zunächst die coagulablen Materien des Bluts, nachdem dasselbe mit dem 4 fachen Volumen Wassers verdünnt und mit Essigsäure neutralisirt war; der Verdunstungsrückstand der von dem Eiweisscoagulum abfiltrirten und den beim Verdunsten sich etwa noch bildenden Häuten befreiten Flüssigkeit ward mit absolutem Alkohol behandelt und dann, wie oben angegeben, auf Harnstoff untersucht; die Winkelmessungen der Krystalle des salpetersauren so wie des oxalsauren Harnstoffs, die nach *Schmidt's* Verfahren unter dem Mikroskop vorgenommen wurden, stimmten ganz mit den von *Schmidt* angestellten Messungen der bezüglichen Krystallformen überein. *Verdeil* und *Dollfus*³⁾ haben in grossen Mengen Rindsbluts jüngst ebenfalls Harnstoff nachgewiesen.

Abnormer Weise vermehrt findet man den Harnstoff im Blute solcher, die an einer Nierendegeneration leiden, wodurch deren Function gestört ist. Man fasst gewöhnlich die Zustände, wo eine solche Störung der mechanischen Harnausscheidung eingetreten ist, so verschieden auch die histologische Umwandlung des Nierengewebes sein mag, unter dem Namen der *Bright'schen Krankheit* zusammen, und nennt die Symptomen-Gruppe, welche man zunächst von der Retention des Harnstoffs im Blute ableitet, *Urämie*.

Dass Harnstoff in dieser Krankheit im Blute vorkomme, hat wohl *Christison*⁴⁾ zuerst nachgewiesen. In einem andern Leiden als jener Nierenaffection ist Harnstoff nur selten im Blute gefunden worden; es brauchen indessen keineswegs die

1) *Strahl*, Preuss. Vereins-Zeit. No. 47. 1847.

2) *Garrod*, Lond. med. Transact. V. 31, p. 83.

3) *Verdeil* und *Dollfus*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 74, S. 244.

4) *Christison*, On the granular degeneration of the kidneys etc. Edinburgh 1839, p. 20.

Symptome der Urämie mit der Gegenwart von Harnstoff im Blute verbunden zu sein, denn jeder Arzt weiss, wie oft Bright'sche Krankheit ohne jene Symptomen-Gruppe vorkommt; nur wenn der Harn sehr kärglich ausgesondert werden kann, treten diese Erscheinungen ein, zu denen jedoch, wie man gewöhnlich annimmt, Erbrechen keineswegs nothwendig ist. Auch im Blute von Cholerakranken fanden *Reiny*¹⁾ und *Marchand* Harnstoff, jedoch nur wenn Ischurie eingetreten war, *Garrod*²⁾ glaubt ihn auch im Blute eines Gichtkranken gefunden zu haben.

Im *Fruchtwasser* haben *Rees*³⁾ und *Wöhler*⁴⁾ Harnstoff nachgewiesen, von dem sie sich überzeugt zu haben glauben, dass er nicht von beigemengtem Harn der Mutter herrührte. *Mack*⁵⁾ und *Scherer*⁶⁾ vermochten aber darin keinen Harnstoff aufzufinden.

*Millon*⁷⁾ fand im Humor vitreus und aqueus des Auges Harnstoff, *Wöhler*⁸⁾ bestätigt dies.

Sehr oft hat man in hydropischen Exsudaten Harnstoff gefunden.

Nie habe ich Harnstoff in serösen Exsudaten entdecken können, wenn nicht gleichzeitig Nierenleiden da war; die frühern Angaben möchten daher wohl immer nur auf solche hydropische Flüssigkeiten Bezug haben, die im Fall Bright'scher Krankheit sich ansammelten, nicht aber jener Wassersuchten, die von Leberanschwellung abzuleiten sind.

Der Harnstoff geht übrigens bei Bright'scher Krankheit in alle serösen Flüssigkeiten über; so fand *Schlossberger*⁹⁾ denselben einmal selbst in dem wässrigen Ergüsse der Hirnhöhlen.

In den bei *Urämie* ausgebrochenen Massen findet man nicht selten Harnstoff (*Nysten*¹⁰⁾ und *Andre*), so auch im Schweisse (*Schottin*).

Im Speichel eines an Bright'scher Krankheit Leidenden fand *Wright*¹¹⁾ Harnstoff, ebenso auch in dem eines mit Sublimat vergifteten Hundes.

In der Galle haben *Strahl* und *Lieberkühn* nach Nierenexstirpation Harnstoff nachgewiesen.

*Moleschott*¹²⁾ fand merkwürdiger Weise in der Fleischflüssigkeit von Fröschen, denen er die Leber mehrere Tage vorher exstirpirt hatte, neben andern oxalsauren Salzen oxalsauren Harnstoff.

Ursprung. Lange Zeit schwebte die Frage unter den Physiologen, wo eigentlich der Harnstoff gebildet werde. Da der Harnstoff nicht hatte

1) *Reiny*, Lond. med. Gaz. 1838. Jan. p. 32.

2) *Garrod*, a. a. O.

3) *Rees*, Lond. med. Gaz. 1839, p. 462.

4) *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 98.

5) *Mack*, Arch. f. phys. u. pathol. Ch. u. Mikr. Bd. 6, S. 218—224.

6) *Scherer*, Siebold's u. Kölliker's Zeitschr. f. Zoologie, Bd. 1, S. 88—92.

7) *Millon*, Compt. rend. T. 26, p. 124.

8) *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 428.

9) *Schlossberger*, Roser's u. Wunderlich's Arch. f. phys. Hlk. Bd. 1, S. 43.

10) *Nysten*, Journ. de Chim. méd. 1837, p. 257.

11) *Wright*, a. a. O. S. 203 u. 204.

12) *J. Moleschott*, Arch. f. physiolog. Hlk. Bd. 11, S. 493.

im normalen Blute nachgewiesen werden können, so glaubten viele bei der ältern Ansicht verharren zu müssen, dass die Excrete erst in den Excretionsorganen aus Blutbestandtheilen gebildet und somit auch der Harnstoff erst in den Nieren erzeugt werde. Jenen Harnstoff, den man bei krankhaften Zuständen zuweilen im Blute und an andern Orten gefunden hatte, hielt man für resorbirt aus den Nieren oder der Harnblase. Zur Wiederlegung dieser Ansicht exstirpirten *Prevost* und *Dumas*¹⁾, sowie später *Gmelin*, *Tiedemann* und *Mitscherlich*²⁾ bei Thieren die Nieren und wiesen dann nicht geringe Mengen Harnstoffs im Blute nach; ja *Marchand*³⁾ brachte durch blosse Unterbindung der Nierenerven bei einem Hunde alle Erscheinungen der Urämie hervor, und konnte nicht nur im Blute, sondern auch in den ausgebrochenen Massen die Gegenwart des Harnstoffs mit grösster Bestimmtheit nachweisen.

Marchand hat diesen Gegenstand insbesondere scharf beleuchtet; dieser genaue Forscher konnte in 200 grm. Serum, welches er mit 4 grm. Harnstoff versetzt hatte, nur 0,2 grm. wieder auffinden; er zeigt, dass selbst, wenn der Harnstoff nur von Stunde zu Stunde aus dem Blute ausgeschieden würde, derselbe sich nicht in solcher Quantität ansammeln könnte, dass man nach der dermaligen Untersuchungsweise den Harnstoff darin zu entdecken vermöchte. Aus folgender Betrachtung können wir uns einen Begriff von der geringen Menge Harnstoff machen, die nach der *Marchand*'schen Voraussetzung sich höchstens innerhalb einer Stunde im Blute ansammeln könnte: nach Versuchen von *Ed. Weber*, die ich zum Theil mit ange stellt habe, sind in einem ausgewachsenen Menschen höchstens 6 bis 7 Kilogramm kreisendes Blut anzunehmen; nun werden in 24 Stunden 30 grm. Harnstoff entleert, also würden in 1 St. im ganzen Blute sich höchstens 4,25 grm. Harnstoff ansammeln können, so dass in demselben nur 0,021% enthalten wären; diese geringe Menge lässt sich aber, wie oben erwiesen, nur aus sehr grossen Massen Blut und durch Hülfe des Mikroskops auffinden. Leicht begreiflich ist es daher auch, warum es mir bei den Versuchen mit animalischer Kost, wo der Harn mit Harnstoff so geschwängert war, nicht gelingen wollte, im Blute Harnstoff zu entdecken.

Ist es nun ausgemacht, dass der Harnstoff nicht erst in den Nieren gebildet wird, so bliebe immer noch die Frage zu beantworten, ob er im kreisenden Blute oder in einzelnen lehensthätigen Organen z. B. den Muskeln erzeugt werde, und aus welchen Materien er vorzugsweise hervorgehe. Wir möchten nach den für jetzt uns vorliegenden Thatsachen diese Frage dahin beantworten, dass der Harnstoff erst im Blute und zwar aus untauglich gewordenen Materien, Trümmern der Gewebsmasse, ebensowohl als aus unbrauchbaren, überschüssig ins Blut gelangten stickstoffreichen Substanzen erzeugt werde. Kein thierisches Gewebe ist so lehensthätig, wird so viel benutzt und so schnell abgenutzt, als das Muskelgewebe; sicher geht in ihm die Stoffmetamorphose am schnellsten und in grösstem Maassstabe von Statten, und doch hat *Liebig* in den grossen Massen Muskelflüssigkeit, die er verarbeitete, keine Spur Harnstoff

1) *Prevost* und *Dumas*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 23, p. 90.

2) *Gmelin*, u. s. w. Pogg. Ann. Bd. 31, S. 303.

3) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 44, S. 449.

gefunden, wohl aber Stoffe, aus denen er künstlich Harnstoff zu erzeugen im Stande war. Es ist daher wohl anzunehmen, dass diese Stoffe wie das Kreatin (die Inosinsäure vielleicht) erst im Blute durch die Einwirkung des Alkalis und des freien Sauerstoffs in Harnstoff und andre excerirbare Materien zerlegt werden. Für die Bildung des Harnstoffs im Blute spricht aber auch die von mir gemachte Erfahrung, dass die überschüssig ins Blut übergegangenen stickstoffhaltigen Nahrungsmittel sowohl als Theein, Glycin (*Horsford*), Harnsäure und Alloxantin (*Wöhler und Frerichs*¹) kurze Zeit nach ihrem Genusse die Menge des Harnstoffs im Harn erheblich vermehren. Man kann unmöglich annehmen, dass jene stickstoffreichen Nahrungsmittel erst in Gewebsmaterie umgewandelt worden seien, ehe sie sich in Harnstoff u. s. w. umwandeln; denn es lässt sich nicht denken, dass hier, wie etwa bei der Stossmaschine der Physiker, von viel auftreffenden Theilen auch gleich viel Theile abgestossen würden. Die Umwandlung jener Materie dürfte daher wohl an keinem andern Orte als in dem kreisenden Blute statt finden und demnach auch hier der Harnstoff erzeugt werden.

Dass der Harnstoff sich aus stickstoffhaltigen Materien bilde, darüber kann kein Zweifel sein, auch wenn er nicht selbst Stickstoff (und zwar in so grosser Menge) enthielte; denn nur nach dem Genusse stickstoffreicher Mittel finden wir seine Menge im Harn vermehrt. Würden wir aber weiter fragen, aus welchen Stoffen er zunächst hervorgehe und welche Gewebstheile hauptsächlich zu dessen Bildung beitragen, so würden wir bei dem jetzigen Stande unsrer Kenntnisse keine befriedigende Antwort erhalten können. Wir wissen nur so viel, dass der Harnstoff ein sehr allgemeines Zersetzungsproduct stickstoffhaltiger Materien ist, mögen dieselben natürlich im Thierkörper vorkommen, oder erst künstlich erzeugt worden sein; nach den oben gegebenen Andeutungen ist der Harnstoff ein so gewöhnliches Umwandlungsproduct stickstoffhaltiger Körper, dass wir ihn kaum noch länger den eigentlichen organischen Substanzen beizählen könnten, wenn wir überhaupt einen Unterschied zwischen organischer und unorganischer Materie statuirten. Dass übrigens ein grosser Theil des durch die Nieren ausgeschiedenen Harnstoffs im Blute zunächst aus der Zersetzung der Harnsäure hervorgegangen ist, wird uns bei Betrachtung der Harnsäure wahrscheinlich werden.

Welche Bedeutung und ob der Harnstoff eine solche in den Flüssigkeiten des Auges habe, sind Fragen, die sich bis jetzt noch nicht beantworten lassen.

Allantoin. $C_4 H_6 N_4 O_3 . HO$

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet farblose, harte Prismen von rhomboëdrischer Grundform (*F. T. 5. F. 4*), starkem Glasglanz, ohne

¹) *Wöhler und Frerichs*, *Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 65, S. 337 u. 338.

Geruch und Geschmack, löst sich in 160 Thl. kaltem Wasser, leichter in heissem; aus der heissen Alkohollösung krystallisirt das Allantoin beim Erkalten; in Aether ist es unlöslich; es ist luftbeständig, röthet Lackmus nicht, wird beim Erhitzen verkohlt, ohne zu schmelzen. In Lösungen von kohlensauren und ätzenden Alkalien wird es beim Erwärmen aufgelöst und krystallisirt dann beim Erkalten unverändert wieder heraus; von concentrirten ätzenden Alkalien wird es unter Aufnahme von Wasser in Oxalsäure und Ammoniak zerlegt ($C_8 H_5 N_4 O_5 + 7 HO = 4 H_3 N + 4 C_2 O_3$); mit concentrirter Schwefelsäure gekocht, entwickelt es ebenfalls, unter Aufnahme von Wasser, Kohlensäure und Kohlenoxyd und liefert schwefelsaures Ammoniak. Wird es mit Salpetersäure (von 1,2 bis 1,4 spec. Gewichte) erwärmt, so zerfällt es in Harnstoff und Allantoin-säure (3 At. Allantoin geben nach Aufnahme von 7 At. Wasser 2 Aeq. Harnstoff und 2 At. Allantoin-säure, denn $C_{24} H_{15} N_{12} O_{15} + 7 HO = 4 H_6 N_4 O_4 + C_{20} H_{14} N_8 O_{10}$).

Das Allantoin lässt sich übrigens mit Bleioxyd und Silberoxyd verbinden.

Zusammensetzung. *Liebig* und *Wöhler*¹⁾ haben die Zusammensetzung des krystallisirten Allantoins zuerst genauer bestimmt und aus der Silberverbindung die obige Formel abgeleitet, wornach es besteht aus:

Kohlenstoff	8 At.	30,38
Wasserstoff	5 „	3,16
Stickstoff	4 „	35,44
Sauerstoff	5 „	25,32
Wasser	1 „	5,70
		400,00

Atomgewicht des hypothetisch trocknen Allantoins = 4862,5.

Dieser Körper kann durchaus nicht den organischen Basen beigezählt werden, da er sich mit keiner Säure verbinden lässt, allein der Analogie seiner Zusammensetzung halber und da wir ihm keine passendere Stelle anweisen konnten, als unter den stickstoffhaltigen Producten der Metamorphose thierischer Stoffe, glaubten wir ihn hier einschalten zu dürfen. Eine rationelle Formel lässt sich daher nicht für ihn aufstellen; wir machen nur darauf aufmerksam, dass er gerade die Elemente von 4 At. Cyan und 5 At. Wasser enthält.

Verbindungen. Die *Silberverbindung* $C_8 H_5 N_4 O_5 \cdot AgO$. entsteht, wenn zu einer kochend gesättigten Lösung von Allantoin salpetersaures Silberoxyd gesetzt und dann so lange Ammoniak zugefügt wird, als noch ein Niederschlag entsteht; sie bildet ein weisses Pulver, das aus mikroskopischen, klaren, vollkommen sphärischen Kugeln besteht.

Die *Bleioxydverbindung* entsteht durch Kochen einer wässrigen Allantoinlösung mit Bleioxyd; sie ist krystallisirbar.

Umwandlungsproducte. *Allantoin-säure*, $C_{10} H_7 N_4 O_9$, auf die oben erwähnte Weise erhalten, bildet eine zähe, amorphe, weisse Masse, die in Wasser

1; *Liebig* und *Wöhler*, Pogg. Ann. Bd. 81, S. 564.

löslich, aber unlöslich in Alkohol und Aether ist, und mit Alkalien und Erden lösliche Salze giebt (*Pelouze*¹⁾. Man hat darauf aufmerksam gemacht, dass diese Säure gerade 3 At. Wasser mehr enthält, als die Zusammensetzung der Harnsäure nach der älteren Formel giebt, nämlich $C_{10} H_4 N_4 O_6 + 3 HO = C_{10} H_7 N_4 O_9$.

Darstellung. Man verdunstet die Allantoisflüssigkeit der Kälber oder den Harn junger Kälber, ohne zu sieden, bis zur dünnen Syrupconsistenz und lässt ihn nachher mehrere Tage stehen; das Allantoin krystallisirt alsdann mit phosphorsaurer und harnsaurer Talkerde gemeinlich heraus; durch Umrühren mit kaltem Wasser und Abgiessen wird die grössentheils aus harnsaurer Talkerde bestehende schleimige Masse entfernt, während die Krystalle von Allantoin und phosphorsaurer Talkerde schnell zu Boden sinken; durch heisses Wasser, welches das Talkerdsalz ungelöst zurücklässt, wird das Allantoin ausgezogen, die Lösung durch Blutkohle entfärbt und zur Krystallisation abgedampft. Das Allantoin kann aber auch künstlich aus der Harnsäure (s. unten) durch Kochen mit Bleihyperoxyd erhalten werden; es bildet sich bei dieser Zerlegung oxalsaures Bleioxyd, Harnstoff und Allantoin; aus der vom oxalsauren Bleioxyd kochend abfiltrirten Flüssigkeit scheidet sich beim Erkalten das Allantoin in Krystallen aus.

Prüfung. Mit Sicherheit kann dieser Körper nur nachgewiesen werden durch eine genaue Bestimmung seiner Krystallform, durch eine Elementaranalyse oder durch Analyse der Silberoxydverbindung.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Allantoin glaubten *Vauquelin* und *Buniva*²⁾ den Liquor Amnios von Kühen gefunden zu haben, allein *Lassaigne*³⁾ bewies, dass es dem Liquor Allantoidis eigenthümlich sei. Neuerdings hat *Wöhler*⁴⁾ dasselbe auch in ansehnlicher Menge im Harne jüngerer Kälber gefunden. Sonst ist es bis jetzt noch nirgends im thierischen Organismus gefunden worden.

Nach *Wöhler* hat das Allantoin aus Kälberharn das Eigenthümliche, dass der Habitus seiner Krystalle verschieden ist von dem aus der Allantois und aus Harnsäure erhaltenen; es bildet mehr bündelförmig verwachsene Krystalle mit unregelmäßigen Endflächen, während das reine Allantoin in isolirten, wohl ausgebildeten Prismen erscheint. Dieser Unterschied rührt jedoch nur von der Einmischung einer fremden Substanz her, deren Quantität so gering ist, dass sie auf das Resultat der Elementaranalyse keinen merklichen Einfluss äussert. Durch Binden an Silberoxyd und nachherige Trennung von demselben wird es indessen ebenso rein und krystallisirt erhalten, wie wenn es aus Allantoisflüssigkeit oder Harnsäure dargestellt werden wäre.

1) *Pelouze*, Ann. de Chim. et de Phys. 1842, p. 69.

2) *Vauquelin* und *Buniva*, Scherer's Journ. Bd. 6, S. 244.

3) *Lassaigne*, Ann. de Ch. et de Phys. T. 47, p. 304.

4) *Wöhler*, Nachrichten der k. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen 1849, No. S. 64—64.

Ursprung. Dass das Allantoin ein Product der Metamorphose stickstoffhaltiger Nährsubstanzen oder Gewebsmaterien im thierischen Organismus ist, geht aus seinem Vorkommen deutlich genug hervor: allein eine nähere Bezeichnung des chemischen Processes seiner Bildung ist schon deshalb unmöglich, weil wir keinen Begriff von seiner rationellen Zusammensetzung haben. Einen Wink jedoch für eine spätere Deutung seiner Entstehung können vielleicht folgende zwei Thatsachen geben: erstens dass es nur im Harn des Fötus und des Neugeborenen vorkommt, später aber nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel verschwindet; zweitens aber, dass, wie *Wöhler* gefunden hat, im Harne säugender Kühe zwar Harnsäure und Harnstoff neben Allantoin vorkommt, nicht aber Hippursäure; es gewinnt demnach den Anschein, als ob Allantoin und Hippursäure sich ausschließen oder gegenseitig verdrängen, was man eher von der Harnsäure erwartet hätte, da man künstlich aus dieser das Allantoin darstellen kann.

Guanin. $C_{10} H_5 N_5 O_2$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper ist ein gelblichweisses, krystallinisches Pulver (*F. T. 5. F. 5*), ohne Geruch und Geschmack, verträgt ohne Gewichtsverlust eine Temperatur von 220° , löst sich nicht in Wasser, Alkohol und Aether, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, ist in Salzsäure und Aetznatron leicht löslich: es vereinigt sich mit Säuren zu leichtzerlegbaren Salzen; durch Vermischen des schwefelsauren Salzes mit sehr viel Wasser wird das Hydrat des Guanins ausgeschieden, welches erst über 100° sein Hydratwasser verliert.

Zusammensetzung. Dieser Körper wurde von *Bodo Unger*¹⁾ entdeckt: anfangs für Xanthin gehalten, später aber durch Analyse des freien Körpers sowohl als seiner Salze für eine besondere, schwache Basis erkannt. Nach der aus seinen Analysen abgeleiteten Formel besteht es aus:

Kohlenstoff	10 At.	39,73
Wasserstoff	5 „	3,34
Stickstoff	5 „	46,36
Sauerstoff	2 „	40,60
		100,00

Atomgewicht = 1887,5. Das Hydrat enthält nach *Unger* auf 3 At. Guanin 2 At. Wasser. *Berzelius*²⁾ will es seiner basischen Natur halber als

1) *Bodo Unger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 54, S. 395 ff., ferner Bd. 58, S. 28—34; Pogg. Ann. Bd. 65, S. 222—239, und Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 58—73.

2) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 678.

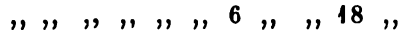
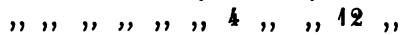
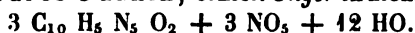
ein mit einem stickstoffreichen Paarlinge versehenes Alkaloid betrachtet wissen = $H_3 N \cdot C_{10} H_2 N_4 O_2$.

Verbindungen. Gleich dem Theein und Theobromin, als schwachen Basen, vereinigt sich das Guanin mit Säuren leicht in mehreren Verhältnissen, verliert aber auch, wie jene, durch Zusatz grösserer Mengen Wasser die Säure, so dass die reine Basis, meist als Hydrat ausgeschieden wird und ein saures Salz in Lösung bleibt.

Salzsaures Guanin; das neutrale Salz, $3 (C_{10} H_5 N_5 O_2 \cdot HCl) + 7 HO$, krystallisirt in hellgelben Nadeln (*F. T. 5. F. 5*), verliert unter 400° alles Wasser und über 400° allen Chlorwasserstoff; das saure Salz, $C_{10} H_5 N_5 O_2 + 2 HCl$ verliert schon bei mässiger Wärme die Hälfte seines Chlorwasserstoffs; mit Platinchlorid bildet es eine krystallinische Verbindung $C_{10} H_5 N_5 O_2 \cdot HCl + Pt Cl_2 + 4 HO$., welche in kaltem Wasser unlöslicher wie Platinsalmiak ist, in heissem sich aber sehr leicht auflöst. Ausserdem wurde noch folgendes basisch salzsaure Salz dargestellt: $2 C_{10} H_5 N_5 O_2 + HCl$.

Schwefelsaures Guanin, $C_{10} H_5 N_5 O_2 \cdot HO \cdot SO_3 + 2 HO$, gelbe, oft zolllange Nadeln.

Salpetersaures Guanin, erhielt *Unger* in mehreren Proportionen:



Auch phosphorsaures, oxalsaures und weinsaures Guanin sind darstellbar.

Guaninnatron, $C_{10} H_5 N_5 O_2 + 2 NaO + 6 HO$, wird aus der Natronlösung des Guanins durch Alkohol gefällt, ist eine blättrig krystallinische Masse, zieht aus der Luft Kohlensäure an und verwittert, verliert bei 400° sein ganzes Wasser; durch Wasser zerfällt es so, dass ein Theil Guanin sich abscheidet und ein anderer Theil mit überschüssigem Natron in Lösung bleibt. Das Guanin vereinigt sich auch mit einigen Salzen, namentlich mit *salpetersaurem Silberoxyd* zu krystallinischen Verbindungen.

Umwandlungsproducte. Guansäure, $C_{10} H_5 N_5 O_7$, wurde von *Unger* *Ueberharnsäure* genannt und erhalten durch 24 stündige Digestion (bei 125°) von 3 Th. Guanin, 5 Th. chloresurem Kali, 5 Th. Wasser und 30 Th. Salzsäure; sie krystallisirt in kurzen, rhombischen Prismen mit schiefen Endflächen, ist farb-, geruch- und geschmacklos, röthet feuchtes Lackmus, löst sich schwer in Wasser und in Säuren, leicht dagegen in ätzenden und kohlensuren Alkalien, giebt bei der trocknen Destillation Cyansäurehydrat neben Wasser und Kohle.

Darstellung. Aus dem Guano wird nach *Unger* das Guanin dargestellt, indem jener so lange mit verdünnter Kalkmilch digerirt wird, bis die Flüssigkeit beim Kochen nicht mehr braun, sondern schwach grüngelb gefärbt erscheint; einige Stunden, nachdem die filtrirte Flüssigkeit mit Salzsäure versetzt worden ist, scheidet sich das Guanin mit etwas Harnsäure ab; das Sediment wird in kochender Salzsäure gelöst,

aus der es sich als salzsaures Salz krystallinisch absetzt; durch Ammoniak trennt man es von letzterer.

Prüfung. Von dem Xanthin so wie von der Harnsäure unterscheidet sich das Guanin besonders durch die Eigenschaft mit Säuren gut krystallisirbare Salze zu bilden; mit der Harnsäure kann es schon wegen seines Verhaltens zu Salpetersäure u. s. w. nicht leicht verwechselt werden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. *Unger* hat, wie erwähnt, das Guanin in dem bekannten Guano (Excrementen gewisser Seevögel) gefunden; neuerdings ist dasselbe auch von *Fr. Will* und *Gorup-Besanez*¹⁾ in Spinnenexcrementen gefunden worden; letztere Forscher halten es auch für wahrscheinlich, dass diese Substanz in dem sogenannten grünen Organ des Flusskrebse und in dem Bojanus'schen Organe der Teichmuschel enthalten sei.

Sollte sich das constante Vorkommen einer Substanz im Harn, die *Strahl* und *Lieberkühn*²⁾ für Xanthin hielten, die aber nach ihrer Löslichkeit in Salzsäure eher für Guanin zu halten ist, noch durch weitere Untersuchungen bestätigen, so würde wohl das Guanin als ein allgemeines Excretionsproduct thierischer Organismen zu betrachten sein.

Ursprung. Dem ganzen Vorkommen des Guanins nach kann es kein Zweifel sein, dass es gleich den ihm verwandten stickstoffhaltigen Verbindungen ein Excretionsstoff sei, hervorgegangen aus der Metamorphose stickstoffhaltiger Stoffe des Thierkörpers. Ueber die Bedingungen seiner Bildung ist aber noch nichts bekannt, was eine Conjectur aufzustellen gestattete.

Cystin. $C_6 H_6 N S_2 O_4$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper erscheint in farblosen, durchsichtigen, sechsseitigen Blättern oder Prismen (*F. T. 5. F. 6*), ist ohne Geruch und Geschmack, in Wasser und Alkohol unlöslich; in Mineralsäuren und Oxalsäure löst er sich auf und bildet damit meist krystallisirbare, salzartige Verbindungen, mit Essigsäure, Weinsäure und Citronensäure vereinigt er sich dagegen nicht; von Salpetersäure wird er zerstört, und hinterlässt beim Verdunsten der Flüssigkeit eine rothbraune Masse; in ätzenden und kohlen-sauren fixen Alkalien wird er leicht aufgelöst. In Aetzammoniak löst er sich auf, verbindet sich aber gar nicht damit, so

1) *Fr. Will* und *Gorup-Besanez*, Gelehrte Anz. d. k. bair. Ak. d. Wiss. 1848, S. 825—828.

2) *Strahl* und *Lieberkühn*, a. o. a. O.

dass er beim Verdunsten desselben unverändert krystallisirt. Von kohlen-saurem Ammoniak wird er nicht einmal aufgelöst; demnach lässt er sich aus sauren Lösungen am besten durch kohlen-saures Ammoniak, aus alkalischen am besten durch Essigsäure fallen.

Beim Erhitzen schmilzt das Cystin nicht, verbrennt aber mit blau-grüner Flamme unter Entwicklung eines ganz eigenthümlichen scharfen Geruches; bei der trocknen Destillation entwickelt es stinkendes Empyreuma mit Ammoniak und hinterlässt eine voluminöse, poröse Kohle. Beim Kochen mit Alkalien entwickelt es anfangs Ammoniak und dann ein leicht entzündliches, mit blauer Flamme verbrennendes Gas.

Zusammensetzung. Das Cystin ist von *Prout*, *Baudrimont*, *Thaulow*¹⁾ und *Marchand*²⁾ mit völlig übereinstimmenden Resultaten analysirt und daraus die oben stehende Formel abgeleitet worden, wornach es enthält:

Kohlenstoff	6 At.	30,000
Wasserstoff	6 „	5,000
Stickstoff	4 „	44,666
Schwefel	2 „	26,667
Sauerstoff	4 „	26,667
		100,000

Atomgewicht = 1336,0. Da das Cystin, welches auch *Blasenoxyd*, *Cystic-oxyd* genannt worden ist, sich mit einigen Säuren zu krystallisirbaren Salzen vereinigt, so rechnet *Berzelius* auch diesen Körper zu den Verbindungen gepaarten Ammoniaks = $H_2 N \cdot C_6 H_8 S_2 O_4$. Wenn aber auch diese Ansicht richtig ist, so fehlt doch noch viel, dass wir über die rationelle Formel dieses Körpers im Klaren sind; denn dann bleibt immer noch die wichtigste Frage über die Constitution dieses Körpers unerklärt; in welcher Form oder Verbindung nämlich der Schwefel in dem Cystin oder in jenem Paarlinge enthalten sei. Die bisherigen chemischen Untersuchungen über das Cystin lassen uns noch ganz ohne Anhalt für irgend eine Hypothese.

Verbindungen. *Salzsaures Cystin*, $C_6 H_6 N S_2 O_4 \cdot HCl$, krystallisirt ohne Wasser in sternförmig gruppirten Blättchen; *Berzelius*³⁾ erhielt die Verbindung mit Platinchlorid durch unmittelbare Vereinigung; dieselbe ist nicht krystallisirbar, in Wasser und Alkohol leicht löslich, nicht in Aether.

Salpetersaures Cystin, $C_6 H_6 N S_2 O_4 \cdot HNO_3 + HO$, leicht krystallisirbar, verliert das eine Atom Wasser bereits bei 85°.

Darstellung. Die Harnsteine, in welchen Cystin vorkommt, werden in Kalilauge gelöst, und aus dieser Lösung durch Essigsäure Cystin

¹⁾ *Thaulow*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 27, S. 197.

²⁾ *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 10, S. 45—48.

³⁾ *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 634.

gefüllt; oder man löst den Harnstein in Ammoniak und lässt die filtrirte Flüssigkeit an der Luft verdunsten.

Prüfung. Durch seine leichte Krystallisirbarkeit in wohlausgebildeten sechsseitigen Tafeln, die besonders unter dem Mikroskop sehr leicht und vollkommen erscheinen, charakterisirt sich das Cystin ebensowohl als durch seine gleichzeitige Löslichkeit in Alkalien und Mineralsäuren. Ferner lässt es sich aber noch von jeder ähnlichen Substanz unterscheiden durch den eigenthümlichen Geruch, den es bei der trocknen Destillation und bei der Verbrennung entwickelt. *Liebig* hat zu seiner Erkennung noch folgendes Mittel angegeben; man versetzt den mit Aetzkali bewerkstelligten Auszug der auf Cystin zu untersuchenden Substanz mit einer Lösung von Bleioxyd in Aetzkali; es wird sich beim Erhitzen Schwefelblei präcipitiren und die Gegenwart von Cystin wahrscheinlich sein, sobald man sich vorher überzeugt hat, dass kein anderer schwefelhaltiger Körper z. B. Schleim, Eiweiss u. dergl. concurrirt.

Von etwa beigemengten harnsauren Salzen lässt sich das Cystin leicht durch Kochen trennen, da dieses auch in kochendem Wasser unlöslich ist. Unter dem Mikroskop erscheint auch die Harnsäure zuweilen in sechsseitigen Tafeln, daher man sich nie auf die mikroskopische Untersuchung allein verlassen darf.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Cystin wurde zuerst von *Wollaston*¹⁾ in einem Harnsteine entdeckt, später wurden solche Harnconcremente auch von mehreren andern: *Prout*, *Taylor*, *Baudrimont*, *Lassaigne*, *Dranty*, *Civiale*, *Buchner*, *Bird* und *Jul. Müller*²⁾, wiewohl immer sehr selten, gefunden. *Bird*³⁾, *Mandt*⁴⁾ und *Müller* machen darauf aufmerksam, dass neben solchen Concrementen sich oft im Harn Cystin aufgelöst finde; aus dem Harn wird es nach *Bird* durch Essigsäure präcipitirt; es findet sich aber auch als Sediment gemengt mit harnsaurem Natron. Welche pathologische Processe das Erscheinen des Cystins im Harn begleite, ist völlig unbekannt; *Bird* glaubt, dass ein gewisser Zusammenhang zwischen ihm und der sogenannten scrophulösen Diathese statt finde, andre wollten einen Zusammenhang zwischen dem Cystin und Diabetes finden, allein keine dieser Muthmassungen findet in der Erfahrung eine Stütze. *Taylor* fand unter 129 Blasensteinen nur zwei cystinhaltige. An andern Orten als im Harn hat man jenen Körper nicht gefunden.

Ursprung. Da kein anderer Harnbestandtheil schwefelhaltig ist, so muss das Auftreten dieser schwefelreichen Substanz im Harn um so wunder-

1) *Wollaston*, Schweigg. Journ. Bd. 4, S. 493.

2) *Jul. Müller*, Arch. d. Pharm. 2 R. Bd. 69, S. 297 und 323.

3) *Bird*, a. o. a. O. S. 64—63.

4) *Mandt*, Journ. de Chim. méd. 1838, p. 355.

barer erscheinen, und man sollte demnach erwarten, dass eine wesentliche Umgestaltung der chemisch-vitalen Prozesse statt gehabt haben müsse, um diesen Körper zu erzeugen: allein das, was uns über die gleichzeitigen pathologischen Erscheinungen berichtet wird, täuscht uns völlig in der Annahme, dass der Abscheidung von Cystin vielleicht eine gewisse Symptomengruppe vorangehen müsse, aus der sich etwas auf die Entstehung des Cystins schliessen liesse. Nur im Taurin kennen wir noch einen gleich schwefelreichen Körper; alle andern thierischen schwefelhaltigen Stoffe, wie Albumin, Casein, Fibrin u. s. w. enthalten höchstens 2% Schwefel, während in dieser Substanz 25% angesammelt sind. Von chemischer Seite würde man also wohl einen Zusammenhang zwischen dem Taurin und Cystin ahnen können, und deshalb würde der rationelle Arzt beim Vorkommen von Cystin im Harn seine Aufmerksamkeit gleichzeitig auf die Beschaffenheit der Leberfunction zu richten haben.

Taurin. $C_4 H_7 N S_2 O_6$.

Eigenschaften. Dieser Körper, früher auch *Gallenasparagin* genannt, krystallisirt in farblosen, regelmässig sechsseitigen Prismen mit 4- und 6seitiger Zuspitzung (Grundform gerades rhombisches Prisma mit Winkeln der Seitenkanten $111^{\circ},44$ und $68^{\circ},16$); ist hart, knirscht zwischen den Zähnen, schmeckt erfrischend, ist luftbeständig, löst sich in 15,5 Th. Wasser und in 573 Th. Weingeist (von 0,835 spec. G.), gar nicht in wasserfreiem Alkohol und Aether, ohne Reaction auf Pflanzenfarben; von Mineralsäuren wird es selbst beim Kochen unverändert aufgelöst, geht aber keine Verbindungen damit ein; aus seinen Lösungen wird es weder durch Gerbsäure noch durch Metallsalze gefällt; beim Erhitzen schmilzt es, bläht sich auf, entwickelt viel essigsaures Ammoniak und ein dickes, braunes Oel; wird es an der Luft erhitzt, so dass es sich entzündet, so entwickelt es viel schweflige Säure; wenn es in Aetzkali aufgelöst und die Lösung bis zum Dickwerden eingekocht wird, so entwickelt sich reines Ammoniakgas und im Rückstande bleibt nichts als schwefligsaures und essigsaures Kali. Auf nassem Wege lässt sich der Schwefel im Taurin weder durch Salpetersäure noch Königswasser nachweisen.

Zusammensetzung. Das Taurin wurde von *Gmelin* zuerst in der Galle entdeckt und dann von *Demarcay*, *Pelouze* und *Dumas* mit fast gleichen Resultaten analysirt; diesen Forschern war aber die Gegenwart des Schwefels im Taurin ganz entgangen; dessen Entdeckung ist daher *Redtenbacher*¹⁾ vorbehalten geblieben; nach dieses Analytikers Untersuchungen besteht es aus:

1) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 170—174.

Kohlenstoff	4 At.	49,20
Wasserstoff	7 „	5,60
Stickstoff	1 „	11,20
Schwefel	2 „	25,60
Sauerstoff	6 „	38,40
		100,000

Da dieser Körper noch mit keinem andern in einer bestimmten Proportion verbunden worden ist, so lässt sich sein Atomgewicht nicht mit Sicherheit bestimmen; er ist daher auch nicht zu den Basen zu rechnen, und wir sind daher über seine rationelle Zusammensetzung noch völlig im Dunkeln. *Redtenbacher*¹⁾ suchte jedoch auch hierüber Licht zu verbreiten; da er nämlich fand, dass das Taurin durch Kali gerade in Ammoniak, Essigsäure und schweflige Säure zersetzt werde, so war er nicht abgeneigt zu glauben, dass das Taurin eine Verbindung von schwefliger Säure mit Aldehyd und Ammoniak sei (da $2 \text{SO}_2 + \text{H}_3 \text{N} + \text{C}_4 \text{H}_4 \text{O}_2 = \text{C}_4 \text{H}_7 \text{N S}_2 \text{O}_6$ geben) und dass sich aus diesen Substanzen das Taurin vielleicht werde künstlich darstellen lassen, gleich dem Harnstoff aus cyansaurem Ammoniak. In der That erhielt auch *Redtenbacher*, indem er in eine alkoholische Lösung von Aldehyd-Ammoniak schweflige Säure leitete, einen weissen, krystallinischen, dem Taurin isomeren Körper; derselbe ist aber nicht mit dem Taurin identisch, sondern wohl als saures schwefligsaures Aldehyd-Ammoniak zu betrachten; er röthet Lackmus, verändert sich an der Luft allmählich, wird bei 100° erst gelb, dann braun und entwickelt endlich ziemlich den Geruch wie verbranntes Taurin. Wir sind also trotz dieser scharfsinnigen Versuche *Redtenbacher's* noch immer nicht über die rationelle Constitution des Taurins aufgeklärt.

Darstellung. Das Taurin wird gewöhnlich aus der Rindsgalle dargestellt; die vom Schleim durch eine Säure befreite Galle oder deren alkoholisches Extract wird mit Salzsäure gemischt und stundenlang gekocht, bis sich die Choloïdinsäure vollständig aus den stickstoffhaltigen Säuren der Galle gebildet hat; die von dieser abfiltrirte saure Flüssigkeit wird stark eingedunstet, worauf Kochsalz herauskrystallirt; die saure Mutterlauge wird dann mit der 5- oder 6fachen Menge siedenden Alkohols versetzt, aus dem das Taurin beim Erkalten sich in Nadeln abscheidet; durch Umkrystallisiren in Wasser werden dieselben gereinigt.

Prüfung. Von jeder andern Substanz kann das Taurin unterschieden werden durch seine Krystallform (die unter dem Mikroskop bei kleinen Krystallen sich ebenso zeigt, wie bei grossen *F. T. 3, F. 4*), durch die Eigenschaft, in einer an beiden Enden offenen Glasröhre oder auf Platinblech schweflige Säure zu entwickeln und endlich dadurch, dass es beim Einkochen mit Aetzkali sich nicht schwärzt, Ammoniak entwickelt und dann nichts als schweflige Säure und Essigsäure an Kali gebunden hinterlässt.

¹⁾ *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 37—45.
Lehmann phys. Chemie. I.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Taurin ist in normaler Galle präformirt enthalten und tritt dort als Paarling der oben beschriebenen Cholsäure auf; isolirt kommt es in zersetzter oder krankhafter Galle vor, und desshalb ist es nicht zu verwundern, dass es auch in den Contentis des untern Theils des Darmcanals, namentlich denen des Dickdarms gefunden wird (*Frerichs*). Der Schwefel der schleimfreien Gallen aller Thiere, in denen solcher vorkommt (bis jetzt weiss man dies durch *Bensch*¹⁾ von der Galle des Rindes, des Hammels, des Fuchses, Bären, Hundes, Wolfs, der Ziegen, Hühner und einiger Süsswasserfische; am reichsten an Schwefel wurde von *Schlieper*²⁾ die Schlangengalle gefunden), gehört keiner andern Substanz als dem mit Cholsäure copulirten Taurin an. Aus der Schweinsgalle konnten *Strecker* und *Gundelach*³⁾ kein Taurin darstellen, fanden aber auch keinen Schwefel darin, wiewohl *Bensch* eine geringe Menge desselben nachgewiesen hat. Auch rücksichtlich der Menschengalle hat man den Schwefelgehalt und demnach die Gegenwart der Taurocholsäure bezweifeln wollen, allein *v. Gorup-Besanez*⁴⁾ hat schon dieselbe mit solcher Entschiedenheit darin dargethan, dass mein auf die krystallographische Bestimmung künstlich aus der Menschengalle erhaltenen Taurins begründetes Zeugniß überflüssig ist. In krankhafter aus dem Leichnam entlehnter Galle findet man das Taurin besonders dann, wenn die Galle, wie zuweilen beobachtet wird, saure Reaction angenommen hat; so fand *v. Gorup-Besanez* Taurin in einer Galle nach Arachnitis.

Ursprung. Erwägen wir, dass die Excretionsproducte des thierischen Organismus meist höher oxydirte organische Stoffe sind, dass die meisten aus dem Blute ausgeschiedenen und selbst in die Gewebe abgelagerten Stoffe sich von den eigentlichen Nährstoffen durch einen grössern Sauerstoffgehalt auszeichnen, so muss es für den ersten Blick wunderbar erscheinen, dass eine so schwefelreiche Substanz, wie das Taurin, selbst im normalen Zustande, wenn auch innig mit andern gebunden, aus den thierischen fast überall mit freiem Sauerstoff getränkten Säften hervorgeht. Allein hat auch *Redtenbacher* das Taurin nicht künstlich darzustellen vermocht, so beweist doch seine schöne Untersuchung mit hoher Wahrscheinlichkeit, dass der Schwefel im Taurin bereits oxydirt enthalten ist, was auch wohl daraus geschlossen werden kann, dass er durch die gewöhnlichen flüssigen Oxydationsmittel darin nicht nachgewiesen werden kann. Die Genesis des Taurins dürfte daher auch nicht etwa in einem im Blute nicht leicht möglichen Desoxydationsprocesse, sondern vielleicht in einem Oxydationsprocesse zu suchen sein. Ist aber das Taurin das Pro-

1) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 194—203.

2) *Schlieper*, ebendas. Bd. 60, S. 109—112.

3) *Strecker* und *Gundelach*, ebendas. Bd. 62, S. 295—232.

4) *v. Gorup-Besanez*, Unters. üb. Galle. Erlangen 1846. S. 31 u. 37.

duct einer Oxydation, so kann die Quelle seiner Bildung auch nicht füglich in der Leber zu suchen sein, da dieser gerade das an Sauerstoff ärmste Blut zugeführt wird. Dieser Umstand könnte uns glauben machen, dass die Bildungsstätte des Taurins oder wenigstens die seiner nächsten Bestandtheile im Blute zu suchen sei, wo wir es aus demselben Grunde nicht finden konnten, aus welchem uns die Gegenwart des Harnstoffs in demselben so lange verborgen geblieben ist. Indessen lässt sich der Process der Taurinbildung in seinen einzelnen Factors bis jetzt allerdings noch nicht näher bezeichnen. Nicht unwahrscheinlich ist die Muthmassung, dass der Schwefel der eiweissartigen Nährstoffe bei deren Umwandlung in schwefelarme oder schwefelfreie Gewebeelemente zum Theil das Material zur Bildung des Taurins liefert.

Stickstoffhaltige gepaarte Säuren.

Hippursäure. $C_{12} H_9 N O_5 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Die Hippursäure, auch *Harnbenzoësture* genannt, scheidet sich aus heissen Lösungen beim Erkalten in kleinen Flimmerchen oder in grössern, schief gestreiften, vierseitigen Säulen aus, die an den Enden in zwei Flächen auslaufen. Die Grundform der Krystalle ist ein verticales rhombisches Prisma, welches sich besser an mikroskopischen Krystallen studiren lässt, die, namentlich wenn sie durch langsame Verdunstung der Hippursäurelösung entstanden sind, denen des phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks selbst in den verschiedensten Combinationen ähnlich sind (*C. Schmidt*¹⁾ u. *F. T.* 4, *F.* 4). Diese Säure ist geruchlos, von schwach bitterlichem, aber nicht saurem Geschmacke, löst sich in 400 Th. kaltem und fast in jeder Menge heissem Wasser, in Alkohol ist sie leicht löslich, in Aether ziemlich schwer. Selbst die kalte wässrige Lösung röthet Lackmus sehr stark.

Bei gelindem Erhitzen schmilzt die Hippursäure ohne Abgabe von Wasser zu einem ölartigen Liquidum, welches beim Erkalten zu einer krystallinischen, milchweissen Masse erstarrt; bei stärkerem Erhitzen entsteht ein krystallinisches Sublimat von Benzoësäure und benzoësaurem Ammoniak, zugleich entstehen rothe, ölige Tropfen, welche einen eigenthümlichen Geruch nach Coumarin oder frischem Heu verbreiten, nach

1) *C. Schmidt*, Entwurf u. s. w. S. 36 - 40.

dem Erkalten erstarren und sich nicht in Wasser, wohl aber in Alkohol und Ammoniak auflösen; bei schnellerem und stärkerem Glühen entwickelt sich ein intensiver Blausäuregeruch und zurück bleibt eine poröse Kohle.

Durch Chlor, chlorige Säure, nicht allzu concentrirte Mineralsäuren wird die Hippursäure nicht verändert; wird sie aber mit concentrirten *Mineralsäuren*, *Salzsäure*, *Salpetersäure* oder selbst *Oxalsäure* erhitzt, so zerfällt sie (wie bereits S. 42 u. 90 bemerkt) in Benzoësäure und Glycin (*Dessaigne*¹⁾). Mit *Braunstein* und *Schwefelsäure* erhitzt zerfällt sie in Kohlensäure, Ammoniak und Benzoësäure (*Pelouze*); mit frischbereitetem *Bleihyperoxyd* gekocht in Benzamid, Kohlensäure und Wasser (*Fehling*); wird neben Bleihyperoxyd ein kleiner Ueberschuss von Schwefelsäure angewendet, so bildet sich *Hipparafin*, $C_{16} H_8 N O_2$ (*Schwarz*²⁾); wird endlich Hippursäure in Salpetersäure gelöst und *Stickstoffoxydgas* in die Lösung geleitet, so entwickelt sich Stickstoff und in der Lösung bleibt *Benzoglycinsäure* = $C_{18} H_7 O_7 \cdot HO$ (*Strecker*).

Mit *Kalkhydrat* oder *Aetzkali* erhitzt, liefert die Hippursäure Benzin und Ammoniak, im Rückstande bleibt nur kohlen-saures Kali ohne Spur von Cyankalium. In *gährenden* und *faulenden* Flüssigkeiten zersetzt sich diese Säure in Benzoësäure und andre noch unbekannte Producte.

Als ich kurz nach *Liebig's* Entdeckung der Hippursäure diese in grossen Massen aus Pferdeharn darstellte, erhielt ich einen ganz isolirten, einen halben Zoll langen Krystall von Hippursäure, in welchem das verticale rhombische Prisma der Grundform ∞P combinirt war mit zwei makrodiagonalen Horizontalprismen, wobei die Combinationsecken durch das brachydiagonale Horizontalprisma abgestumpft waren. Die Darstellung solcher grösseren und dicken Krystalle ist mir später nicht wieder gelungen.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht die Hippursäure aus:

Kohlenstoff	48 At.	60,335
Wasserstoff	8 „	4,469
Stickstoff	1 „	7,824
Sauerstoff	5 „	22,347
Wasser	4 „	5,028
		100,000

Sättigungscapacität = 4,706.

Aus den verschiedenen Spaltungsweisen der Hippursäure hat man ebensoviel verschiedene Ansichten über deren Constitution abgeleitet; alle stimmen jedoch ziemlich darin überein, dass in der Hippursäure das der Benzoësäure, dem flüchtigen Bittermandelöl und Benzamid gemeinsame Radical, *Benzoyl*, $C_{14} H_5$, verborgen sein müsse. *Pelouze*³⁾ schloss aus dem

1) *Dessaigne*, *Compt. rend. T. 24*, p. 424--427.

2) *Schwarz*, *Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 75*, S. 200--207.

3) *Pelouze*, *Ann. de Pharm. T. 26*, p. 60--68.

Verhalten der Hippursäure gegen Braunstein und Schwefelsäure und der Zusammensetzung der Mandelsäure, welche erwiesener Maassen aus Ameisensäure und Bittermandelöl (Benzoylwasserstoff) besteht, dass die Hippursäure gewissermassen Mandelsäure sei, die noch Blausäure in sich aufgenommen habe, so dass sie aus 1 Aeq. *Blausture*, 1 Aeq. *Benzoylwasserstoff* und 1 Aeq. *Ameisensäure* bestehe = $H \cdot C_2 N + H \cdot C_{14} H_5 + C_2 H O_3 \cdot HO$. Für diese Betrachtungsweise der Zusammensetzung der Hippursäure würde auch die Amygdalinsäure sprechen, in der *Wöhler*¹⁾ neuerdings mit hoher Wahrscheinlichkeit neben dem Bittermandelöl noch Zucker als Paarling der Ameisensäure nachgewiesen hat. *Fehling*²⁾ fusste auf dem Verhalten der Hippursäure gegen Bleihyperoxyd, und sah diese Säure als eine mit *Benzamid* gepaarte *Fumarsäure* = $H_2 N \cdot C_{14} H_5 O_2 + C_4 H O_3 \cdot HO$ an. Denn wäre Benzoësäure präformirt in der Hippursäure enthalten, so könnte sich durch Einwirkung eines Oxydationsmittels, wie das Bleihyperoxyd ist, nicht füglich das sauerstoffärmere Benzamid bilden.

Dessaigne's merkwürdige Entdeckung musste darauf leiten, Glycin in der Hippursäure präformirt und mit Benzoësäure gepaart anzunehmen, so dass 1 At. wasserfreies Glycin mit 1 At. Benzoësäure wasserhaltige Hippursäure bilde, denn $C_4 H_4 N O_3 + C_{14} H_5 O_3 = C_{18} H_9 N O_3 \cdot HO$; oder dass darin neben Benzoësäure Fumaramid enthalten sei, welches sich bei seiner Isolirung in Glycin umwandle. Hierbei blieb jedoch räthselhaft, weshalb in dem einen Falle das Amid mit dem Atomenaggregate der Benzoësäure, das andere Mal mit dem der Fumarsäure erscheint. *Strecker* hat nun, wie schon oben (S. 180) erwähnt, dieses Räthsel dadurch gelöst, dass er aus der Hippursäure die Benzoglycinsäure darstellte, als deren Amid er die Hippursäure ansieht; hierbei dürfte nur sonderbar erscheinen, dass dieses Benzoglycamid noch alle Eigenschaften einer Säure und zwar noch dieselbe Sättigungscapacität wie die Benzoglycinsäure besitzt (denn die bekannten Amidsäuren enthalten gewöhnlich neben 1 At. der Amidverbindung 1 At. Säure, an welche das Amid eben paarungsweise gebunden ist): indessen weist *Strecker* darauf hin, dass nach *Liebig* und *Wolff* auch die Asparaginsäure sich ganz ähnlich verhält, indem die aus dieser durch salpetrige Säure ausgeschiedene Aepfelsäure ebensoviel Basis sättigte wie die ursprüngliche Asparaginsäure.

Verbindungen. Mit Alkalien und alkalischen Erden bildet die Hippursäure in Wasser lösliche und krystallisirbare Salze, die bitter schmecken; ihre Verbindungen mit Metalloxyden sind schwerlöslich in kaltem Wasser, etwas leichter in heissem. Die krystallisirten Salze enthalten sämtlich Krystallwasser.

*Schwartz*³⁾ hat folgende Salze analysirt:

1. *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 238—242.

2) *Fehling*, ebend. Bd. 28, S. 48.

3) *Schwartz*, ebend. Bd. 54, S. 29—54.

Neutrales hippursäures Kali, $\text{KO} \cdot \overline{\text{Hi}} + 2 \text{HO}$, mikroskopische, schiefe rhombische Prismen, die bei 400° ihr Wasser verlieren. Saures Salz $\text{KO} \cdot \overline{\text{Hi}} + \text{HO} \cdot \overline{\text{Hi}} + 2 \text{HO}$, breite, atlasglänzende Blätter.

Hippursäures Natron, $2 \text{NaO} \cdot \overline{\text{Hi}} + \text{HO}$, krystallinisch, in Wasser und Alkohol leicht löslich.

Saures hippursäures Ammoniak, $\text{H}_2 \text{N O} \cdot \overline{\text{Hi}} + \text{HO} \cdot \overline{\text{Hi}} + 2 \text{HO}$, sehr kleine, vierseitige, quadratische Prismen, verhält sich auf Wasser geworfen wie buttersaurer Baryt.

Hippursaurer Baryt, $\text{BaO} \cdot \overline{\text{Hi}} + \text{HO}$, mikroskopische, quadratische Prismen, verliert das Wasser bei 400° .

Hippursaurer Strontian, $\text{SrO} \cdot \overline{\text{Hi}} + 5 \text{HO}$, breite Blätter, schwerlöslich in kaltem Wasser, mikroskopisch vierseitige Prismen mit grosser Endfläche.

Hippursaurer Kalk, $\text{CaO} \cdot \overline{\text{Hi}} + 3 \text{HO}$, schiefe rhombische Prismen, verliert bei 400° alles Wasser.

Hippursäure Talkerde, $\text{MgO} \cdot \overline{\text{Hi}} + 5 \text{HO}$, krystallisirt in Warzen, leicht löslich, verliert bei 400° nur 4 At. Wasser.

Hippursäures Kobaltoxyd, $\text{CoO} \cdot \overline{\text{Hi}} + 5 \text{HO}$, rosenrothe Warzen, mikroskopisch glatte vierseitige Prismen, verliert bei 400° alles Wasser, vollkommen unlöslich in Alkohol.

Hippursäures Nickeloxyd, $\text{NiO} \cdot \overline{\text{Hi}} + 5 \text{HO}$, apfelgrüne Crusten, löslich in warmem Spiritus, verliert bei 400° alles Wasser.

Hippursäures Kupferoxyd, $\text{CuO} \cdot \overline{\text{Hi}} + 3 \text{HO}$, blaue, schiefe rhombische Prismen, bei 400° wasserfrei.

Hippursäures Bleioxyd, $\text{PbO} \cdot \overline{\text{Hi}}$, krystallisirt aus heissen Lösungen mit 2 At. Wasser in feinen, seidenglänzenden, büschelförmig vereinigten Nadeln; aus kalten Lösungen bei langsamem Verdunsten mit 3 At. Wasser in breiten, vierseitigen Tafeln. Bei 400° wasserfrei.

Hippursäures Silberoxyd, $\text{AgO} \cdot \overline{\text{Hi}} + \text{HO}$, käsiger Niederschlag, der sich in kochendem Wasser auflöst und beim Erkalten in schönen seidenglänzenden Nadeln niederschlägt.

Hippursäures Eisenoxyd, isabellfarbner, voluminöser Niederschlag, der sich in kochendem Wasser nicht auflöst, aber darin schmilzt; löst sich in warmem Alkohol, fällt aber daraus beim Erkalten amorph nieder, krystallisirt aus der kalten Lösung in schiefen, rhombischen Prismen.

Hippursäures Aethyloxyd, $\text{C}_4 \text{H}_5 \text{O} \cdot \text{C}_{12} \text{H}_8 \text{N O}_2$, lange, weisse, seidenglänzende, fettig anzufühlende Nadeln, geruchlos, von scharfem Geschmack, wenig in kaltem, besser in heissem Wasser löslich, schmilzt bei 44° , erstarrt dann bei 32° , wird bei stärkerem Erhitzen zersetzt.

Hippara fin, $\text{C}_{16} \text{H}_8 \text{N O}_2$, aus Hippursäure durch Bleihyperoxyd und etwas überschüssige Schwefelsäure gebildet, stellt silberweisse, büschelförmig vereinigte Nadeln dar, ohne Geruch und Geschmack, ist schwerlöslich in Wasser, leicht in Alkohol und Aether; Säuren oder Alkalien befördern seine Löslichkeit in Wasser nicht; es schmilzt bei ungefähr 200° und erstarrt beim Erkalten krystallinisch, ist theilweise bei höherer Temperatur sublimirbar; von concentrirten Säuren und Alkalien wird es nur schwer zersetzt.

Darstellung. Die Hippursäure ist aus dem Pferdeharn sehr leicht darzustellen, aber nicht so leicht vom Farbstoffe völlig zu befreien. Frischer Pferdeharn ist nämlich bis auf $\frac{1}{8}$ seines Volumens zu verdunsten und dann mit Salzsäure zu versetzen; nach dem Erkalten wird die ausgeschiedene, stark gefärbte Säure in der 40fachen Menge kochenden Wassers gelöst und mit Kalkhydrat gekocht, dann filtrirt, hierauf die Flüssig-

keit mit Alaunlösung bis zur sauren Reaction versetzt und die Alaunerde wieder durch doppeltkohlensaures Natron präcipitirt; das Kochen mit Kalkmilch bewirkt theilweise Zerstörung des die Hippursäure färbenden Pigments, durch die niederfallende Alaunerde wird ein andrer Theil des Pigments mit präcipitirt; die aus der filtrirten Flüssigkeit durch Salzsäure ausgefällte Säure wird wieder in siedendem Wasser gelöst, mit Thierkohle gekocht und heiss filtrirt; beim Erkalten schießt die Säure farblos an. Auch durch blosses, aber öfter wiederholtes Kochen des Pferdeharns und der ausgefällten Hippursäure mit Kalkmilch wird diese farblos erhalten.

Es muss immer möglichst frischer Harn angewendet werden, da der Pferdeharn sich bei gewöhnlicher Temperatur schon sehr bald zu zersetzen anfängt und dann keine Hippursäure mehr, sondern Benzoësäure liefert.

Prüfung. Die Hippursäure hat so charakteristische Eigenschaften, dass sie, ist sie einmal von andern Substanzen ziemlich frei dargestellt, kaum mit irgend einer andern Säure, als etwa der Benzoësäure, verwechselt werden kann, wenn letztere noch mit organischen, färbenden und stickstoffhaltigen Substanzen verunreinigt sein sollte; denn in reinem Zustande ist wegen des verschiedenen Verhaltens beider Säuren in der Hitze gar keine Verwechslung möglich. Wie man sie auch im unreinen Zustande leicht von einander unterscheiden kann, ersieht man aus Folgendem: Hippursäure, die weit schwerer in Aether löslich ist, als Benzoësäure, krystallisirt aus heissgesättigten Lösungen in Nadeln oder Prismen, Benzoësäure in Schuppen; letztere macht oft die ganze Flüssigkeit erstarren, so dass man das Gefäss nach dem Erkalten umkehren kann, ohne dass ein Tropfen herausfließt; ferner aus Salzlösungen durch Säuren ausgeschieden, fällt die Hippursäure sogleich in Nadeln oder Flimmern nieder, die Benzoësäure bildet aber erst eine milchige Flüssigkeit, ehe sie krystallinisch wird. Beim raschen Verdunsten einer sauren Flüssigkeit in einer Schale setzen sich, wenn diese mit Papier bedeckt ist, an demselben leicht feine, fettglänzende Schuppen von Benzoësäure an, was bei der Hippursäure natürlich nicht der Fall ist. Am besten unterscheidet man jedoch beide Säuren mit Hülfe des Mikroskops, indem man nach dem S. 87 u. 179 Gesagten ihre Krystallform vergleicht; es ist alsdann keine Verwechslung mehr möglich.

Will man geringe Mengen von Hippursäure in thierischen Flüssigkeiten nachweisen, so muss man sich vor allem daran erinnern, dass die zu untersuchenden Objecte frisch sein müssen, da sich sonst die Hippursäure bereits in Benzoësäure verwandelt hat, und letztere dann beim Verdunsten grösstentheils mit den Wasserdämpfen fortgeht; ist aber die thierische Flüssigkeit noch völlig unzersetzt, so ist dieselbe bis fast zur Syrupsconsistenz abzdampfen und dann mit Alkohol von 0,83 spec. Gewicht zu extrahiren, das alkoholische Extract während des Verdunstens mit etwas Oxalsäure zu versetzen und bis zur Syrupsconsistenz abzdampfen, der Rückstand aber mit Aether, dem $\frac{1}{6}$ seines Volumens Alkohol zuge-

setzt ist, zu extrahiren. Das letztere Extract ist nun vorsichtig zu verdunsten und der Rückstand, der neben freien Säuren auch fettige Stoffe enthält, zur Entfernung der letztern mit Wasser zu versetzen; zuweilen scheiden sich auf Zusatz des letztern aus der vorher extractähnlichen Masse sofort Krystalle von Hippursäure aus; möge dieses der Fall sein oder nicht, so ist jenes ätherische Extract mit Wasser zu erwärmen und durch ein vorher wohl angefeuchtetes Filter zu filtriren; die filtrirte saure Flüssigkeit kann entweder etwas in der Wärme concentrirt werden oder, wenn ihre Menge gering ist, auf einem Uhrglase der Selbstverdunstung überlassen bleiben; es werden sich dann sehr bald Krystalle von Hippursäure ausscheiden, deren Form mikroskopisch zu messen ist. Ist freilich viel Hippursäure vorhanden, so kann man zuweilen unmittelbar durch Salzsäure aus dem syrupösen Rückstande Hippursäure krystallinisch abscheiden und sie von Harnsäure u. dergl. leicht unter dem Mikroskope unterscheiden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Hippursäure wurde zuerst als selbständige Säure von *Liebig* im *Harn der Pferde* nachgewiesen, wo man sie bis dahin für Benzoëssäure gehalten hatte; später wurde sie in dem Harn vieler pflanzenfressenden Säugethiere, z. B. des Rindes, des Elephanten, der Ziege, des Hasen, Schafes u. s. w. gefunden. Auffallend ist es dagegen, dass sie nach *Wöhler* im Harne säugender Kälber gänzlich fehlt, während in diesem Allantoin, Harnsäure und Harnstoff enthalten sind (vergl. oben S. 170 ff.). Im Harn des Schweines konnte weder *Boussingault*¹⁾, noch *von Bibra*²⁾ Hippursäure entdecken. *Liebig*³⁾ war der erste, welcher im gesunden Menschenharn Hippursäure nachwies, besonders nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel; *Liebig* fand sie ziemlich in derselben Menge, wie die Harnsäure, wogegen *Bird*⁴⁾ ihr Verhältniss am gewöhnlichsten = 4 : 3 fand.

Schon oben S. 90 ist bemerkt, dass nie im frischen Pferdeharn Benzoëssäure vorkommt, sondern dieselbe sich stets erst durch Zersetzung des Harns bildet; dagegen muss ich *C. Schmidt's*⁵⁾ Erfahrung vollkommen bestätigen, dass die Hippursäure selbst, wiewohl sehr selten, ganz fehlt und an deren Stelle eine ölartige Materie gefunden wird, welche, mit ätzenden Alkalien erhitzt, Benzin liefert.

Man hat *Liebig's* Behauptung bestreiten wollen, dass in allem menschlichen Harne, wenigstens nach dem Genusse von Vegetabilien, sich Hippursäure vorfinde; allein obgleich es mir selbst früher missglückt war, im eigenen Harn bei rein vegetabilischer Kost diese Säure aufzufinden, so habe ich mich doch sehr oft, sowohl mit grossen als mit geringen Mengen Harn arbeitend, überzeugt, dass diese Säure

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. III. Sér. T. 45, p. 97—104.

2) *von Bibra*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 98—112.

3) *Liebig*, ebend. Bd. 37, S. 257.

4) *Bird*, London med. Gaz. Aug. 1844.

5) *C. Schmidt*, Entwurf etc. S. 39.

constant nach dem Genusse gemischter Nahrungsmittel vorkommt. Die Gegenwart der Hippursäure kann aber leicht entgehen, wenn man den sauren Harn zu scharf eindampft, nachdem sich bereits Benzoësäure gebildet hat; dagegen ist die Zersetzung der Hippursäure durch die angewendete Salzsäure keineswegs zu befürchten, denn dazu gehört sehr concentrirte Säure und anhaltendes Kochen.

Im Harn *fleischfressender Thiere* ist die Hippursäure nicht gefunden, aber vielleicht auch nicht mit der gehörigen Aufmerksamkeit und Sorgfalt gesucht worden. Im Harn von Schildkröten konnten weder *J. Müller* und *Magnus*¹⁾, noch auch *Marchand*²⁾ Hippursäure auffinden, indessen habe ich mich mit der grössten Sicherheit und zwar öfter von der Gegenwart der Hippursäure neben Harnsäure im Harn der *Testudo graeca* überzeugt.

Magnus konnte im Harn der *Testudo nigra* s. *elephantopus* auch keine Harnsäure auffinden, *Marchand* in dem der *T. tabulata* zwar die letztere, aber keine Hippursäure; ich arbeitete wahrscheinlich mit viel grössern Mengen und zwar frischen Harns. Die Exemplare von *Testudo graeca* wurden mit Salat und andern Vegetabilien gefüttert; der Harn ist leicht zu sammeln, wenn man das Thier in eine Schüssel auf den Rücken legt; es giebt dann, wenn die Harnblase einigermaßen gefüllt ist, den Harn sehr bald von sich; dieser Harn enthält neben harnsaurem und hippursauerm Alkali freie Hippursäure; denn aus dem ätherischen Extracte konnte ohne vorhergegangene Anwendung irgend einer stärkern Säure die Hippursäure unmittelbar durch Wasser krystallisirt und zwar so rein erhalten werden, dass ihr Verhalten in der Hitze, ihre Löslichkeit u. s. w. genau studirt werden konnte; wurde aber nach der eben angeführten Weise die Hippursäure unter Anwendung von Oxalsäure oder Salzsäure dargestellt, so wurden noch weit grössere Mengen erhalten.

Es ist schon oben (S. 90) erwähnt worden, dass nach *Wöhler's* und *Ure's* Entdeckung Benzoësäure sich im thierischen Organismus in Hippursäure verwandelt und als solche mit dem Harn ausgeschieden wird. Da nun später *Erdmann* und *Marchand*³⁾ beobachtete, dass auch Zimmtsäure eine gleiche Umwandlung erlitt, so war es interessant zu erfahren, ob die anderen der Benzoësäure homologeren Säuren, Toluylsäure und Cumin-säure, sich etwa ebenfalls in Hippursäure umsetzten: allein dies ist keineswegs der Fall, wie die Versuche von *Hoffmann*⁴⁾ und die von *Ranke*⁵⁾ erweisen. Auch die Säuren mit homologem Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt, wie Salicylsäure, Anissäure und Cumarinsäure gehen wie die vorerwähnten nach *Ranke's* Versuchen unverändert in den Harn über.

Im krankhaften Harn des Menschen habe ich die Hippursäure fast immer nachzuweisen vermocht, besonders in grosser Menge in dem sauren fieberhaften Harn, möge das Fieber den Typhus oder eine Pneumonie oder irgend einen andern pathologischen Process begleiten. Ehe die Hippursäure im gesunden Menschenharn nachgewiesen war, entdeckte ich

1) *Joh. Müller* und *Magnus*, *Müller's Archiv*. 1835. S. 214.

2) *Marchand*, *Journ. f. pr. Ch.* Bd. 34, S. 244—247.

3) *Erdmann* und *Marchand*, ebend. Bd. 35. S. 307—309.

4) *Hoffmann*, *Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 74, S. 342.

5) *Ranke*, *Journ. f. pr. Ch.* Bd. 56, S. 3—6.

die Hippursäure im Harn bei *Diabetes*¹⁾, wo sie weit leichter als in anderem extractivstoffreichen Harn nachzuweisen ist.

Im diabetischen Harn habe ich die Hippursäure gefunden, so oft ich solchen Harn darauf untersuchte; *Ambrosiani*, *Hünefeld* und Andere haben sie ebenfalls darin nachgewiesen; *Bouchardat* im sogenannten *Diabetes insipidus*; *Pettenkofer*²⁾ fand sie in grosser Menge bei einen an Veitstanz leidenden Mädchen. Bei einem Säufer mit granulirter Leber fand *Bird*³⁾ im Harn ein aus Hippursäure bestehendes Sediment. In dem stark sauren Harn, wie er zuweilen in Fiebern gelassen wird, rührt die saure Reaction zum grossen Theil von Hippursäure her; denn aus dem ätherischen Extracte des nicht mit Säuren behandelten Harns erhält man oft die schönsten Krystalle von Hippursäure. Solcher Harn ist übrigens keineswegs so häufig als man gewöhnlich glaubt; denn gerade der fieberhafte Harn wird viel schneller von (erst nach dem Urinlassen gebildeter) Milchsäure saurer als der normale; daher man auch den Fieberharn in der Regel saurer als normalen findet, weil man ihn nicht ganz frisch gelassen untersucht. Ein Verhältniss gewisser Krankheiten oder Symptomengruppen zur Menge der im Harn enthaltenen Hippursäure habe ich nicht auffinden können.

Verdeil und *Dollfus*⁴⁾ haben jüngst auch im Blute des Rindes einen Gehalt von Hippursäure nachgewiesen und *Hervier*⁵⁾ will sie auch im krankhaften Blute von Menschen gefunden haben.

Da die Benzoësäure nach Erfahrungen, die unter meiner Leitung gemacht wurden, sehr bald in den Schwoiss übergeht und dort bei der chemischen Behandlung als Benzoësäure (nicht als Hippursäure) wieder gefunden wird, so lag die Frage nahe, ob nicht wohl auch im Schweisse ursprünglich Hippursäure enthalten sei und Benzoësäure nur gefunden werde, da jene sich möglicher Weise leichter noch im Schweisse als im Harn zersetze. Zur Entscheidung dieser Frage lag es nahe, die Zimmtsäure zu verwenden; ging diese als Benzoësäure über, so wäre das wohl ein Beweis gewesen, dass die Zimmtsäure vorher in Hippursäure verwandelt war; fand sie sich aber als Zimmtsäure vor, so würde der auffallende Umstand wahrscheinlich, dass Benzoësäure in den Harn zwar als Hippursäure, in den Schweiss aber unverändert übergehe. Leider wurde aber nach Zimmtsäuregenuss so wenig krystallinisches Material aus dem Schweisse erhalten, dass durch mikrochemische Versuche der Säure oder ihrer Salze die Frage, ob der gefundene Körper Benzoësäure oder Zimmtsäure sei, nicht entschieden werden konnte.

Ursprung. Die Entstehung der Hippursäure im thierischen Körper ist noch in Dunkel gehüllt, so viel Anhaltungspunkte wir auch zu deren Erklärung zu haben scheinen. Alle Ansichten über die chemische Constitution der Hippursäure stimmen darin überein, dass in derselben eine

1) *Lehmann*, ebend. Bd. 6, S. 443.

2) *Pettenkofer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. B. 57, S. 428.

3) *Bird*, a. e. a. O.

4) *Verdeil* und *Dollfus*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 74, S. 244.

5) *Hervier*, Gaz. med. de Paris. No. 5.

Benzoylverbindung ($C_{14} H_5 O_2 + H$ oder $+ O$ oder $+ H_2 N$) verborgen liege; eine thatsächliche Erfahrung ist es, dass Benzoësäure, flüchtiges Bittermandelöl und die der Benzoësäure sehr ähnliche Zimmtsäure im Thierkörper in Hippursäure verwandelt werden. Da nun Benzoylverbindungen fast nur im Pflanzenreiche gefunden werden, so würde man glauben können, dass dieser Bestandtheil der Hippursäure seine Quelle vorzüglich in den vegetabilischen Nahrungsmitteln habe; dafür spricht auch das reichliche Vorkommen dieser Säure im Harn vieler pflanzenfressenden Thiere. Man könnte also verleitet werden, den einen Bestandtheil der Hippursäure nur als unmittelbares Umsetzungsproduct gewisser Bestandtheile der Nahrungsmittel und zwar der vegetabilischen anzusehen: allein dagegen sprechen doch mehrere positive Erfahrungen: im Harn Kranker, die bei antiphlogistischer Diät fast ohne alle Nahrungsmittel mehrere Tage gelebt haben, findet sich die Menge der Hippursäure im Harn geradezu vermehrt; der Harn von Schildkröten, die länger als 6 Wochen gehungert hatten, enthielt noch Hippursäure, so auch der Harn von Diabetikern, die nur mit Animalien genährt wurden. Im Harn der körnerfressenden Vögel, so wie in dem der Raupen von Sphinx Cossus und mehrerer anderer pflanzenfressender Insecten findet sich nach genauen von mir in dieser Rücksicht angestellten Untersuchungen wohl Harnsäure in grösserer oder geringerer Menge, aber keine Hippursäure. Es ist wohl hieraus zu schliessen, einerseits, dass die Harnsäurebildung nicht an den Genuss animalischer und die der Hippursäure nicht an den der Vegetabilien gebunden sei, und dass die letztere Säure auch ihren stickstofffreien Bestandtheil der retrograden Metamorphose thierischer Gewebe entlehnen müsse. Dies widerspricht auch gar nicht unsern chemischen Erfahrungen betreffs der Entstehung von Benzoylverbindungen; denn sollten denn nicht die stickstoffhaltigen Gewebstheile, die nach *Guckelberger's* schöner Untersuchung bei der Behandlung mit Oxydationsmitteln Benzoësäure und Benzotrinitril liefern, bei ihrer factischen Verwesung (allmählicher Oxydation) im Thierkörper ein gleiches Zersetzungsproduct liefern können?

Was den stickstoffhaltigen Bestandtheil der Hippursäure betrifft, mögen wir denselben als Fumaramid oder als Glycin betrachten, so ist derselbe zweifelsohne von thierischen, eiweissartigen Stoffen und wahrscheinlich von zersetzten Gewebstheilen abzuleiten. Es würde aber sicher voreilig sein, wenn wir ihn hauptsächlich aus der Zersetzung der leimgebenden Gewebe ableiten wollten, da er aus solchen bei dem künstlichen Verfahren hauptsächlich gebildet wird; allein abgesehen davon, dass jenes Product, in welches sich der stickstoffhaltige Paarling der Hippursäure umändert, auch aus eiweissartigen Stoffen hervorgebracht wird, müssen wir daran erinnern, dass der Stoffwechsel in den leimgebenden Geweben sicher zu gering ist, um die Bildung der im Harn gefundenen Mengen von Hippursäure zu erklären (namentlich nach dem Genusse von 2 Drachmen bis $\frac{1}{2}$ Unze Benzoësäure), und dass derselbe Stoff in noch reichlicher Masse von der Leber ausgeschieden wird. Das Glycin ist aber als

ein ebenso gewöhnliches Umsetzungsproduct stickstoffhaltiger Stoffe zu betrachten als der Harnstoff.

Eine nähere Quelle der Hippursäure können wir also, weder im Betreff des einen, noch des andern nähern Bestandtheils, zur Zeit nicht namhaft machen, und zwar um so weniger, als weder aus physiologischen noch pathologischen Verhältnissen eine nähere Beziehung zu irgend einem thierischen Prozesse hat entdeckt werden können.

So viel steht aber fest, dass die Hippursäure für nichts anderes als ein reines Ausscheidungsproduct anzusehen ist, und daher von einem besondern Nutzen derselben für den thierischen Organismus nicht die Rede sein kann.

Es ist zu beklagen, dass die Benzoësäure ärztlich noch so selten und dann zwar meist höchst irrationell angewendet wird. Die Benzoësäure dürfte in pharmakologischer Hinsicht noch vielseitig zu prüfen sein; einen sehr grossen Vortheil hat sie vor allen andern officinellen Säuren voraus, nämlich den, den Harn stark sauer zu machen. *Ure* hat diesen Umstand sehr hervorgehoben, indessen scheint man in der Praxis noch wenig Werth auf diese jedenfalls wichtige Erfahrung zu legen.

Harnsäure. $C_5 H N_2 O_2 \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Die reine Harnsäure bildet ein glänzend weisses Pulver oder sehr kleine Schuppen, die unter dem Mikroskop aus unregelmässigen Platten bestehen, an denen die Krystallform (s. unter »Prüfung«) nicht gut erkannt werden kann; sie ist ohne Geruch und Geschmack, löst sich erst in 1800 bis 1900 Th. heissem und in 44,000 bis 45,000 Th. lauem Wasser von 20°, nicht in Alkohol und Aether; röthet Lackmus nicht. In concentrirter Salzsäure löst sich die Harnsäure etwas leichter als im Wasser; in concentrirter Schwefelsäure ziemlich leicht und ohne Zersetzung, durch Wasser wird sie daraus wieder niedergeschlagen. In kohlen-sauren, borsäuren, phosphorsäuren, milchsäuren und essigsäuren Alkalien löst sie sich leicht auf, indem sie den Salzen etwas Alkali entzieht und durch dieses löslich gemacht wird. Durch Essigsäure, so wie durch andere Säuren wird die Harnsäure aus allen ihren Salzen ausgetrieben und zwar anfangs in Form einer Gallert (nach *Fritzsche*¹⁾ ein Hydrat = $C_5 H N_2 O_2 \cdot HO + 4 Aq.$) ausgeschieden, die sich aber bald in glänzende Blättchen verwandelt.

Die Harnsäure gehört überhaupt zu den *schwächsten Säuren*; so treibt sie, gleich den Fettsäuren, die Kohlensäure nicht unmittelbar aus dem kohlen-sauren Kali aus, sondern bildet harnsaures Kali und doppelkohlen-saures Kali, wenn man auch noch so grosse Mengen Harnsäure zusetzt; ist die Lösung des kohlen-sauren Kalis concentrirt, so bleibt das harnsaure Kali ungelöst; ähnlich verhält sich die Harnsäure zu borsäuren und phos-

1) *Fritzsche*, Bull. scient. de St. Petersb. T. 4, No. 79 et 407.

phorsauren Alkalien, nur mit dem Unterschiede, dass die Lösung von phosphorsaurem Natron, welche alkalisch reagirt, nach Zusatz überschüssiger Harnsäure wegen Bildung von doppelphosphorsaurem Natron Lackmus röthet.

Bei der *trocknen Destillation* zersetzt sich die Harnsäure in Harnstoff, Cyansäure, Cyamelid, Blausäure und etwas kohlen-saures Ammoniak, zurück bleibt eine stickstoffreiche, braunschwarze Kohle.

Schmilzt man Harnsäure mit *Kalihydrat* zusammen, so bildet sich kohlen-saures und cyansaures Kali neben Cyankalium. Wird Harnsäure mit 2 Th. Wasser gekocht, und so lange Bleihyperoxyd hinzugesetzt, als dieses sich noch entfärbt, so bildet sich oxalsaures Bleioxyd, Harnstoff und Allantoin ($2 C_5 H N_2 O_2 \cdot HO + 2 O + 3 HO = C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 C_2 O_3 + C_4 H_3 N_2 O_3$).

In *Chlorgas* schwillt feuchte Harnsäure auf und verwandelt sich unter Entwicklung von Kohlensäure und Cyansäure in Oxalsäure und Salmiak; trockne Harnsäure in trockenem Chlorgas liefert viel Cyansäure, Chlorcyan und Chlorwasserstoff und hinterlässt nur einen geringen, kohligen Rückstand. In verdünnter *Salpetersäure* löst sich die Harnsäure ziemlich leicht unter Entwicklung gleicher Volumina Stickstoff und Kohlensäure auf, in der Flüssigkeit sind dann verschiedene von den unten beschriebenen Zersetzungsproducten enthalten. Dampft man eine solche Lösung der Harnsäure in Salpetersäure vorsichtig zur Trockniss ein, so hinterbleibt ein rother, amorpher Rückstand, der, besonders wenn man einen Hauch Ammoniak darüber streichen lässt, sehr schön purpurroth wird; befeuchtet man die rothe Masse (Murexid) mit etwas Aetzkali, so wird sie schön purpurblau gefärbt (*Schlossberger*¹⁾

Zusammensetzung. Nach obiger aus den Analysen harnsaurer Salze von *Bensch*²⁾ abgeleiteter Formel besteht die Harnsäure aus:

Kohlenstoff	5 At.	35,714
Wasserstoff	4 „	4,194
Stickstoff	2 „	33,333
Sauerstoff	2 „	19,048
Wasser	1 „	10,744
		400,000

Sättigungscapacität = 10,656. Kaum von irgend einer andern organischen Säure sind die Zersetzungsproducte so sorgfältig und vielseitig untersucht worden, als von der Harnsäure und doch geben diese mühsamen Arbeiten uns noch keinen Halt für Aufstellung einer irgend wie rationellen Formel. *Bensch's* Entdeckung des wahren Atomgewichts der Harnsäure hat namentlich dazu beigetragen, die früher so wohl motivirt scheinenden Ansichten über die innere Constitution dieser Säure wieder wankend zu machen. Will man die Atome beliebig verdoppeln, will man ferner den

1) *Schlossberger*, Arch. für physiol. Heilk. Bd. 8, S. 294.

2) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51, S. 489-208.

Begriff der Paarung so weit ausdehnen, dass die zu paarenden Stoffe bei ihrer Vereinigung noch gewisse Atome Wasserstoff und Sauerstoff verlieren können, so dass man das Oxamid als einen aus Oxalsäure und Ammoniak, das Benzanilid als einen aus Benzoesäure und Anilin zusammengesetzten Körper ansehen zu dürfen glaubt, so lässt sich freilich manches deuten, wozu eine logisch folgerichtige Induction uns nicht zu führen scheint. Eine wahrhaftige Paarung scheint uns (besonders wenn wir uns an die Zusammensetzung der schon längst als gepaart betrachteten Stoffe halten) nur diejenige Verbindung zu sein, wo zwei organische Körper sich allerdings unter Verlust von Wasser mit einander vereinigen, aber nur jenes Wassers, welches entweder directer Untersuchung zufolge oder hoher Wahrscheinlichkeit nach ausserhalb ihres eigentlichen Atomencomplexes lag und als basisches, saures oder salinisches Wasseratom zu betrachten war. Viele der neuerdings gepaart genannten Körper sind Stoffe, die allerdings gewisse Atome Sauerstoff und Wasserstoff weniger enthalten, als die einzelnen wasserfreien Stoffe, aus welchen sie entstanden sind oder entstanden gedacht werden können; allein diese Bezeichnungsweise stimmt nicht mit dem ursprünglichen Begriffe der Paarung überein, zumal wenn es wahrscheinlich wird, dass bei dieser Vereinigung der eine Stoff den Sauerstoff und der andre den Wasserstoff zur Wasserbildung und Abscheidung hergegeben hat.

Nichts destoweniger würde es thöricht sein, wenn man zur Erleichterung der Einsicht in den Umtausch oder die Umlagerung der Atome organischer Stoffe nicht gewissen Vorstellungen über das Zusammentreten und Auseinanderfallen der Atome Raum geben wollte. Eine solche Vorstellung ist aber dann nur eine Fiction und nicht ein durch Induction gewonnener Schluss. Dass solche Fictionsen in den Naturwissenschaften nicht ganz verwerflich sind, beweist die *Newton'sche* Fiction emanirender Lichtstrahlen, die jetzt freilich der Undulationstheorie gänzlich gewichen ist. Von diesem Gesichtspunkte aus ist auch die von *Liebig* und *Wöhler* früher ausgesprochene Ansicht der Constitution der Harnsäure zu betrachten. Aus dem Zerfallen der Harnsäure durch Bleihyperoxyd leiteten sie die hypothetische Formel der Harnsäure ab $= C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 C_4 N O_2$; d. h. sie setzten den Harnstoff in der Harnsäure präformirt voraus und neben diesen eine im unzersetzten Zustande nicht isolirbare Säure, die sie *Urilsäure* nannten. Jetzt wo die Unterlagen dieser Hypothese durch die Entdeckung des wahren Atomgewichts der Harnsäure mehr als erschüttert sind, können wir uns dieser Fiction noch recht wohl bedienen, um uns die Entstehung der Producte vorstellen zu können, welche *Liebig* und *Wöhler* durch ihre classischen Untersuchungen aus der Harnsäure erzielt haben. So kann man sich vorstellen, dass bei jener Zersetzung durch Bleihyperoxyd 2 Aequivalente Harnsäurehydrat 1 Aeq. Harnstoff enthalten, welches isolirt wird, während die 2 Aeq. Urilsäure zunächst in $C_4 O_4$ und $C_4 N_2$ zerfallen, wovon das erstere unter Aufnahme von 2 At. Sauerstoff die Oxalsäure bildet, während das andre mit Aufnahme von 3 At.

Wasser Allantoin erzeugt. In ähnlicher Weise kann man sich das Verständniss der Entstehung jener zahlreichen Producte erleichtern, welche durch Einwirkung von Salpetersäure auf Harnsäure hervorgehen können.

Verbindungen. Die Harnsäure bildet nur mit den fixen Alkalien ziemlich leicht lösliche Salze, besonders leicht löslich ist das Lithionsalz, wogegen das Ammoniaksalz fast unlöslich ist. Nur mit Kali und Natron kann die Harnsäure neutrale Salze bilden, mit Ammoniak und allen andern Basen dagegen nur saure und unlösliche Salze. Aus den Lösungen der Harnsäure in Kali fällt durch Kohlensäure ein saures Alkalisalz nieder.

Neutrales harnsaurer Kali, $\text{KO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2$, wird erhalten, wenn man eine Lösung von Harnsäure in kohlensäurefreiem Kali mit Alkohol vermischt und dann concentrirte Kalilauge zusetzt. Es krystallisirt in Nadeln ohne Wasser, löst sich in 30 bis 40 Th. siedenden Wassers, ein wenig in Alkohol, nicht in Aether, reagirt stark alkalisch und zieht an der Luft Kohlensäure an.

Doppelt harnsaurer Kali, $\text{KO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2 + \text{HO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2$, wird durch Kohlensäure aus der Lösung des neutralen Salzes niedergeschlagen, krystallisirt in Nadeln, löst sich in 70 bis 80 Th. siedenden Wassers und fast 7 bis 800 mal soviel Wasser von 20°. Die Lösung reagirt nicht alkalisch, wird durch Salmiak und doppeltkohlensaure Alkalien gefällt.

Neutrales harnsaurer Natron, $\text{NaO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2 + \text{Aq.}$, krystallisirt in Warzen, löst sich in 80 bis 90 Th. siedenden Wassers, schwer in Alkohol, nicht in Aether, verliert bei 400° sein Krystallwasser.

Doppelt harnsaurer Natron, $\text{NaO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2 + \text{HO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2 + \text{Aq.}$ krystallisirt in kurzen hexagonalen Prismen oder dicken sechsseitigen Tafeln (mikroskopisch), die sich gewöhnlich zu sternförmig gruppirten Massen vereinigen, in denen die einzelnen Krystalle grösser und deutlicher erkennbar sind, als in dem auch mikroskopisch drusigen Ammoniaksalze (*F. T. 4. F. 4.*); verliert das Krystallwasser erst bei 170°, löst sich in 124 Th. siedendem und 1150 Th. kaltem Wasser.

Doppelt harnsaurer Ammoniak, $\text{H}_4 \text{NO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2 + \text{HO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2$ ist höchstens in ganz feinen Nadeln krystallisirt zu erhalten, bildet aber selbst unter dem Mikroskop kugliche, undurchsichtige Massen, aus denen nur hie und da höchst feine Spitzen hervortretend zu erkennen sind (*F. T. 4, F. 5*).

Die übrigen Salze der Harnsäure bilden fast sämmtlich nur amorphe Niederschläge; und enthalten auf 1 At. Basis 2 At. Harnsäure, von denen aber das eine immer sein basisches Wasseratom beibehält, daher man auch nicht füglich das Atomgewicht der Harnsäure doppelt so hoch (d. h. $= \text{C}_{10} \text{H}_8 \text{N}_4 \text{O}_4$) annehmen kann; denn wären diese Salze nach diesem Atomgewichte sämmtlich neutrale Salze, so würden sie, oder wenigstens einige derselben in höherer Temperatur jenes 1 At. Wasser sicher verlieren.

Die Salze von Baryt, Strontian und Kalk sind sämmtlich constituirt nach der Formel: $\text{RO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2 + \text{HO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2 + 2 \text{Aq.}$

Doppelt harnsaure Talkerde, $\text{MgO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2 + \text{HO} \cdot \text{C}_5 \text{H}_4 \text{N}_2 \text{O}_2 + 6 \text{HO}$, in feinen Nadeln krystallisirt, verliert bei 170° nur 5 At. Wasser, löst sich in 160 Th. siedendem Wasser und erst in 3800 Th. kaltem.

Doppelt harnsaurer Bleioxyd, $PbO \cdot C_5 H N_2 O_2 + HO \cdot C_5 H N_2 O_2 + Aq.$; weisses Pulver, verliert das Krystallwasser bei 460° .

Doppelt harnsaurer Kupferoxyd, $CuO \cdot C_5 H N_2 O_2 + HO \cdot C_5 H N_2 O_2 + 5 Aq.$; grünes Pulver, verliert bei 440° 3 At. Krystallwasser.

Schwefelsaure Harnsäure, $HO \cdot C_5 H N_2 O_2 + 4 (HO \cdot SO_2)$, entsteht, wenn Harnsäure in warmer concentrirter Schwefelsäure gelöst wird, und scheidet sich beim Erkalten in farblosen Krystallen ab, die bei 70° schmelzen und beim Abkühlen wieder krystallinisch erstarren, bei 470° wird sie zersetzt; an der Luft zieht sie Wasser an und wird so wie durch zugefügtes Wasser in ihre nächsten Bestandtheile zersetzt.

Umwandlungsproducte. Die Zersetzungsproducte der Harnsäure bieten ein hohes Interesse dar, insofern sie uns im Allgemeinen einen tiefern Blick in die verschiedenartigen Umsetzungen der Atome und einzelner Atomenaggregate thun lassen.

Alloxan, *erythrische Säure*, $C_8 H_4 N_2 O_{10}$, entsteht, wenn in 4 Th. Salpetersäure von 1,42 bis 1,5 specifischem Gewichte allmählich 1 Th. trockne Harnsäure eingetragen wird; das Ganze erstarrt endlich krystallinisch. Noch besser lässt sich dieser Körper darstellen, wenn 4 Th. Harnsäure mit 8 Th. mässig starker Salzsäure gemischt und in die Flüssigkeit allmählich 1 Th. chloresaurer Kali eingetragen wird; ohne Gasentwicklung bildet sich im letztern Falle Harnstoff und Alloxan, während im erstern Falle Stickstoff und Kohlensäure entweicht, entstanden aus der Zersetzung des Harnstoffs durch salpetrige Säure (vergleiche S. 155).

Das Alloxan krystallisirt in grossen, farblosen, verwitternden, diamantglänzenden Rhombenoktaëdern mit 6 At. Krystallwasser aus heissen nicht vollkommen gesättigten Lösungen, aus gesättigten dagegen in wasserfreien geschobenen, vierseitigen Säulen; von schwach salzigem Geschmacke, widrigem Geruche, röthet Lackmus, färbt die Haut purpurröth.

Es ist leicht einzusehen, dass nach obiger Fiction von urilsaurem Harnstoff die Urilsäure unter Aufnahme von 4 At. Wasser und 2 At. Sauerstoff Alloxan bildet ($C_8 N_2 O_4 + 4 HO + 2 O = C_8 H_4 N_2 O_{10}$).

Alloxansäure, $C_8 H N O_4 \cdot HO$, entsteht durch Digestion von Alloxan mit ätzenden Alkalien und Zersetzen des Barytsalzes mittelst Schwefelsäure. Sie krystallisirt in concentrisch gruppirten Nadeln, luftbeständig, von saurem, hintennach süsslichem Geschmacke, leicht löslich in Wasser, weniger in Alkohol, sehr wenig in Aether; röthet Lackmus stark, zerlegt kohlen-saure und essigsäure Salze und oxydirt Zink und Cadmium unter Wasserstoffentwicklung; in wässriger Lösung zersetzt sie sich über 60° . Ihre Alkalisalze sind in Wasser löslich und krystallisirbar, die übrigen neutralen Salze schwer löslich; sie ist gleich der Harnsäure sehr geneigt saure Salze zu bilden, welche sämmtlich löslich sind (*Schlieper*¹⁾).

Die Alloxansäure entsteht aus dem Alloxan durch Verlust von 2 At. Wasser.

Wird eine Alloxansäurelösung lange Zeit gekocht, so zerfällt sie unter Ausscheidung von Kohlensäure in eine in Wasser unlösliche Säure, Leukotursäure, $C_6 H_3 N_2 O_6$, und einen löslichen, indifferenten Körper, Diffluan, $C_6 H_4 N_2 O_5$. (*Schlieper*).

Zwei Atome Alloxan liefern neben 4 At. Kohlensäure und 4 At. Wasser 4 At. jener neuen Säure und 1 At. Diffluan, denn $C_{16} H_8 N_4 O_{20} = C_6 H_3 N_2 O_6 + C_6 H_4 N_2 O_5 + 4 CO_2 + 11 O$.

1) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 55, S. 254—297.

Mesoxalsäure, $C_2 O_4$, entsteht neben Harnstoff, wenn zu einer kochenden Lösung von essigsäurem Bleioxyd tropfenweise eine Alloxanlösung gesetzt wird; sie ist krystallisirbar und röthet Lackmus.

Alloxan zerfällt einfacher Weise in 4 Aeq. Harnstoff und 2 Aeq. Mesoxalsäure
 $C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 C_2 O_4 = C_8 H_4 N_2 O_{10}$.

Mykomekinsäure, $C_8 H_5 N_4 O_5$, entsteht, wenn eine mit Ammoniak übersättigte Alloxanlösung einige Zeit siedet, auf Zusatz von überschüssiger verdünnter Salpetersäure; gelbe Gallert im feuchten Zustande, trocken ein gelbes Pulver, welches in Wasser löslich ist, Lackmus röthet und kohlen-saure Salze zersetzt.

Diese Säure entsteht aus 4 At. Alloxan und 2 At. Ammoniak unter Abscheidung von 5 At. Wasser = $C_8 H_4 N_2 O_{10} + 2 H_2 N - 5 HO = C_8 H_5 N_4 O_5$.

Parabansäure, $C_6 N_2 O_4 + 2 HO$, wird dargestellt, wenn 1 Th. Harnsäure oder 4 Th. Alloxan mit 8 Th. mässig verdünnter Salpetersäure digerirt und bis zur Syrupconsistenz abgedampft wird; nach einiger Zeit scheiden sich Blättchen oder Säulchen von Parabansäure aus; sie ist luftbeständig, schmeckt scharf sauer, löst sich leicht in Wasser, schmilzt beim Erhitzen und sublimirt sich zum Theil unzersetzt.

Aus Harnsäure und Salpetersäure entsteht die Parabansäure dadurch, dass der Harnstoff der Harnsäure auf gewöhnliche Weise durch die entstehende, salpetrige Säure zersetzt wird, zu der Urilsäure aber 2 At. Wasser und 4 At. Sauerstoff treten, welche dann 2 At. Kohlensäure und 1 At. Parabansäure bilden, denn $C_6 N_2 O_4 + H_2 O_2 + 4 O - C_2 O_4 = C_6 N_2 O_4 + 2 H O$.

Das Alloxan zerfällt mit 2 At. Sauerstoff in 2 At. Kohlensäure, 4 At. Wasser und 1 At. Parabansäure, denn $(C_8 H_4 N_2 O_{10} + 2 O) = (C_2 O_4 + H_4 O_4 + C_6 N_2 O_4)$.

Hydrurilsäure, $C_{12} H_3 N_3 O_9 + 2 HO$, wird unter noch nicht genau erforschten Bedingungen neben dem Alloxan gebildet; sie stellt ein weisses, lockres, aus feinen Nadeln bestehendes Pulver dar, schwerlöslich in kaltem Wasser, leichter in heissem, unlöslich in Alkohol; mit Alkalien bildet sie saure und neutrale Salze; diese Säure kann als eine Verbindung der oben erwähnten hypothetischen Urilsäure mit Wasser betrachtet werden, 3 At. Urilsäure + 10 At. Wasser geben 2 At. Hydrurilsäure. Durch Salpetersäure wird diese Säure in Nitrohydrurilsäure, $C_6 H_2 N_3 O_{14}$, umgewandelt.

Oxalursäure, $C_6 H_3 N_2 O_7 \cdot HO$; wird eine Auflösung von Harnsäure in verdünnter Salpetersäure mit Ammoniak übersättigt und abgedampft, so scheidet sich das Ammoniak-salz dieser Säure in Nadeln ab; aus demselben wird sie durch stärkere Säuren ausgeschieden als glänzendweisses krystallinisches Pulver, von saurem Geschmack und saurer Reaction, beim Erhitzen zerfällt sie in 2 At. Oxal-säure und 1 At. Harnstoff, denn $C_6 H_3 N_2 O_7 \cdot HO = 2 C_2 O_4 + C_2 H_4 N_2 O_2$.

Die krystallisirte Oxalursäure kann daher als eine Verbindung von 2 At. Sauer-kleesäure und 1 At. Harnstoff angesehen werden, denn $C_4 O_6 + C_2 H_4 N_2 O_2 = C_6 H_4 N_2 O_8$.

Beim Kochen der Parabansäure mit Ammoniak nimmt diese 3 At. Wasser auf und bildet Oxalursäure, denn $C_6 N_2 O_4 + H_3 O_3 = C_6 H_3 N_2 O_7$.

Thionursäure, $C_8 H_7 N_3 S_2 O_{14}$, entsteht beim Zusammenbringen einer Lösung von Alloxan mit einem Ueberschuss von wässriger schwefliger Säure; kocht man die mit Ammoniak übersättigte Flüssigkeit einige Zeit, so scheidet sich beim Erkalten thionursaures Ammoniak in perlmutterglänzenden Krystallschuppen aus; bindet man dann die Säure dieses Salzes an Blei, und zersetzt das Bleisalz durch Schwefelwasserstoff, so erhält man beim Verdunsten der filtrirten Flüssigkeit die Thionursäure in Form einer weissen, krystallinischen Masse, die sauer schmeckt, luftbeständig ist, sich leicht in Wasser löst, Lackmus röthet, und durch Kochen für sich und mit Säuren zersetzt wird. Die Salze dieser Säure sättigen 2 At. Basis; mit concentrirter Schwefelsäure übergossen entwickelt sie schweflige Säure.

Die *Thionursäure* lässt sich betrachten als eine Verbindung von 4 At. Alloxan mit 4 At. Ammoniak und 2 At. schwefliger Säure, denn $C_8 H_4 N_2 O_{10} + H_2 N + S_2 O_2 = C_8 H_7 N_3 S_2 O_{14}$.

Uramil, $C_8 H_5 N_3 O_6$, bildet sich beim Kochen von Thionursäure für sich oder von thionursaurem Ammoniak mit überschüssiger Salzsäure; es bildet kleine seidenglänzende Nadeln, wird an der Luft und in der Wärme rosenroth; in kaltem Wasser ist es unlöslich, wenig löslich in kochendem; von ätzenden Alkalien und von concentrirter Schwefelsäure wird es unverändert aufgelöst; beim Kochen werden die Lösungen jedoch zersetzt. Die alkalische Lösung des Uramils färbt sich an der Luft purpurroth und setzt metallglänzende, grüne Krystallnadeln ab.

Beim Kochen von *Thionursäure* für sich trennen sich von derselben 2 At. *Schwefelsäure*, und Uramil scheidet sich aus; denn $C_8 H_7 N_3 S_2 O_{14} - 2 S O_3 \cdot H O = C_8 H_5 N_3 O_6$.

Das Uramil lässt sich als Harnsäure betrachten, in welcher der Harnstoff durch 4 At. Ammoniak und 2 At. Wasser vertreten wird; es ist also hypothetisch zusammengesetzt aus 4 At. Urilsäure, 4 At. Ammoniak und 2 At. Wasser, denn $C_8 N_2 O_4 + H_2 N + 2 H O = C_8 H_5 N_3 O_6$.

Uramilsäure, $C_{16} H_{10} N_5 O_{15}$, entsteht durch Kochen von Uramil mit Kalilauge oder durch Kochen mit verdünnten Säuren; es krystallisirt in farblosen, vierseitigen Prismen oder seidenglänzenden Nadeln, löst sich in Wasser, röthet Lackmus nur schwach, löst sich ohne Gasentwicklung und Färbung in Schwefelsäure, wird von Salpetersäure zersetzt, bildet nur mit Alkalien lösliche Salze.

Durch Säuren und Alkalien wird aus 2 At. Uramil 4 At. Ammoniak ausgetrieben, und an deren Stelle treten 3 At. Wasser: $C_{16} H_{10} N_5 O_{15} - H_2 N + 3 H O = C_{16} H_{10} N_3 O_{15}$.

Alloxantin, $C_8 H_5 N_3 O_{10}$, wird gebildet, wenn 4 Th. Harnsäure mit 32 Th. Wasser gekocht, dann allmählich verdünnte Salpetersäure zugesetzt, und die Flüssigkeit endlich um den dritten Theil ihres Volumens abgedampft wird; nach einiger Zeit setzen sich Krystalle von Alloxantin ab; aus dem Alloxan wird es durch Einwirkung reducirender Körper, z. B. Schwefelwasserstoff, Salzsäure und Zink, dargestellt. Es krystallisirt in schiefen, vierseitigen Prismen, die, anfangs farblos, an der Luft gelblich, in Ammoniakdampf roth werden; löst sich schwer in kaltem, leicht in heissem Wasser, röthet Lackmus, wird von Chlor in Alloxan verwandelt; giebt mit Barytwasser einen veilchenblauen Niederschlag.

Bei der Einwirkung von sehr verdünnter Salpetersäure auf Harnsäure, nimmt die Urilsäure 4 At. Sauerstoff aus der Salpetersäure und 5 At. Wasser auf, um Alloxantin zu bilden ($C_8 N_2 O_4 + O + 5 H O = C_8 H_5 N_3 O_{10}$), während die gebildete Untersalpetersäure, sich in salpetrige Säure und Salpetersäure zerlegend, den Harnstoff der Harnsäure theils bindet, theils zersetzt.

Wird Alloxan mit Schwefelwasserstoff behandelt, so scheidet sich Schwefel aus, während sich der Wasserstoff mit dem Alloxan zu Alloxantin vereinigt, $C_8 H_4 N_2 O_{10} + H = C_8 H_5 N_3 O_{10}$.

Murexid, $C_{12} H_6 N_5 O_8$, *purpursaures Ammoniak*, kann auf sehr verschiedene Weise erhalten werden; am einfachsten bereitet man es durch Kochen von gleichen Theilen Uramil und Quecksilberoxyd mit 40 Th. Wasser unter Zusatz einer sehr geringen Menge Ammoniak; die purpurroth gefärbte Flüssigkeit wird filtrirt und setzt nach einiger Zeit Krystalle von Murexid ab. Aus Harnsäure kann dieser Körper dargestellt werden, wenn man dieselbe in verdünnter Salpetersäure auflöst, und die Flüssigkeit abdampft, bis sie zwiebelroth geworden ist; bis auf 70° erkaltet, wird sie mit verdünntem Ammoniak gesättigt, mit dem halben Volumen Wasser verdünnt und der Ruhe überlassen.

Das Murexid krystallisirt in kurzen, vierseitigen Prismen, wovon zwei Flächen cantharidengrün glänzen; im durchscheinenden Lichte sind die Krystalle granatroth; ihr Pulver ist braunroth, und wird unter dem Polirstahl grün metallglänzend; es ist in Alkohol und Aether unlöslich, wenig löslich in kaltem, leicht in heissem Wasser, von Kalilauge wird es mit indigblauer Farbe gelöst; von allen Mineralsäuren wird es zersetzt.

Bei der Darstellung des Murexids aus Uramil und Quecksilberoxyd nehmen 2 At. Uramil 3 At. Sauerstoff vom Quecksilber auf, und bilden 4 At. Murexid, 4 At. Alloxansäure und 3 At. Wasser = $(C_{16} H_{10} N_6 O_{12} + 3 O) = C_{12} H_6 N_2 O_8 + C_4 H N O_4 + 3 HO$.

Bei der Auflösung der Harnsäure in verdünnter Salpetersäure wird hauptsächlich Alloxantin gebildet, welches beim Abdampfen durch Einwirkung der Salpetersäure sich zum Theil in Alloxan verwandelt; auf Zusatz von Ammoniak bildet sich dann Murexid; denn 4 At. Alloxan, 2 At. Alloxantin und 4 At. Ammoniak geben 2 At. Murexid und 14 At. Wasser = $(C_8 H_4 N_2 O_{10} + C_{16} H_{10} N_4 O_{20} + H_{12} N_4) = (C_{24} H_{12} N_4 O_{16} + H_{14} O_{14})$.

Murexan, $C_6 H_4 N_2 O_5$, Purpursäure, wird durch Auflösen von Murexid in Kalilauge, Kochen und Uebersättigen mit verdünnter Schwefelsäure bereitet; es krystallisirt in seidenglänzenden Schuppen, löst sich nicht in Wasser und verdünnten Säuren, unverändert aber in concentrirter Schwefelsäure auf; ebenso wird es von Alkalien aufgelöst, ohne jedoch dieselben zu neutralisiren.

Bei der Behandlung des Murexids mit Alkalien oder mit Säuren werden 2 At. Murexid unter Aufnahme von 14 At. Wasser in 4 At. Alloxantin, 4 At. Alloxan, 4 At. Murexan, 4 At. Harnstoff und 2 At. Ammoniak zerlegt, denn $(C_{24} H_{12} N_4 O_{16} + H_{14} O_{14}) = (C_8 H_4 N_2 O_{10} + C_8 H_5 N_2 O_{10} + C_6 H_4 N_2 O_5 + C_2 H_4 N_2 O_2 + H_6 N_2)$.

Wird Harnsäure längere Zeit mit Kalilauge gekocht, so bildet sich nach Städeler¹⁾ Uroxansäure, $C_{10} H_8 N_4 O_{10}$, welche vom Kali durch eine stärkere Säure getrennt wird. Die freie Säure krystallisirt in concentrisch gruppirten Prismen, löst sich wenig in kaltem Wasser, leichter in heissem, jedoch unter Zersetzung; unlöslich in Alkohol; wird die trockne Säure auf 100° erhitzt, so verliert sie Wasser und Kohlensäure; bei stärkerem Erhitzen schmilzt sie unter Entwicklung von Ammoniak. Bei der Bildung dieser Säure nehmen 2 At. Harnsäure 6 At. Wasser auf $(C_{10} H_8 N_4 O_6 + 6 HO = 2 HO + C_{10} H_8 N_4 O_{10})$. Beim Kochen in Wasser zerfällt die Uroxansäure in Ameisensäure, Harnstoff und Lactanursäure $(2 HO + C_{10} H_8 N_4 O_{10} + HO = HO + C_2 H O_2 + C_2 H_4 N_2 O_2 + HO + C_6 H_4 N_2 O_6)$. Das uroxansäure Kali krystallisirt in kleinen Tetraedern. Bei Erhitzen der Uroxansäure auf 100° bildet sich Uroxil, $C_8 H_8 N_4 O_{10}$, eine schwach gelbliche, hygroskopische Masse.

Darstellung. Am besten stellt man die Harnsäure auf folgende Weise nach Bensch dar: der Koth von Schlangen oder Vögeln oder harnsäurereiche Harnsteine werden mit einer Lösung von 4 Th. Kalihydrat in 20 Th. Wasser gekocht, bis aller ammoniakalische Geruch verschwunden ist. Hierauf leitet man in die Lösung einen Strom Kohlensäure, bis die Flüssigkeit kaum noch alkalisch reagirt; das präcipitirte saure harnsaure Kali wird dann mit kaltem Wasser ausgewaschen, bis es sich anfängt aufzulösen; endlich wird nun dieses Kalisalz in Kalilauge gelöst, erwärmt und in erwärmte Salzsäure eingetragen, so dass die letztre immer im Ueberschuss bleibt; der Niederschlag ist reine Harnsäure.

1) Städeler, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 78, S. 286—297 u. Bd. 80, S. 419—423.

Prüfung. Die Harnsäure besitzt so charakteristische, von allen andern im Thierkörper vorkommenden Stoffen verschiedene Eigenschaften, dass sie kaum mit irgend einem andern Körper als höchstens dem Xanthin und Guanin (vergl. oben S. 144 und S. 171) verwechselt werden kann, allein von diesen lässt sie sich durch das Verhalten ihrer Alkalisalze gegen Kohlensäure und doppelkohlensaure Alkalien sehr leicht und sicher unterscheiden. Hauptsächlich aber unterscheidet sich die Harnsäure von allen andern organischen Substanzen (ausser etwa Theeïn) durch die sogenannte Murexidprobe, d. h. durch den purpurrothen Rückstand, den ihre Lösung in Salpetersäure beim Verdunsten hinterlässt; nie dürfte jedoch die Anwendung von Aetzkali zu unterlassen sein, durch welches eine noch entschiedenere Reaction, d. h. jene prächtig purpurblaue Färbung hervorgebracht wird.

Indessen würden uns alle chemischen Mittel sehr häufig verlassen und die Anwesenheit der Harnsäure uns völlig entgehen, wo in dem nur sparsam vorliegenden Untersuchungsobject nur geringe Spuren von Harnsäure enthalten sind, wenn wir nicht das auch für die physiologische Chemie unschätzbare Mikroskop besässen. Kein Körper bildet unter dem Mikroskop so charakteristische und so leicht bestimmbare Krystallformen, als die Harnsäure; keiner ist so geneigt, sich krystallinisch auszuscheiden; daher sie überall leicht und sicher erkannt werden kann, sobald man nämlich mit dem Gebrauche des Mikroskops und mit den verschiedenen Formen der Harnsäurekrystalle einigermassen vertraut ist. Allerdings aber scheint dem Anfänger die Krystallform der Harnsäure wahrhaft proteusartig zu sein (*F. T. 4. F. 2. u. 3. u. T. 12. F. 4. 5. u. 6.*): allein bei einiger Kenntniss der Krystallographie lässt sich eine Form sehr leicht aus der andern ableiten. Wir müssen jedoch hier auf die vortreffliche Analyse der Krystallogene und Krystallographie der Harnsäure verweisen, wie sie *C. Schmidt*¹⁾ gegeben hat. Für den mit Krystallographie Vertrauten reicht es hin das Zeichen für die vollständige Combination des Harnsäurekrystalls zu geben: $\infty \dot{P} 2 . \infty P . \infty \dot{P} 2 . \infty \dot{P} \infty . 0 P$.

Für den Laien in der Krystallographie bemerken wir, dass die Harnsäure, wenn sie sich allmählich aus Harn und zwar spontan ausscheidet, meistens in den sogenannten Wetzsteinformen erscheint, d. h. platte Tafeln bildet, die mit dem Doppelmesser durch stark biconvexe Linsen gemachten Durchschnitten gleichen oder rhombischen Tafeln, deren stumpfe Winkel abgerundet sind. Da die Harnsäure das Harnpigment besonders fest hält, so erscheinen diese Krystalle nur in den seltensten Fällen nicht gefärbt; sieht man eine ungewöhnliche Krystallform, den Krystall aber gelb gefärbt, so ist schon Wahrscheinlichkeit da, dass der Krystall aus Harnsäure bestehe. Scheidet man künstlich aus den harnsauren Salzen die Säure aus, so erscheint dieselbe oft in reinen rhombischen Tafeln, öfter aber noch in sechsseitigen Platten (ähnlich dem Cystin);

1) *C. Schmidt*, Entwurf pp. S. 28—34.

sehr langsam ausgeschieden bildet die Harnsäure auch lange rechtwinklige Tafeln oder parallelepipedische Formen oder geradezu rechtwinklige vierseitige Prismen mit gerader Endfläche; letztere sind oft in Drusen zusammengruppirt; auch kommen sog. fassförmige oder cylinderförmige Säulenstücke vor, die aus den seltner erscheinenden elliptischen Tafeln gleichsam aufgethürmt sind, endlich auch noch sägenförmige oder gezahnte Krystalle und viele Abänderungen der genannten Formen. Glaubt man aus einer Form nicht mit Bestimmtheit die Gegenwart der Harnsäure erschliessen zu können, so braucht man nur den Krystall in Kali aufzulösen und dann unter dem Mikroskop Essigsäure zuzusetzen; man wird dann immer die Entstehung der gewöhnlichen Formen beobachten.

Zur quantitativen Bestimmung der Harnsäure¹⁾ im Harn verwendet man am besten den Rückstand, welchen Alkohol ungelöst gelassen hat; derselbe wird ohne weiteres durch verdünnte Salzsäure von Erden u. dergl. befreit, so dass nur Harnsäure und Schleim zurückbleibt; von letzterem trennt man sie durch verdünnte Kalilauge, aus welcher die Harnsäure durch Essigsäure oder Salzsäure präcipitirt werden kann. Das der Harnsäure anhaftende Pigment hat auf die quantitative Bestimmung jener Säure einen kaum wägbaren Einfluss (*Heintz*²⁾).

Schwieriger und bei weitem unzuverlässiger ist die quantitative Bestimmung der Harnsäure aus dem Blute oder andern eiweissartigen Flüssigkeiten; man verwende hierzu das klare Serum, und dampfe dasselbe, ohne vorher das geronnene Eiweiss abzufiltriren, zur Trockenheit ein; wollte man filtriren, so würde die ganze Procedur sehr lange aufgehalten werden, denn das geronnene Serum würde fast nur eine solide Masse feuchten Gerinnsels bilden, dessen Aussüssen selbst auf Zusatz von viel Wasser nicht zu ermöglichen wäre (siehe unten »quantitative Bestimmung des Albumins«). Den festen Rückstand des Serums extrahire man nun mit Alkohol und nachher mit heissem Wasser; da die Harnsäure in alkalischen Flüssigkeiten und also auch im Serum nur an Alkali gebunden sein kann, so wird sie immer in dem wässrigen Extracte sein; beim Verdunsten des wässrigen Extracts bilden sich meist Häute auf der Oberfläche der Flüssigkeit, die entfernt werden müssen, aber deshalb gerade die Analyse ungenau machen; hat man den wässrigen Auszug bis auf ein sehr kleines Volumen concentrirt, so setze man Essigsäure in Ueberschuss zu; die Harnsäure scheidet sich alsdann, namentlich wenn deren Menge gering ist, sehr allmählich aus, mit ihr aber, wenn man unterlassen hat die Essigsäure in grossem Ueberschuss zuzusetzen, noch etwas Proteinstanz, von deren Gegenwart unter den Harnsäurekrystallen man sich leicht durch das Mikroskop überzeugen kann. Dann filtrire man durch ein gewogenes Filter und wäge nach gehörigem Trocknen. Ganz derselbe Weg muss eingeschlagen werden, wenn man im Blute qualitativ die Harnsäure nachweisen will.

1) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25, S. 47.

2) *Heintz*, Müller's Arch. 1846. S. 883 – 889.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Harnsäure findet sich stets im Harn *gesunder Menschen* und zwar im Mittel zahlreicher von verschiedenen Seiten angestellter Versuche etwa zu 1 pro Mille. Bei gemischter Kost entleerte ich in 24 Stunden durchschnittlich 1,183 grm. Harnsäure, nach *Becquerel's* Untersuchungen, an 8 verschiedenen Personen angestellt, werden in 24 Stunden von einem gesunden Menschen nur 0,495 bis 0,557 grm. Harnsäure in 24 St. ausgeschieden.

Ich muss hier leider bemerken, dass die von mir angestellten, mühsamen Analyse meines eignen Harns nicht völlig als Vergleichsmaßstab mit anderm Harnen dienen können, da ich schon damals, als ich jene Untersuchungen vornahm, an einer Geweberschlaffung der linken Lunge litt.

Auch im Harn *fleischfressender Säugethiere* findet sich dieselbe, jedoch durchschnittlich in weit geringerer Menge, als in dem des Menschen. Im Harn der *Omnivoren* z. B. der Schweine haben weder *Boussingault*¹⁾ noch *von Bibra*²⁾ Harnsäure entdecken können. Im Harn pflanzenfressender Säugethiere ist (ausser von *Brücke*³⁾) noch nie diese Säure gefunden worden; dagegen kommt sie im Harn noch säugender Kälber nach *Wöhler* in nicht unbedeutender Menge vor (vergl. oben S. 184). Der eigentliche Harn der Vögel, fleischfressender sowohl als pflanzenfressender, so wie der der Schlangen (welcher bekanntlich mit den festen Excrementen, bei den Schlangen oft auch ohne dieselben, entleert wird) besteht fast nur aus harnsauren Salzen. Im Harn der *Schildkröten* haben *Marchand*⁴⁾ und ich Harnsäure nachgewiesen, *Taylor*⁵⁾ im Harn des *Leгуana*. Dass die rothen Excremente der *Schmetterlinge* wesentlich aus harnsauren Alkalien bestehen, ist eine längst bekannte Sache, ebenso dass die Excremente vieler *Käfer* dieselbe enthalten; ich habe sie aber nicht bloß in den Excrementen vieler *Raupen*⁶⁾ gefunden, sondern auch in grössern Mengen in jenen Gefässen der Raupen, welche die vergleichenden Anatomen Gallengefässe zu nennen pflegen.

Bekannt ist, dass der sogenannte Guano aus den Excrementen von Strandvögeln hervorgeht, und nicht bloß auf den Inseln der Südsee (besonders bei Chile), sondern auch an den Küsten Afrikas und selbst Englands gefunden wird.

Im Harn des Löwen fand *Hieronymi*⁷⁾ nur 0,022 % Harnsäure; *Vauquelin*⁸⁾ konnte gar keine Harnsäure darin finden.

Die *Art der genossenen Nahrungsmittel* ist auf die Menge der excernirten Harnsäure von weit geringern Einfluss als auf die des Harnstoffs.

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 45, p. 97—114.

2) *von Bibra*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 98—112.

3) *Brücke*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 25, S. 254.

4) *Marchand*, ebendas. Bd. 35, S. 244—247.

5) *Taylor*, Phil. Magaz. T. 28, p. 36—46.

6) *Lehmann*, Jahrb. d. phys. Ch. 1844. S. 25.

7) *Hieronymi*, Jahrb. d. Ch. u. Phys. Bd. 3, S. 322.

8) *Vauquelin*, Schweigg. Journ. Bd. 5, S. 475.

Während ich bei gemischter Kost¹⁾ in 24 St. durchschnittlich 1,4 grm. Harnsäure entleerte, wurde bei animalischer Kost 1,4 und bei vegetabilischer 1,0 grm. derselben ausgeschieden.

Da Haut- und Nierenthätigkeit in einiger Wechselwirkung stehen, so könnte man wohl erwarten, dass eine gesteigerte Hautthätigkeit eine Verminderung der Harnsäure im Harn hervorbringen könne; deshalb will *Fourcroy*²⁾ den Harn eines Mannes im Winter reichhaltiger an Harnsäure gefunden haben, als im Sommer, und *Marcet*³⁾ behauptet, dass nach heftigem Schwitzen der Harn weniger Harnsäure enthalte. *Schullens*⁴⁾ fand in Holland, wo wegen der grössern Feuchtigkeit der Luft die Hautausdünstung vermindert ist, 0,24 bis 0,67% Harnsäure; deshalb soll auch in Tropenländern die Lithiasis ganz unbekannt sein. Alle diese Versuche beweisen aber nichts, da es den Zahlen durchaus an einem Vergleichsmaassstabe fehlt.

Gewöhnlich hat man nur den Morgenharn untersucht, in dem ich selbst zuweilen 0,878% Harnsäure gefunden habe; Versuche über die relativen Quantitäten der excretirten Harnbestandtheile können nur etwas bedeuten, wenn sie an einer Person und mit dem täglich hintereinander gelassenen Urine angestellt worden sind. Ich habe mich bemüht, bei obigen Grundlagen zu Resultaten über die Harnentleerung unter verschiedenen Verhältnissen zu gelangen, habe aber nichts weiter gefunden, als dass im Winter zwar mehr Wasser durch die Harnblase entleert wird, aber im Sommer, bei anhaltendem Schwitzen nicht weniger und nicht mehr feste Bestandtheile und insbesondere Harnsäure als im Winter. Ich unterlasse es daher, hier die Zahlenverhältnisse anzuführen.

Die Harnsäure pflegt aber im Harn durch ganz andre Verhältnisse vermehrt zu werden, und zwar absolut und relativ. Auf eine Vermehrung des Harnsäuregehalts des Harns wirkt zunächst *gestörte* oder *unvollkommene Verdauung* hin.

So bemerkte ich an mir und an einigen andern Personen, dass, wenn kurz vor dem Schlafengehen schwerverdauliche Speisen oder nicht sehr aromatisirte Spirituosa genossen worden waren, der Morgenharn stets ein nicht unbedeutendes Sediment absetzte. Während nämlich im normalen Zustande das Verhältniss der Harnsäure zu Harnstoff = 4 : 28 bis 30 ist, fand ich im Harn, der nach Indigestion gelassen worden, das Verhältniss 4 : 23 bis 26, und das Verhältniss der Harnsäure zu den übrigen festen Bestandtheilen, welches ungefähr 4 : 60 ist, = 4 : 44 bis 52, so dass also der Harnsäuregehalt hier nicht nur auf Kosten des Harnstoffs, sondern auch der übrigen festen Bestandtheile des Harns vermehrt erscheint. Bei dem auffallendsten Verhältnisse fand ich nämlich in 100 Th. des festen Rückstands 2,4 Harnsäure, 35,3 Harnstoff und 62,4 anderer fester Bestandtheile; demnach waren letztere absolut vermehrt in jenem Urine enthalten.

Hiernach dürfte es also nicht wunderbar erscheinen, wenn wir in vielen jener Fälle, wo die ältern Aerzte Stockungen im Pfortadersysteme, Hämorrhoiden und Arthritis diagnosticirten, eine Vermehrung der Harnsäure im Harn finden.

1) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. a. a. O.

2) *Fourcroy*, Syst. de Connaiss. chim. T. 40, p. 236.

3) *Marcet*, Chem. Unters. üb. Harnstein.

4) *Schullens*, N. Gehlen's Journ. Bd. 3, S. 4.

Eine Vermehrung der Harnsäure im Harn findet sich constant bei dem Symptomencomplexe, den man Fieber zu nennen pflegt, möge sich die Harnsäure ausscheiden oder gelöst bleiben; denn aus der Bildung eines Sediments ist keineswegs auf die Menge der in einem Harn enthaltenen Harnsäure zu schliessen.

*Becquerel's*¹⁾ hierauf bezügliche Resultate kann ich durch eigne Erfahrungen vollkommen bestätigen.

Das Sediment, welches sich im Fieber und fast allen von heftigem Fieber begleiteten Krankheiten aus dem sauren Harne absetzt, ist lange Zeit seiner chemischen Natur nach verkannt worden. Ursprünglich hielt man es für ein Präcipitat amorpher Harnsäure, später (und fast noch heute) wurde es allgemein für harnsaures Ammoniak gehalten. Dasselbe besteht aber, wie ich²⁾ und *Heintz*³⁾ ausführlich nachgewiesen haben, im Wesentlichen aus harnsaurem Natron, dem nur sehr geringe Mengen harnsauren Kalks und Ammoniaks beigemischt sind. Dieses Sediment ist von jedem andern Harnsedimente sehr leicht und schnell zu unterscheiden und zwar einestheils durch das Mikroskop, andern Theils aber durch gelindes Erwärmen; unter dem Mikroskope zeigt es allerdings wenig charakteristisches: es bildet feine Körnchen, die bald in unregelmässigen Haufen, bald in den Körnchenzellen ähnlichen Conglomeraten zusammengelagert sind, bald aber auch gleichförmig in dem mikroskopischen Objecte vertheilt sind (*F. T. 12. F. 6 u. T. 13. F. 4 u. 2*); da Zusatz einer stärkern Säure alsbald die charakteristischen Formen der Harnsäure ausscheidet, so ist eine Verwechslung mit irgend einem andern Harnsedimente nicht denkbar. Noch leichter erkennt man aber dieses harnsaure Natron daran, dass es schon bei 50° sich in dem Harne vollständig zu einer limpiden Flüssigkeit auflöst.

Es würde ebenso überflüssig als langweilig sein, die von *Becquerel*, mir und *Heintz* gegen *Bird*, der jenes Sediment immer noch für harnsaures Ammoniak hält, geltend gemachten Gründe hier wiederzukäuen, da die Sache an und für sich völlig klar ist. Hier bemerke ich nur, dass, wie ich gefunden und *Liebig* bestätigt hat, im Harn fast gar kein Ammoniak vorkommt, und dass nach *Heintz's* directer Analyse des Sediments sich kaum 1% Ammoniak darin nachweisen lässt.

Man hat ferner darüber, dass die Harnsäure im Harn nicht frei, sondern an Alkalien gebunden vorkomme, sehr viel Worte gemacht; allein man braucht nur die Eigenschaften der Harnsäure und ihrer Salze, wie wir sie oben beschrieben haben, einigermaßen zu kennen, um die Verwunderung über die Gegenwart eines harnsauren Salzes in einer sauren Flüssigkeit schwinden zu lassen und die Gegenwart sauren harnsauren Natrons ganz natürlich zu finden. Dass unter andern phosphorsaures Natron die Harnsäure aufzulösen vermöge und dabei neben saurem harnsaurem Natron saures phosphorsaures entstehe, haben *Ure*⁴⁾ und *Lipowitz*⁵⁾

1) *Becquerel*, *Seméiotique des Ur.* Deutsch. S. 126—180 u. 40—50.

2) *Lehmann*, *Jahresber. d. phys. Ch.* 1844. S. 26.

3) *Heintz*, *Müller's Arch.* 1845. S. 230—264.

4) *Ure*, *Froriep's N. Not.* Bd. 20, S. 164.

5) *Lipowitz*, *Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 28, S. 351.

zuerst bemerklich gemacht, *Liebig* aber später sehr hervorgehoben. *Berzelius*¹⁾ bemerkt aber, dass es sehr wenige Alkalisalze gebe, in welchen sich die Harnsäure nicht leichter löse, als in Wasser, wobei sich freilich die Harnsäure meistens wieder als solche und nicht als saures Alkalisalz ausscheidet; ich habe aber (a. a. O.) besonders darauf aufmerksam gemacht, dass auch aus milchsauren und andern organischsauren Alkalien die Harnsäure Natron zu entleihen vermag und der vorher neutralen Flüssigkeit unter Bildung saurer Salze saure Reaction ertheilt; das harnsaure Natron scheidet sich dann aus reinem Gemische krystallinisch, aus extractivstoffhaltigem aber amorph (wie aus dem Harne) aus und löst sich ebenfalls beim Erwärmen bis zu 50° sehr leicht wieder auf.

Das Erscheinen jenes Sediments von harnsaurem Natron (*Prouf's* amorphous and impalpable, yellow sediment) ist an sich durchaus nicht für pathologisch zu halten; es ist nichts weiter als eine Vermehrung des normal im Harne vorkommenden Salzes, welche durch einfache physiologische Verhältnisse bedingt wird. Wir sehen daher solche Sedimente besonders dann entstehen, wenn der Austausch der Gase in den Lungen aus irgend welchem Grunde nicht gehörig von Statten geht, oder wenn wegen Störungen des Kreislaufs das Blut nicht leicht die Lungengefäße durchströmen kann. Desshalb ist schon ein solches Sediment bei Mangel an gehöriger Bewegung bei Menschen und Thieren zu bemerken; die reissenden Thiere, die sonst so wenig Harnsäure entleeren, lassen nach längerer Gefangenschaft häufig einen sedimentirenden Harn, der namentlich öfter noch beobachtet wird, wenn sie in Küfigen erzogen osteomalacisch werden. Bei vollkommen ausgebildetem Emphysem, oder selbst wenn nur ein Theil der Lunge etwas von seiner Elasticität verloren hat, gehört ein sedimentirender Harn zu den gewöhnlichsten Erscheinungen. Herzleiden, Lebervergrößerungen u. dergl. sind mit Störungen des Kreislaufs verbunden und bedingen daher einen sedimentirenden Harn; diese Leiden sind es hauptsächlich, die man mit dem Namen von Hämorrhoiden, Gicht und dergleichen unlogischen, ontologischen Namen belegt hat. Größere Massen ausgeschiedenen harnsauren Natrons kann man in keiner Krankheit finden, als bei der eigentlichen granulirten Leber, die natürlich nie ohne bedeutende Störungen des Kreislaufs vorkommen kann. Auch im Fieber selbst tritt ein Missverhältniss zwischen Respiration und Kreislauf ein, und desshalb Vermehrung der Harnsäure des Harns; denn nur Chemiker konnten zu dem Wahne verleitet werden, im Fieber werde dem Blute zu viel Sauerstoff zugeführt und es sei von einem zu jähren Oxydationsprocesse begleitet. Man vergleiche mit diesen Erfahrungen *Becquerel's* ausgedehnte Untersuchungen über Harn in Krankheiten.

*Bird*²⁾ und viele Andere behaupten, dass in der Gicht eine vermehrte Ausscheidung von Harnsäure stattfinde; ich muss aber meinen eigenen Erfahrungen nach *Garrod*³⁾ völlig beistimmen, welcher die Harn-

1) *Berzelius*, Jahresber. 26, S. 373.

2) *Bird*, Harnsedimente, Handbibl. d. Ausl. S. 42.

3) *Garrod*, Lond. med. Gaz. V. 34, p. 88.

säure im Harn bei der acuten Gicht vor dem Paroxysmus, stets aber bei chronischer Gicht (als welche ich nur solche, die mit Ablagerungen in den Gelenken verbunden war, gelten liess) constant und erheblich vermindert fand; im Rheumatismus dagegen, besonders in dem acuten der Gelenke, ist, worin alle Beobachter übereinstimmen, der Harnsäuregehalt des Harns in der That sehr vermehrt.

Freie Harnsäure wird übrigens im frischentleerten Harn höchst selten gefunden, und doch hält man das Erscheinen freier Harnsäure im Harn gewöhnlich für ein Zeichen eines besonders heftigen krankhaften Processes. Ich habe aber niemals in ganz frischem Harn bereits ausgeschiedene Harnsäurekrystalle finden können, so oft man dieselben auch in einem Harn, der eine Stunde oder länger gestanden hat, beobachten kann. In der grossen Mehrzahl der Fälle bildet sich nämlich erst die Harnsäure aus dem harnsauren Natron, nachdem der Harn der Atmosphäre ausgesetzt war und zwar vermittelt jenes Processes, den *J. Scherer*¹⁾ so sorgfältig studirt hat, der sauren Harngährung; die verschiedenen Harnsorten und besonders der gesunde und fieberhafte Harn unterscheiden sich nur dadurch, dass die eine mehr Elemente in sich enthält, durch welche die Milchsäurebildung hervorgerufen und befördert wird. Wir werden auf diese schöne Untersuchung *Scherer's* weiter unten zurückkommen. Freie Harnsäure unmittelbar aus der Blase mit dem Harn entleert habe ich nur gesehen bei sog. Steindiathese oder bei bereits vorhandenem Harngries.

Harnsaures Ammoniak findet sich sogar in alkalischem Harn als Sediment sehr selten und zwar dann in weissen, undurchsichtigen Körnchen, die, wie oben erwähnt, unter dem Mikroskop in dunkeln, nur hier und da mit Krystallnadeln besetzten Kugeln erscheinen. Diese finden sich fast nur in solchem Harn vor, welcher bereits der alkalischen Gährung durch langes Stehen an der Luft unterlegen hat. Selbst in alkalischem Harn, der von Kranken gelassen wurde, die an Rückenmarksleiden und daraus hervorgehender Blasenlähmung litten, habe ich solche Drusen harnsauren Ammoniaks nur sehr selten gefunden. Im alkalischen Harn, wie er bei andern Zuständen gelassen wird, sind sie nicht enthalten.

Gleich dem Harnstoff findet sich die Harnsäure auch im Blute; sie ist daselbst sowohl im gesunden als krankhaften Zustande und besonders nach Exstirpation der Nieren von *Strahl* und *Lieberkühn*²⁾ so wie neuerdings von *Garrod*³⁾ gefunden worden. Der letztere fand sie im Blute constant vermehrt bei der Arthritis (nicht bei acutem Gelenk-Rheumatismus), weniger constant bei Bright'scher Krankheit.

Die Erfahrungen dieser Forscher kann ich nach eignen Untersuchungen grösstentheils bestätigen. Zuerst wurde ich von der Gegenwart der Harnsäure im Blute

1) *Jos. Scherer*, Untersuch. S. 4—17.

2) *Strahl* und *Lieberkühn*, Harnsäure im Blut u. s. w. Berlin 1848.

3) *Garrod*, Lond. med. Gaz. V. 34, p. 88.

der Fleischfresser zufällig überzeugt, als ich das Blut eines sehr grossen Fleischerhundes, der in Folge einer ihm von mir angelegten künstlichen Magenfistel verendete, untersuchte; das Serum war unter Hülfe von Essigsäure durch Kochen von Albumin befreit worden; die stark eingedampfte filtrirte Flüssigkeit ward mit Alkohol extrahirt, um darin Harnstoff zu suchen; der in Alkohol unlösliche Rückstand zeigte unter dem Mikroskop die unverkennbarsten Krystalle von Harnsäure; hierdurch aufmerksam gemacht, untersuchte ich das Blut zweier andern Hunde und überzeugte mich nach der eben angeführten Methode der Analyse ausser durch das Mikroskop auch durch die Murexidprobe von der Gegenwart der Harnsäure. *Garrod* will die Harnsäure auch im Blute gesunder Menschen öfter gefunden haben, was jedoch *Strahl* und *Lieberkühn* ebensowenig im Blute der Menschen als der Vögel gelang; nur einmal fanden sie Harnsäure im Blute eines Hundes; sehr bestimmt und oft wiesen sie aber nach Nierenexstirpation im Blute von Fröschen, Hunden und Katzen die Harnsäure nach. *Garrod* fand im Serum des Blutes Gichtkranker 0,005%, 0,004% und in einem Falle sogar 0,0475% Harnsäure. Bei acutem Gelenkrheumatismus konnte *Garrod* nur Spuren von Harnsäure im Blute entdecken; bei Bright'scher Krankheit fand er dagegen die Harnsäure des Blutes in sehr variablen Mengen (In 100 Th. Serum = 0,0037, 0,0055, 0,0042 und 0,0027 Th.).

In Deutschland wird sich weniger Gelegenheit bieten, *Garrod's* Angaben über die quantitativen Verhältnisse der Harnsäure im Blute Gichtkranker nachzuprüfen, da man hier am allerwenigsten in der Gicht wagen wird, dem Kranken solche Massen Blut zu entziehen, wie sie *Garrod* zu seinen Untersuchungen verwendete; er nahm zur Analyse nie weniger als 2 Pfund Blut.

Im Saft der Milz ist von *Scherer*¹⁾ Harnsäure als normaler Bestandtheil in nicht geringer Menge nachgewiesen worden.

Sehr oft ist das harnsaure Natron in den sog. Gichtknoten gefunden worden.

Wollaston, *Laugier*, *Wurzer*, *Pauguy* und *Bor* haben solche Gichtknoten analysirt. Die Angaben dieser Beobachter kann ich nach den wenigen Fällen, die ich beobachtet habe, vollkommen bestätigen; die Concremente bilden meistens gelblichweisse, hie und da ziegelroth gesprenkelte, weiche, an der Luft erhärtende Massen, welche unter dem Mikroskop die schönsten Krystallbüschel von harnsaurem Natron zeigen.

*Wolf*²⁾ giebt an, im Schweisse von Arthritikern Harnsäure gefunden zu haben; trotz mehrfacher Versuche bin ich nicht so glücklich gewesen, in ähnlichen Fällen Harnsäure aufzufinden.

Leider ist der Begriff *Gicht* in der Medicin ein so vager, dass es vielleicht besser wäre, ihn vorläufig aus der Wissenschaft ganz zu verbannen. Die Pathologen pflegen darum von dem Chemiker Aufschluss über jene wunderbare Krankheit zu verlangen; allein sie hätten erwägen sollen, dass sie erst dem Chemiker mit einer genauern Begriffsbestimmung entgegenkommen mussten, ehe sie von dieser Aufklärung über jene noch so räthselhafte Krankheit erwarten konnten. Sehen wir aber auch ab davon, dass uns die Pathologen trotz vieler ungerechtfertigter Behauptungen noch keinen wesentlichen Unterschied zwischen Gicht und Rheumatismus kennen gelehrt haben, so beweist uns auch die pathologische Anatomie, dass die Symptomengruppe, welche man jener Krankheit gewöhnlich als eigenthümlich zuschreibt, sehr verschiedene Erfolge im Betreff der Gewebsveränderungen haben

1) *Scherer*, Verh. d. phys. med. Ges. Würzburg 1852. S. 299.

2) *Wolf*, Diss. sist. casum Calculositatis. Tub. 1847.

kann, die wir in den Leichnamen finden. Am gewöhnlichsten finden wir Knochenkrankheiten und zwar bei Personen im Jugend- oder Mannesalter Osteomalacie, wobei die Knochen ärmer an Erden und daher biegsamer werden; oft auch ist Osteoporose oder Osteospathyrose die Folge der Gicht, wo neben den Erden auch Knorpel resorbirt ist; allein in dieser Resorption kann das Wesentliche nicht liegen, denn oft ist selbst an einem und demselben Knochen neben Porose auch Sklerose zu finden; die Umwandlung des Knochens hängt bekanntlich nur von der Natur des gesetzten Exsudats ab; war dasselbe mehr consistent (fibrinös?), so wird es callus-ähnlich, es lagert sich geradezu mehr Knochenerde ab und die betreffende Stelle wird sklerotisch; war es flüssig, so findet Resorption statt, und der Erfolg ist Osteoporose; war es zur Zersetzung geneigt und wird es jauchig, so kann Caries so wie Pyämie entstehen. Leider sind aber diese Knochenveränderungen der Gicht nicht eigenthümlich; denn sie stellen sich ebensowohl nach rein localen Ursachen ein, als nach andern Allgemeinleiden, z. B. hauptsächlich nach Syphilis. Die Knochenaffection, so constant sie in der Gicht, wenn wir den engsten Begriff damit verbinden, auch beobachtet wird, giebt uns ebenfalls keinen festen Anhalt; wir müssten daher zu den Tophis und Nodis unsre Zuflucht nehmen, allein die erdhaltigen kommen auch ohne Gicht vor; und es bliebe uns nichts das Wesen der Gicht bezeichnendes übrig, als die aus harnsaurem Natron bestehenden Concremente, allein wie selten kommen diese vor und wie weit muss schon das Uebel gediehen sein, ebe hiernach sich eine bestimmte Diagnose stellen lässt! Die Ansammlung grösserer Mengen von Harnsäure im Blute allein ist auch ohne Bedeutung, da nach Garrod dieselbe auch bei Bright'scher Krankheit beobachtet wird. Mit einem Worte, wir kennen das Wesen der Arthritis noch nicht; soll dieses durch physiologisch-chemische Forschungen eruiert werden, so dünkt uns der einzige Weg, der vielleicht zum Ziele führen kann, zunächst das Verhältniss zu erforschen, in welchem die chemische Constitution des Blutes und Harnes zu den genannten Knochenkrankheiten und zu der Osteomalacie insbesondere steht. Weniger passend und weniger einer nüchternen Naturforschung angemessen scheint es uns, wenn man auf einem vorgefassten und noch dazu missverstandenen Satze fussend, weitläufig über die Analogie von »Gicht, Gries und Stein« philosophirte; die aprioristischen Erklärungen krankhafter Prozesse, wie sie die organisch-chemische Richtung in der Medicin versucht hat, sind zum grössten Theil in Nichts zerronnen, da man ohne Physiologie, ohne pathologische Anatomie die Medicin nach subjectiv-chemischen Ansichten restauriren zu können wähnte. Die fingirte Oxydation der Blutbestandtheile, durch welche die Schwindsucht ebenso gut als die Gicht und Harnsteinbildung ihre Erklärung finden sollte, ist nicht jenes leichte Mittel, durch welches allein specifische Krankheiten oder einzelne wohlcharakterisirte pathologische Prozesse eine wissenschaftlich ausreichende Erklärung finden können; denn *es giebt keine acute Krankheit und nur wenige chronische, bei welcher nicht die Oxydation der Blutbestandtheile vermindert oder gehemmt wäre.* Der Beweis für diese Behauptung wird uns (im 3ten Th. dieses Werks) ebenso leicht werden, als der Beweis dafür, *dass es keine Krankheit mit zu jäher, zu rapider Oxydation des Blutes giebt.*

Ursprung. Wenn wir bereits in dem Obigen (S. 190) angedeutet haben, dass der Harnstoff zum Theil aus der Harnsäure hervorgehe, so kann kein Zweifel sein dass die Harnsäure gleich dem Harnstoff den excrementiellen Stoffen beizuzählen ist. Obgleich arithmetisch der Beweis noch nicht geliefert ist, dass der Harnstoff im menschlichen Harn im umgekehrten Verhältniss zur Harnsäure stehe, d. h. dass mit Zunahme der Harnsäure sich eine entsprechende Verminderung des Harnstoffs zeige, so geben doch unter anderen *Becquerel's* Zahlenresultate wenigstens ein annäherndes Verhältniss. Dies kann aber wohl auch nicht anders als

annähernd sein, da der Harnstoff sicher nicht lediglich aus der Harnsäure gebildet wird. Die neuern Erfahrungen von *Wöhler* und *Frerichs*¹⁾, welche Harnsäure theils von den ersten Wegen, theils von den Venen aus in den Organismus brachten, und nachher im Harn den Harnstoff und oxalsauren Kalk vermehrt fanden, beweisen mit ziemlicher Evidenz, dass die Harnsäure im thierischen Organismus in ganz ähnlicher Weise zersetzt wird, wie sie künstlich durch Bleihyperoxyd in Harnstoff und Oxalsäure zerfällt. Entsteht nun aber der Harnstoff aus der Harnsäure durch theilweise Oxydation der letztern, so muss, wenn diese einigermassen behindert ist, auch weniger Harnstoff und mehr Harnsäure von den Nieren ausgeschieden werden, und es ergiebt sich somit ganz von selbst, warum bei Fiebern und andern Störungen des Kreislaufs und der Respiration eine Vermehrung der Harnsäure im Harn gefunden werden muss; wir haben gesehen, dass in gleichen Zuständen der oxalsaure Kalk und die Milchsäure sich aus einem ganz ähnlichen Grunde vermehren, und, ohne geradezu sog. grob chemische Ansichten in die Wissenschaft des generellen Lebens einführen zu wollen, dünkt uns nichts einfacher und der Natur entsprechender, als diese Erklärung der Entstehung und Vermehrung der Harnsäure. Die Harnsäure selbst betrachten wir als einen Stoff, der auf der Leiter der herabsteigenden Stoffmetarmorphose nur eine Staffel höher steht, als der Harnstoff. Ein speciellerer Nachweis der Stoffe, aus denen sie selbst erst hervorgeht, und der Orte, wo sie gebildet wird, lässt sich nach dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht geben.

Die Sedimente harnsauren Natrons sind es, die man gemeinlich zu den kritischen Ausleerungen zählte. Eine rationelle Medicin konnte sie nicht mehr nach der hippokratischen Lehre für wirkliche Entscheidungsmittel der Krankheiten ansehen, sondern vielmehr nur als zufällige Erscheinungen oder nothwendige Folgen gewisser Prozesse betrachten. Wir halten jetzt die Krisen für nichts anderes, als reichlichere Abscheidungen von Excretionsstoffen, welche statthaben müssen, nachdem die während des Fiebers unbrauchbar gewordenen und bei mehr oder weniger gehemmter Function der Excretionsorgane im Blute angesammelten Stoffe mit einem Male zur vollständigen Ausscheidung vorbereitet und durch die gewöhnlichen Ausflusscanäle an die Aussenwelt abgegeben werden.

Inosinsäure. $C_{10} H_6 N_2 O_{10} . HO$.

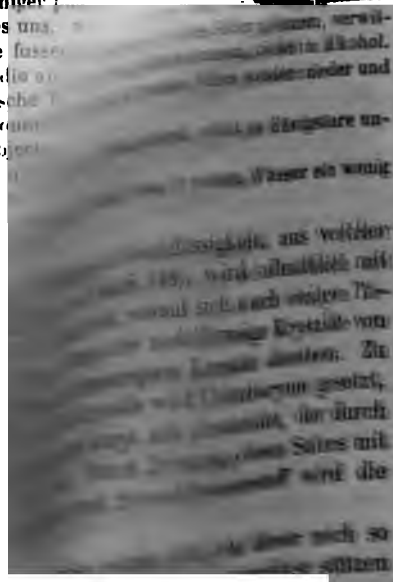
Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure ist nicht krystallisirbar, sie bildet eine syrupöse Flüssigkeit, die durch Alkohol in eine feste, harte Masse verwandelt wird, löst sich leicht in Wasser, nicht in Alkohol und Aether, röthet Lackmus stark, schmeckt aber angenehm fleischbrühartig, zersetzt sich beim Erhitzen und zum Theil schon beim Sieden der Lösung.

1) *Wöhler* und *Frerichs*. Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 338—342.

kann, die wir in den Leichnamen finden. Am gewöhnlichsten finden wir Knochenkrankheiten und zwar bei Personen im Jugend- oder Mannesalter Osteomalacie, wobei die Knochen ärmer an Erden und daher biegsamer werden; oft auch Osteoporose oder Osteospathyrose die Folge der Gicht, wo neben den Erdenknorpel resorbirt ist; allein in dieser Resorption kann das Wesentliche nicht denn oft ist selbst an einem und demselben Knochen neben Porose auch zu finden; die Umwandlung des Knochens hängt bekanntlich nur von der gesetzten Exsudats ab; war dasselbe mehr consistent (fibrinös?), so wird ähnlich, es lagert sich geradezu mehr Knochenerde ab und die betrefft wird sklerotisch; war es flüssig, so findet Resorption statt, und die Osteoporose; war es zur Zersetzung geneigt und wird es jauchig, so wie Pyämie entstehen. Leider sind aber diese Knochenveränderungen nicht eigenthümlich; denn sie stellen sich ebensowohl nach reinen ein, als nach andern Allgemeinleiden, z. B. hauptsächlich nach Syphylidenaffection, so constant sie in der Gicht, wenn wir den engsten binden, auch beobachtet wird, giebt uns ebenfalls keinen festen Boden daher zu den Tophis und Nodis unsere Zuflucht nehmen, die kommen auch ohne Gicht vor; und es bleibe uns nichts das zeichnendes übrig, als die aus harnsaurem Natron bestehende, wie selten kommen diese vor und wie weit muss schon die ehe hiernach sich eine bestimmte Diagnose stellen lässt! Die geringeren Mengen von Harnsäure im Blute allein ist auch ohne Bright'sche dieselbe auch bei Bright'scher Krankheit beobachtet wie kennen das Wesen der Arthritis noch nicht; soll diese chemische Forschungen eruiert werden, so dünkt uns der Zweck die Ziele führen kann, zunächst das Verhältniss zu erforschen, welche Constitution des Blutes und Harnes zu den Gelenken zu der Osteomalacie insbesondere steht. Weniger in der letzten Naturforschung angemessen scheint es uns, wenn man von »Gicht, Gries und Stein« philosophirte; die Natur der pathologischen Processe, wie sie die organisch-chemische hat, sind zum grössten Theil in Nichts zerfallen, die pathologische Anatomie die Medicin nach sublimen zu können wäunte. Die fingirte Oxydation die Schwindsucht ebenso gut als die Gicht finden sollte, ist nicht jenes leichte Mittel, heiten oder einzelne wohlcharakterisirte pathologischen Erscheinungen ausreichende Erklärung finden können, nur wenige chronische, bei welcher nicht dert oder gehemmt wäre. Der Beweis für dieses Werks! ebenso leicht werden, als zu jäh, zu rapider Oxydation des Blutes

Ursprung. Wenn wir herei haben, dass der Harnstoff zum Th kann kein Zweifel sein dass die Harncrementiellen Stoffen heizuzählen is noch nicht geliefert ist, dass der Harngekehrten Verhältniss zur Harnsäure Harnsäure sich eine entsprechende so geben doch unter anderen Becq annäherndes Verhältniss. Dies k



ches Verhalten.

in den Flüssigkeiten des Fleisches
 re lässt sich nach den weni-
 ihrem grossen Sauerstoff-
 üglich gewordener Ge-

... auch *Gallen-*
 ... erst feine Nadeln
 ... bilden; sie schmeckt
 ... 303 Th. kaltem Was-
 ... aus der alkoholischen LÖ-
 ... , sondern scheidet sich als
 ... sich aus der mit Wasser ver-
 ... ähnlichen Verdunsten an der Luft
 ... ng dieser Säure rüthet Lackmus stark.
 ... ter Schwefelsäure und Salzsäure wird

... dieser Säure wird durch Säuren, neutrales
 ... Quecksilberchlorid und salpetersaures Silberoxyd
 ... n ist sie leicht löslich und wird daraus durch
 ... ; beim Stehen, besonders auf Zusatz von etwas
 ... zartige Niederschlag krystallinisch. Ist die Säure als
 ... unden in Lösung, so giebt Chlorbarium keinen Nieder-
 ... über Bleioxyd-, Kupferoxyd- und Eisenoxydsalze; durch
 ... silberoxyd entsteht dann noch aus sehr verdünnten Lösun-
 ... allertartiger Niederschlag, welcher beim Erwärmen sich wieder
 ... beim Erkalten aber sich allmählich krystallinisch ausscheidet.
 ... Säure längere Zeit mit Kalilauge gekocht oder besser noch mit
 ... so zerfällt sie in die stickstofffreie Cholsäure und Glycin
 ... (S. 442). Durch Kochen mit concentrirter Schwefelsäure
 ... wird sie in Cholidinsäure und Glycin zerlegt (*Strecker*¹).
 ... Schwefelsäure und Zucker oder Essigsäure zeigt die Gallensäure
 ... Reaction wie die Cholsäure (vergl. oben S. 424).

... man Glykocholsäure längere Zeit mit Wasser, so wird sie darin
 ... ich und scheidet sich in Bruchstücken von 6seitigen Tafeln
 ... r hat diese Säure *Paracholsäure* genannt, da sie ausser ihren

Krystallform und Unlöslichkeit in Wasser alle Eigenschaften mit der in Nadeln krystallisirenden (von *Strecker* Cholsäure genannten) Glykocholsäure gemein hat.

Zusammensetzung. Aus zahlreichen Analysen der Glykocholsäure und ihrer Salze hat *Strecker*¹⁾ für dieselbe obige Formel abgeleitet, nach welcher sie besteht aus :

Kohlenstoff	52 At.	67,097
Wasserstoff	42 „	9,032
Stickstoff	4 „	3,044
Sauerstoff	44 „	18,925
Wasser	4 „	4,935
		100,000

Sättigungscapacität = 1,754. Dass diese Säure eine gepaarte Säure ist, kann um so weniger bezweifelt werden, als wir bereits einerseits eine andere Säure kennen, aus welcher durch Säuren derselbe stickstoffhaltige Körper, das Glycin, ausgeschieden wird, nämlich die Hippursäure, andererseits aber uns eine andere Säure bekannt geworden ist, aus welcher durch Säuren dieselbe stickstofflose Säure, die Cholsäure, abgelöst wird unter Bildung eines andern Körpers, des Taurins (dieses vertritt nämlich in der Taurocholsäure die Stelle des Glycins der Glykocholsäure).

Verbindungen. Die Glykocholsäure bildet mit Alkalien und alkalischen Erden leicht lösliche Salze; die Verbindungen mit den Oxyden schwerer Metalle sind dagegen unlöslich; nur das glykocholsaure Silberoxyd löst sich in siedendem Wasser.

Glykocholsaures Natron, $\text{NaO} \cdot \text{C}_{52} \text{H}_{42} \text{NO}_{11}$, scheidet sich aus alkoholischer Lösung durch Zusatz von Aether in grossen, glänzend weissen, wawellitähnlichen Drusen strahlenförmig gruppirtcr Nadeln ab; aus wässriger und weingeistiger Lösung ist es nicht krystallisirbar (F. T. 5. F. 4); in Wasser löst es sich sehr leicht auf, auch in Weingeist (bei 45° in 2,56 Th. desselben); beim Erhitzen schmilzt dieses Salz, brennt mit rusender Flamme und hinterlässt cyanhaltige Asche. Eben so verhält sich glykocholsaures Kali.

Glykocholsaures Ammoniak, $\text{H}_4 \text{N O} \cdot \text{C}_{52} \text{H}_{42} \text{N O}_{11}$, bildet dem Natronsalze ganz ähnliche Krystalle, wenn es aus alkoholischer Lösung durch Aether allmählich ausgeschieden wird; es löst sich leicht in Wasser, verliert beim Kochen Ammoniak und reagirt dann schwach sauer.

Glykocholsaurer Baryt, $\text{BaO} \cdot \text{C}_{52} \text{H}_{42} \text{N O}_{11}$, ist amorph, schmeckt stark süsslich und nur wenig bitter, löst sich in Wasser und Alkohol, wird durch Kohlensäure nicht zersetzt.

Darstellung. Man kann diese Säure aus der Galle der meisten Thiere gewinnen, am besten aber aus der Rindsgalle nach einer der

¹⁾ *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 4—87.

folgenden Methoden; Die sorgfältig erst im Wasserbade und dann im Vacuo ausgetrocknete Galle wird mit kaltem, absolutem Alkohol extrahirt und der filtrirten Lösung allmählig Aether zugesetzt; letzterer macht die Flüssigkeit milchig trüb und scheidet anfangs eine harzige, meist braun gefärbte, zähe Masse aus; ist die Flüssigkeit nur noch wenig gefärbt, so giesst man sie von dem halbflüssigen Präcipitate ab in ein andres Gefäss und fügt wieder allmählig Aether zu; die Flüssigkeit wird dadurch wieder milchig trüb und setzt auch noch harzige Theile ab; nach einiger Zeit scheiden sich aber glänzend weisse, sternförmige Krystallbüschel ab; diese werden mit Alkohol, der $\frac{1}{10}$ Aether enthält, ausgewaschen, müssen aber dann schnell in's Vacuum gebracht werden, weil die ätherfeuchten Krystalle an der Luft schnell zu einer firnisähnlichen Masse zerfließen; nach dem Trocknen sind sie dagegen luftbeständig. Diese Krystalle sind ein Gemeng von glykocholsaurem Kali und Natron. Wird nun die wässrige Lösung dieser Krystalle durch Bleiessig gefällt, der Niederschlag durch kohlen-saures Natron zerlegt, die Lösung des glykocholsauren Natrons verdunstet, wieder in Alkohol gelöst und durch Vermittlung von Aether ganz wie oben wieder zum Krystallisiren gebracht: so erhält man ziemlich reines glykocholsaures Natron, welches in Wasser gelöst und mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, sich nach einiger Zeit in mit öligen Tropfen untermengten Krystallen absetzt; letztere werden durch Auswaschen mit Wasser entfernt und so die fragliche Säure rein erhalten.

Auf einem kürzern Wege erhält man jene Säure nach folgender Methode: Der aus frischer Galle durch Bleizucker entstandene gelbliche Niederschlag wird mit kochendem Weingeist von 85% extrahirt und in die Lösung Schwefelwasserstoff geleitet: aus der abfiltrirten, mit Wasser versetzten Flüssigkeit scheidet sich nach längerem Stehen die Säure krystallisirt ab; jedoch ist es auch hier besser das Bleisalz durch kohlen-saures Natron zu zerlegen und dann wie oben zu verfahren.

Die sog. krystallisirte Galle, d. h. das Gemeng von glykocholsaurem Kali und Natron wurde zuerst von *Platner*¹⁾ dargestellt.

Prüfung. Soll eine thierische Flüssigkeit auf einen etwaigen Gehalt an Galle untersucht werden, so ist es wie immer nothwendig, dass die eiweissartigen und bloss in Wasser löslichen Körper, so wie auch die Fette möglichst entfernt werden; man stellt daher zunächst einen alkoholischen Auszug des Untersuchungsobjectes dar, und überzeugt sich zunächst durch die (S. 121 beschriebene) Pettenkofer'sche Probe, ob ein Abkömmling der Galle vorhanden sei. Hat man sich hiervon überzeugt, so kann es nur bei hinreichend vorliegendem Material in Frage kommen, ob eine der in frischer Galle enthaltenen Säuren, die Glykocholsäure und Taurocholsäure, oder einer ihrer Abkömmlinge, Cholsäure oder Cholidin-

1) *Platner*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51, S. 405. Journ. f. pr. Ch. Bd. 40, S. 429—433.

säure, zugegen sei. Man versetze zu dem Zwecke den durch starken Alkohol erhaltenen Auszug allmählig mit dem 8- bis 12fachen Volumen Aether, und lasse das Gemisch 24 bis 48 St. lang stehen; nach Verlauf dieser Zeit ist die Trübung der Flüssigkeit verschwunden, und ein Sediment entstanden, welches entweder flockig und klebrig ist, so dass es den Wänden des Gefässes anhaftet (dieses besteht meist aus albuminösem Stoff oder sog. Extractivstoffen), oder eine harzähnliche oder halbflüssige, zähe Masse darstellt (taurocholsaures oder choloidinsaures Alkali) oder aus mehr oder weniger grossen, mit blossen Auge wahrnehmbaren Büscheln wohl ausgebildeter Krystalle besteht, die entweder cholsaures oder glykocholsaures Natron sind. Bemerkenswerth ist, dass selbst die geringsten Mengen glykocholsauren Alkalis sich auf diese Weise noch krystallinisch ausscheiden (aus einer Lösung von ungefähr 0,07 grm. glykocholsaurem Natron in 150 grm. Alkohol erhielt ich durch Zusatz von 560 grm. Aether noch die schönsten Krystalle jenes Salzes). Immer müssen aber die erhaltenen Krystalle mikroskopisch oder wenigstens mit der Loupe untersucht werden, da auch manche andere Salze, z. B. essigsäures Natron, bei jener Behandlungsweise sich krystallinisch ausscheiden; bilden die Krystalle aber sechsseitige Säulen mit einer einzigen sehr schrägen Abstumpungsfläche, und giebt ihre wässrige Lösung die Gallenreaction, so ist an der Gegenwart der Glykocholsäure nicht zu zweifeln. Erhält man aber die Krystalle in syrupöser Masse eingehüllt oder nur die ersteren, so trennt man die Säure durch etwas Schwefelsäure von dem Alkali, extrahirt mit Aether, in welchem die gepaarten Cholsäuren, so wie die Choloidinsäure fast unlöslich sind; ist so die krystallisirbare Cholsäure oder Glykocholsäure isolirt, so kann man sich durch Kochen mit Kalilauge, die mit letzterer Ammoniak entwickelt, von der Anwesenheit oder Abwesenheit der einen oder andern überzeugen; übrigens bildet die Cholsäure mit Baryt ein krystallisirbares Salz, was der glykocholsaure Baryt nicht ist. Von der Choloidinsäure, die gleich der Glykocholsäure in Aether wenig löslich ist, kann letztere leicht durch ihre Krystallisirbarkeit und die Krystallisirbarkeit ihrer Salze aus alkoholisch-ätherischen Lösungen unterschieden werden; der glykocholsaure Baryt endlich ist zwar, gleich dem choloidinsauren, nicht krystallisirbar, unterscheidet sich aber von demselben durch seine Löslichkeit in Wasser. Die Unterscheidung der Glykocholsäure von der Taurocholsäure wird bei letzterer berücksichtigt werden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Diese Säure ist bisher in der Galle der meisten Thiere, ausser der der Schweine, gefunden worden. Indessen vermochte v. Gorup-Besanez¹⁾ dieselbe nicht mit Bestimmtheit in der Galle zweier

1) V. Gorup-Besanez, Prager Vierteljahrschr. Bd. 4. S. 86 ff.

enthaupteter Verbrecher nachweisen. Rücksichtlich ihres Vorkommens in andern Theilen und Säften des Thierkörpers gilt ziemlich dasselbe, was oben S. 122 von dem Vorkommen der Cholsäure gesagt worden ist. Wir treffen nämlich im Darmcanale, im Blute und in Exsudaten auf so geringe Mengen Gallenstoffe, dass diese früher meist gänzlich übersehen worden sind, und später nur durch die treffliche Pettenkofer'sche Probe sichtbar gemacht werden konnten. Neuerdings ist jedoch auch ermittelt worden, dass im Darmcanale durch Zersetzung der Galle Cholsäure und Cholidinsäure neben freiem Taurin gefunden wird (*Frerichs* und *Lehmann* s. d. 2. Th. »Darminhalt«). Im Blute, im Harn und in den Transsudaten sind diese stickstofflosen Säuren noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen worden, während deren Paarlingssäuren in denselben öfter unzweifelhaft vorkommen.

Kunde, einer meiner Schüler, hat in der Hydroceleflüssigkeit eines übrigens gesunden Menschen die Gegenwart von Gallenstoffen durch die Pettenkofer'sche Probe ganz entschieden nachgewiesen.

Ursprung. Wir haben in dem Obigen (S. 123) wahrscheinlich zu machen gesucht, dass die Cholsäure ihre wesentlichen Elemente aus den Fetten entnehme, ja dass sie vielleicht eine mit einem stickstofffreien Körper gepaarte Oelsäure sei. In der Glykocholsäure stossen wir aber wieder auf denselben stickstoffhaltigen Paarling, den wir bereits bei der Hippursäure kennen gelernt hatten. Dieser Paarling scheint demnach ein gewöhnliches Umsetzungsproduct stickstoffhaltiger Körper zu sein. Wir haben schon dort (S. 187) bemerkt, dass wir die nächste Quelle dieses dem Fumaramid isomeren Paarlings namhaft zu machen nicht im Stande sind.

Hyocholinsäure. $C_{54} H_{43} N O_{10} \cdot HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese von *Gundelach* und *Strecker*¹⁾ entdeckte und genauer untersuchte Säure bildet eine weisse, harzartige Masse, welche in Wasser bei 100° schmilzt und gleich der Cholidinsäure sich in lange Fäden ziehen lässt; vollkommen trocken schmilzt sie erst über 120°; nur wenig löst sie sich in Wasser, leicht in Alkohol, nicht in Aether; sie röthet Lackmus. Von kalter concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure wird sie unzersetzt aufgelöst; wird sie jedoch längere Zeit mit einer dieser beiden Säuren gekocht, so liefert sie, gleich der Glykocholsäure, Glycin und eine der Cholidinsäure ähnliche harzige Säure; mit concentrirter Schwefelsäure und Zucker oder Essigsäure giebt sie gleich den übrigen Gallensäuren eine purpurviolette Lösung; von Aetzkalilauge wird sie nur zersetzt, wenn diese so concentrirt ist, dass sie beim Erkalten

1) *Gundelach* und *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62, S. 205—232.

erstarrt; Digestion mit nicht allzu concentrirter Schwefelsäure und Bleihyperoxyd lässt sie unverändert; auch bei der Fäulniss der Galle scheint sie keine Zersetzung zu erleiden; mit rauchender Salpetersäure behandelt, liefert sie gleich der Choloidinsäure *Cholesterinsäure*, Buttersäure, Capronsäure u. s. w.; ebenso wird sie durch Chromsäure zerlegt.

Zusammensetzung. Nach *Gundelach* und *Strecker* kann diese Säure wasserfrei dargestellt werden, so dass sie also bei ihrer Verbindung mit Basen kein Wasser verliert; die genannten Forscher haben aus den Analysen der freien Säure sowohl als ihrer Salze die obige Formel abgeleitet, wornach die freie, wasserleere Säure bestehen würde aus:

Kohlenstoff	45 At.	70,28
Wasserstoff	43 „	9,33
Stickstoff	4 „	3,04
Sauerstoff	40 „	17,35.
		100,00 .

Sättigungscapacität = 1,735.

Diese Säure enthält 2 At. Kohlenstoff und 4 At. Wasserstoff mehr, aber 4 At. Sauerstoff weniger, als die Glykocholsäure; da sie aber bei der Behandlung mit concentrirten Mineralsäuren ebenfalls Glycin liefert, so ist die Hypothese wohl gestattet, dass auch in der Hyocholinsäure der glycinegebende, dem Fumaramid isomere Paarling enthalten sei, und jenes Plus von Kohlenstoff und Wasserstoff und Minus von Sauerstoff der stickstofflosen Säure zuzurechnen sei, so dass die rationelle Formel dieser Säure = $C_4 H_3 N O_2 \cdot C_{50} H_{40} O_8$ sein würde.

Da nun aber auch die Hyocholinsäure bei ihrer Zersetzung durch Salpetersäure dieselben flüchtigen Fettsäuren und Cholesterinsäure liefert, so könnte wohl die in der Hyocholinsäure enthaltene stickstofflose Säure eine der Cholsäure analoge Constitution haben (vergl. oben S. 124) und neben dem Atomencomplexe $C_{12} H_6 O_6$, welcher die Cholesterinsäure ($C_8 H_4 O_4$) liefert, anstatt der Oelsäure in der Cholsäure eine andere flüssige Fettsäure von der Formel: $C_n H_{n-2} O_2$ enthalten; diese lässt sich in der That auch herausrechnen, wenn wir vom Hydrat der stickstofflosen Hyocholoidinsäure das Atomenaggregat $C_{12} H_6 O_6$ abziehen; nämlich $C_{50} H_{40} O_8 - C_{12} H_6 O_6 = C_{38} H_{34} O_2$; die letztere Formel ist ganz die der oben (S. 84) erwähnten Döglingsäure.

Dass die zuletzt berührte Rechnung nur eine Fiction ist, versteht sich von selbst, allein wir glauben diese Fiction deshalb nicht ganz unerwähnt lassen zu dürfen, weil in ihr eine Anregung zu weiterer Forschung liegt, und wäre es nur die, zu untersuchen, ob im Fett der Schweine eine der Döglingsäure isomere oder mit ihr identische Säure vorkomme.

Verbindungen. Die *hyocholinsauren Alkalien* sind nicht krystallisirbar, in Wasser und Alkohol löslich, nicht in Aether, und werden daher aus alkoholischer Lösung durch Aether vollständig gefällt; schmecken bitter ohne allen süsslichen Beigeschmack, röthen Lackmus; gleich Seifen werden sie durch Alkalisalze aus ihren wässrigen Lösungen ausgeschieden, indem der Niederschlag die Basis des im Ueberschuss zugesetzten Salzes enthält; sie sind in der Hitze schmelzbar und entzündlich; mit

Baryt-, Kalk- und Talkerdesalzen geben sie weisse, im Kochen lösliche Niederschläge; ihre wässrige Lösung wird durch die meisten Metallsalze, nicht aber ihre alkoholische, gefällt; auf Zusatz einer Säure wird aus der wässrigen Lösung die Hyocholinsäure vollständig niedergeschlagen. Neutrales essigsaures Bleioxyd giebt einen weissen Niederschlag, der beim Kochen nicht zusammenbäckt.

Hyocholinsaures Kali, $\text{KO} \cdot \text{C}_{54} \text{H}_{43} \text{N O}_{10}$, ist im feuchten Zustande eine weisse, amorphe Masse, die im Wasserbade schmilzt und sich auflöst, so lange sie noch Wasser oder Weingeist enthält, trocken aber erst weit über 420° .

Hyocholinsaures Natron, $\text{NaO} \cdot \text{C}_{54} \text{H}_{43} \text{N O}_{10}$, bildet trocken eine bräunliche Masse, die sich zu schneeweissem Pulver zerreiben lässt, schmeckt anhaltend bitter ohne süssen Beigeschmack; seine Lösungen sind neutral und werden durch Kohlensäure nicht getrübt; wird aus alkoholischer Lösung durch Aether gefällt, aus wässriger durch Natronsalze, schmilzt beim Erhitzen, löst sich auf und verbrennt mit leuchtender, rusender Flamme.

Hyocholinsaures Ammoniak, $\text{H}_2 \text{N O} \cdot \text{C}_{54} \text{H}_{43} \text{N O}_{10}$, ist ein weisses, krystallinisches Pulver; seine Lösungen trüben sich beim Kochen und nehmen saure Reaction an; über Schwefelsäure lässt es sich ohne Ammoniakverlust trocknen.

Hyocholinsaurer Baryt, $\text{BaO} \cdot \text{C}_{54} \text{H}_{43} \text{N O}_{10}$, gelatinöser Körper, in kaltem Wasser wenig, leichter in heissem löslich, noch leichter in Weingeist.

Hyocholinsaurer Kalk, $\text{CaO} \cdot \text{C}_{54} \text{H}_{43} \text{N O}_{10}$, weiss, amorph, in Wasser etwas leichter als das Barytsalz löslich, wird aus der weingeistigen Lösung durch Wasser und auch durch Kohlensäure gefällt.

Hyocholinsaures Bleioxyd ist ein weisses Pulver, klebt weder beim Kochen mit Wasser, noch beim Trocknen zusammen, löst sich ein wenig in Wasser, leicht in Weingeist, aus welchem es durch Aether wie alle übrigen Salze gefällt wird; die alkoholische Lösung bläut rothes Lackmus.

Hyocholinsaures Silberoxyd, $\text{AgO} \cdot \text{C}_{54} \text{H}_{43} \text{N}_2 \text{O}_{10}$, gallertartiger, beim Kochen flockig werdender Niederschlag, löst sich leicht in Weingeist, schwer in kaltem, etwas mehr in heissem Wasser.

Darstellung. Der Niederschlag, welchen Glaubersalzlösung in frischer Schweinsgalle hervorbringt, wird in absolutem Alkohol gelöst, durch etwas Thierkohle entfärbt, und durch Aether aus der alkoholischen Lösung das Natronsalz der Säure gefällt; dieses wird durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt, der Niederschlag in Alkohol gelöst und daraus durch Wasser die Säure präcipitirt.

Prüfung. Diese Säure würde nur mit der Glykocholsäure und der Choloidinsäure verwechselt werden können; von ersterer ist sie jedoch leicht zu unterscheiden, da weder sie selbst noch ihre Salze aus alkoholischer Lösung durch Aether krystallisirt erhalten werden können. Von der Choloidinsäure ist sie schwieriger zu unterscheiden, da besonders ihr Stickstoffgehalt ohne Elementaranalyse schwierig nachzuweisen ist und die Behandlung mit concentrirter Salzsäure zu wenig Glycin giebt, um dieses mit Sicherheit (wenn nämlich nicht sehr viel Untersuchungsmaterial vorlag) zu erkennen. Einigermassen charakteristisch ist, dass das Bleisalz der Hyocholinsäure weder beim Trocknen noch beim Kochen mit Wasser zusammenbäckt, was bei dem der Glykocholsäure in hohem Grade

der Fall ist; andre Unterschiede sind meist nur graduell, so dass sie zur Unterscheidung geringer Mengen von jenen Säuren nicht anwendbar sind.

Physiologisches Verhalten.

Diese Säure ist bis jetzt nur in der *Schweinsgalle*, gebunden an Kali, Natron und etwas Ammoniak, gefunden worden. Im Betreff ihres Ursprungs und ihres Nutzens gilt ganz dasselbe, was oben über den der Glykocholsäure bemerkt worden ist.

Taurocholsäure.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure, welche auch *Choleinsäure* und früher *Bilin* genannt worden ist, hat noch nicht völlig rein (d. h. frei von Glykocholsäure) dargestellt werden können; sie ist nicht zum Krystallisiren zu bringen, löst sich leichter in Wasser als Glykocholsäure, hat aber weit schwächer saure Eigenschaften als diese; sie löst Fette, Fettsäuren und Cholesterin in grosser Menge auf und ist auch die Ursache, dass die Glykocholsäure nicht durch Essigsäure oder Mineralsäuren aus der frischen Rindsgalle gefällt wird. Beim Stehen an der Luft, so wie beim Verdampfen der Lösung der freien Säure zersetzt sich dieselbe. Beim Kochen mit Mineralsäuren zerfällt sie in Taurin und Cholidinsäure, mit Alkalien aber gekocht in Taurin und Cholsäure; mit Schwefelsäure und Zucker giebt sie dieselbe Reaction, wie die andern wesentlichen Säuren der Galle. Durch die Eigenschaften ihrer Salze zeichnet sie sich jedoch sehr von allen andern Gallensäuren aus.

Zusammensetzung. Da diese Säure gleich der Glykocholsäure durch Mineralsäuren ebensowohl als durch Alkalien in Cholidinsäure oder Cholsäure zerfällt, aber anstatt des Glycins Taurin liefert, so schliesst *Strecker*¹⁾, dem wir eigentlich erst die nähere Kenntniss dieser Säure verdanken, gewiss mit Recht, dass diese Säure eine der Glykocholsäure vollkommen analoge Zusammensetzung habe, nur mit dem Unterschiede, dass der Paarling dieser Säure Taurin sei. Er nimmt daher, indem er von der Formel des Taurins 4 At. Wasser abzieht, dieser Säure empirische Formel = $C_{52} H_{45} N S_2 O_{14}$ und die rationelle = $C_4 H_6 N S_2 O_6 \cdot C_{48} H_{39} O_8$. Wir müssen also auch hier wohl sagen, die Taurocholsäure enthalte einen schwefelreichen Paarling, der bei seiner Trennung von der Cholsäure sich in das uns bekannte Taurin (vergl. S. 176) umwandle. Durch die Elementaranalysen übrigens reiner Gemenge von glykocholsauren und taurocholsauren Alkalien, wie sie unmittelbar aus frischer Galle erhalten werden können, hat *Strecker* seine Ansicht von der Constitution

1) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 46, S. 48—61.

dieser Säure noch weiter bewiesen. Die reine Taurocholsäure müsste darnach = 6,243% Schwefel enthalten, ihr Atomgewicht = 6437,5 und ihre Sättigungscapacität = 4,553 sein.

Verbindungen. Die *Alkalisalze* der Taurocholsäure sind in Wasser und Alkohol leicht löslich, in Aether völlig unlöslich, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, ziehen an der Luft Wasser an, zerfliessen aber nicht; längere Zeit mit Aether in Berührung werden sie krystallinisch; ihre wässrigen Lösungen schmecken süß, mit bitterem Nachgeschmack, sie können ohne Zersetzung verdunstet werden; auch beim Stehen an der Luft verändern sie sich nicht, sobald sie rein sind; beim Erhitzen schmelzen sie und verbrennen mit leuchtender, rusender Flamme; aus ihrer alkoholischen Lösung scheidet Kohlensäure nichts ab; ihre wässrige Lösung wird durch Säuren nicht gefällt; durch concentrirte alkalische Lösungen werden sie aus ihren wässrigen Lösungen gefällt, aber nicht durch schwefelsaure und salzsaure Alkalien (wie die hyocholinsäuren Alkalien); durch Baryt-, Kalk- und Talkerdesalze werden sie selbst auf Zusatz von Ammoniak nicht präcipitirt, und ebensowenig durch neutrales essigsaures Bleioxyd; mit basisch essigsaurem Bleioxyd scheiden sie aber eine in kochendem Wasser, besser aber noch in kochendem Alkohol lösliche, pflasterartige Masse aus, welche auch von überschüssigem Bleiessig gelöst wird. Salpetersaures Silberoxyd präcipitirt selbst auf Ammoniakzusatz die taurocholsäuren Salze nicht, ebensowenig Quecksilberchlorid, wohl aber salpetersaures Quecksilberoxydul und Zinnchlorür. Stickstoffhaltige Substanzen, namentlich Schleim, leiten in der Lösung der taurocholsäuren Alkalien einen Zersetzungsprocess ein, dessen Bestehen leicht daran erkannt wird, dass die Lösungen durch verdünnte Säuren gefällt werden; es bilden sich hierbei neben Taurin cholsäure oder choloidinsäure Alkalien und vielleicht Verbindungen derselben mit noch unzersetzter Taurocholsäure. In den wässrigen Lösungen reiner taurocholsäurer Alkalien nimmt man jedoch solche Zersetzungen nicht wahr.

Darstellung. Es ist bereits bemerkt, dass diese Säure noch nicht in völliger Reinheit hat dargestellt werden können. Um sie möglichst rein von der sie, so weit bekannt, immer begleitenden Glykocholsäure zu erhalten, entferne man aus gereinigter Rindsgalle zunächst durch neutrales essigsaures Bleioxyd den grössten Theil der Glykocholsäure und der Fettsäuren, und präcipitire dann durch basisch essigsaures Bleioxyd, dem man noch etwas Ammoniak zufügen kann; hierauf zerlege man das Präcipitat mit kohlen-saurem Natron, und extrahire den festen Rückstand der filtrirten Flüssigkeit mit Alkohol; aus der alkoholischen Lösung wird nun durch die ersten Portionen zugesetzten Aethers ein ziemlich reines taurocholsäures Natron niedergeschlagen in Form einer harzigen, halbflüssigen, gelben Masse. Löst man diese in einer geringen Menge Wasser, fällt anfangs durch essigsaures Silberoxyd alles Fällbare aus, präcipitirt die vom Silberniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit mit basisch essigsaurem Bleioxyd, und zersetzt den mit etwas Wasser möglichst vertheilten Nieder-

schlag durch Schwefelwasserstoff, so erhält man die Taurocholsäure nach dem Verdunsten im Vacuo ziemlich rein.

Prüfung. So viel Unterschiede sich namentlich in den Reactionen der Salze zwischen der Glykocholsäure und Taurocholsäure darbieten, so kann doch bei der Untersuchung von Objecten, die nur wenig jener Stoffe enthalten, auf jene kein grosses Gewicht gelegt werden. Ist Material genug vorhanden, so wird man aus dem alkoholischen Extracte die Säuren ganz mit denselben Cautelen darzustellen haben, wie wir sie in dem Obigen bei der einen und bei der andern Säure nachgewiesen haben; man wird schon aus dem Verhältniss des Bleizuckerniederschlags zu dem Bleiessigniederschlage auf die proportionalen Mengen beider Säuren schliessen und sich dann durch die Behandlung der alkoholischen Lösung der Natronsalze mit Aether über jene vergewissern können; ja man würde alsdann immer noch das Mittel übrig haben, sich auf das bestimmteste von der Gegenwart der Taurocholsäure durch Herstellung des Taurins zu überzeugen; letzteres könnte, selbst wenn auch nur sehr geringe Mengen davon erhalten würden, doch mit grosser Sicherheit noch durch die krystallometrische Untersuchung unter dem Mikroskop erkannt werden. Leider sind aber, wenn man es nicht direct mit Galle zu thun hat, die Mengen der Taurocholsäure so gering, dass sie auf die angeführte Weise oder durch ihr Verhalten gegen salpetersaures Silberoxyd und andre Metallsalze keineswegs sicher unterschieden und nachgewiesen werden kann. Dann bleibt nichts übrig, als der Versuch, den Schwefelgehalt nachzuweisen; hat man sich nämlich durch die Pettenkofer'sche Probe überzeugt, dass überhaupt Gallensubstanz in dem Untersuchungsobjecte vorhanden ist, so zieht man das spirituöse Extract noch mit kaltem absoluten Alkohol aus, concentrirt die Lösung stark und fügt dann Aether hinzu; das durch letzteren entstandene Präcipitat (welches keine andre bekannte schwefelhaltige Substanz enthalten kann) wird mit schwefelsäurefreiem Aetzkali und salpetersaurem Kali zusammengeschmolzen und so verbrannt; findet man im Glühungsrückstande Schwefelsäure, so ist die Gegenwart der Taurocholsäure mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen.

Leider aber können wir solche Substanzen, in denen geringe Mengen von Taurocholsäure aufzusuchen von Interesse ist, meist nicht im völlig frischen Zustande erhalten, und es hat sich dann die geringe Menge Taurocholsäure, wenn überhaupt solche ursprünglich da war, bereits zersetzt. Man kann nun, wenn man dieses muthmaasst und im alkoholischen Extracte bereits durch die Pettenkofer'sche Probe Gallenreste gefunden hat, hoffen, im wässrigen Extracte Taurin aufzufinden; allein dasselbe ist hier in zu geringer Menge und oft so untermischt mit andern Substanzen enthalten, dass sein Nachweis auch unter dem Mikroskop äusserst schwierig ist. Auf den Schwefelgehalt ist im wässrigen Extracte nicht zu untersuchen, theils wegen Gegenwart schwefelsaurer Salze, theils wegen andrer eingemengter schwefelhaltiger organischer Körper.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Aus den von *Bensch*¹⁾ und Andern gemachten Schwefelbestimmungen ist zu schliessen, dass ausser in der Rindsgalle auch in der des Fuchses, Bären, Hammels, Hundes, Wolfs, der Ziege, einiger Vögel und Süsswasserfische die Taurocholsäure vorkomme; in der der Frösche ist sie von *Kunde* und *mir* gefunden worden; dass sie auch in der *Menschengalle* enthalten sei, ist kaum zu bezweifeln, da sich aus dieser Taurin darstellen lässt, wie *Gorup-Besanez* zuerst genauer darge-
 than hat. Nach den Zahlenresultaten zu urtheilen, welche *Schlieper*²⁾ durch die Analyse der gereinigten Galle einer Boa Anaconda erhalten hat, möchte man fast glauben, dass die Leber dieser Schlange nur Taurocholsäure und keine andre der bekannten Gallensäuren excernire. Dass aber diese Säure in der Schweinsgalle fast ganz fehle, ist schon oben (nach *Strecker*) bemerkt worden.

In andern thierischen Flüssigkeiten ist die Taurocholsäure als solche nur im ikterischen Harn und zwar von mir jüngst zweimal, so wie auch von *Schottin* gefunden worden.

Ursprung. Ueber die Entstehung der Taurocholsäure bleibt uns hier nur wenig zu sagen übrig; da von dieser dasselbe gilt, was wir bereits von der Bildung der Cholsäure (S. 423), der des Taurins (S. 478) und der Glykocholsäure (S. 244) gesagt haben. Da wir dieselbe noch nicht im Blute gefunden haben, so ist von chemischer Seite her nicht zu entscheiden, ob sie erst in der Leber aus ihren nächsten Bestandtheilen gebildet werde oder schon aus der allgemeinen Metamorphose stickstoffreicher und stickstoffhaltiger Thiersubstanzen hervorgehe.

Nutzen. Alle die im Vorhergehenden beschriebenen gepaarten Säuren der Galle werden im Darmcanale grösstentheils ihrer Paarlinge entbunden, und die harzigen Säuren selbst zum grössten Theil zersetzt und resorbirt. Zu untersuchen, welche Zwecke speciell eine jede der genannten Säuren zu erfüllen habe, darauf müssen wir chemischer Seits vorläufig verzichten.

Die Erörterung der physiologischen Verhältnisse, aus denen wir auf die Wichtigkeit der Gallenabsonderung für den thierischen Stoffwechsel und das animalische Leben überhaupt schliessen, gehört unter Berücksichtigung der hier gewonnenen chemischen Unterlagen in den zweiten Theil dieses Werks.

Lungensäure.

Diese noch wenig untersuchte Säure ward von *Verdeil*³⁾ in dem Gewebe der Lunge entdeckt. Das zerhackte Lungengewebe wird mit Wasser angerührt und aus-

1) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 494—203.

2) *Schlieper*, ebendas. Bd. 60, S. 409—442.

3) *Verdeil*, Compt. rend. T. 33. p. 604.

gepresst, die abgelaufene saure Flüssigkeit wird zur Coagulation des Albumins erhitzt, filtrirt, mit Barytwasser neutralisirt und bis auf $\frac{1}{4}$ ihres Volumens eingedampft. Nachdem nun durch schwefelsaures Kupferoxyd albuminöse und einige andere Materien entfernt sind, wird der Ueberschuss des Kupfers durch Schwefelbaryum entfernt; hierauf dampft man ein, bis sich Krystalle von schwefelsaurem Natron bilden, setzt etwas Schwefelsäure zu und kocht mit Alkohol aus; aus der Lösung in letzterem scheidet sich die Säure allmählig beim Erkalten ab. Diese Säure krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen (P. T. S. F. 3), ist ausserordentlich glänzend und stark lichtbrechend, verliert bei 100° kein Krystallwasser, bei höherer Temperatur zersetzt sie sich; sie ist leicht löslich in Wasser, unlöslich in kaltem Alkohol, löslich in siedendem, nicht in Aether, bildet mit Basen krystallisirbare Salze und soll ausser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch Stickstoff und Schwefel enthalten.

Halidbasen und Halidsalze.

Wir haben in der eben betrachteten Reihe organischer Säuren eine Anzahl Körper kennen gelernt, welche gegen die gewöhnlich geltend gemachte Regel der Chemie sich mit Säuren verbinden, ohne diesen ihre wesentlichsten chemischen Eigenschaften zu entziehen. Es giebt aber auch eine Reihe von Stoffen, welche mit organischen und mineralischen Säuren sich so verbinden können, dass sie deren Acidität vollkommen aufheben, und, ohne ihrer Stickstofflosigkeit wegen den Alkaloiden beigezählt werden zu können, mit jenen Säuren wahrhafte Salze und zwar ebensowohl neutrale als saure bilden können. Diese Art Salze hat man zwar in neuerer Zeit, indem man den Begriff der Paarung übermässig weit fasste, auch den gepaarten Verbindungen beizählen wollen (*Gerhardt* und *Laurent*¹⁾, so wie *Strecker*²⁾): allein eben die Eigenschaft dieser stickstofflosen Basen, die stärksten mineralischen und organischen Säuren vollkommen sättigen zu können, scheint uns doch ein sehr dringlicher Grund, diese Körper von den eigentlichen Paarlingsstoffen und deren neutrale, so wie saure Verbindung mit Säuren von den eigentlichen gepaarten Säuren wenigstens vorläufig noch zu trennen. *Berzelius*³⁾ hat diese salzartigen Verbindungen von Säuren mit stickstofflosen Körpern *Halide* genannt.

Diese Oxyde von Kohlenwasserstoffradicalen sind allerdings in ihrem isolirten Zustande so verschieden von den bekannten Mineralbasen und organischen Alkaloiden und zeigen so schwach basische Eigenschaften, dass man ihren basischen Charakter lange Zeit hindurch gänzlich verkannt

¹⁾ *Gerhardt* und *Laurent*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér., T. 24, p. 463—208.

²⁾ *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68, S. 47—55.

³⁾ *Berzelius*, Jahresber. 27, S. 425.

hat. Sie lassen sich nur schwierig mit Säuren oder Wasser verbinden. Schon ihre Hydrate zeigen ein so von den wasserfreien Oxyden verschiedenes Verhalten, dass man sie früher für ganz verschiedene Körper angesehen und deshalb Aether von Alkohol, Amyloxyd von Fuselöl und Methyloxyd von Holzgeist sorgfältig unterschieden hat. Diese Hydrate können übrigens nur schwierig von ihrem Hydratwasser befreit werden. Ebenso lassen auch ihre Verbindungen mit Säuren, obgleich die meisten völlig neutral sind, ihren Charakter als Salze nur schwierig erkennen, und deshalb werden den meisten solcher Salze noch Trivialnamen wie *Naphten*, *Fette* u. dergl. beigelegt.

Wie bereits erwähnt, bilden die Halidbasen mit Säuren sowohl neutrale als saure Salze; in den ersteren ist die Acidität der stärkern Säuren meist weit vollständiger neutralisirt, als in den Salzen der stickstoffhaltigen Alkaloyde; denn die neutralen Salze der Halidbasen sind (mit wenigen Ausnahmen) z. B. ohne alle Reaction auf Lackmus; sie unterscheiden sich aber wesentlich von den Salzen fast aller andern bekannten Basen dadurch, dass sie nicht so leicht durch einfache oder doppelte Wahlverwandtschaft von ihren Säuren getrennt werden können. Die Zersetzung der Halide wird weder durch stärkere Säuren, noch durch stärkere Basen sogleich erzielt, sondern es bedarf längerer Zeit und dauernder Einwirkung von Wärme, um sie in ihre näheren Bestandtheile zu zerlegen, als wir sonst bei den gewöhnlichern Salzen nöthig zu finden gewohnt sind. Bei solchen Trennungen tritt übrigens constant der Umstand ein, dass die Basis während ihres Freiwerdens Wasser bindet und so als Hydrat (nicht als Aethyloxyd, sondern als Alkohol, nicht als Methyloxyd, sondern als Holzgeist, nicht als Lipyloxyd, sondern als Glycerin) ausgeschieden wird. Umgekehrt scheiden die Halidbasen auch bei ihrer Vereinigung mit Säuren alles Wasser aus, so dass sie stets vollkommen wasserfreie Salze darstellen, eine Erfahrung, die man bekanntlich längst benutzt hat, um die Zusammensetzung der organischen Säuren im wasserfreien Zustande kennen zu lernen (man analysirte die Verbindungen solcher Säuren mit Aethyloxyd oder Methyloxyd).

Sehr irren würde man, wollte man etwa aus dem eigenthümlichen Verhalten der Halide schliessen, dass diese Anschauungsweise nur eine unnatürliche Einzwängung in das einmal concipirte System sei, und dass die organischen Körper überhaupt nach ganz andern Principien constituirt seien als die Mineralkörper: allein gerade die aus den rein anorganischen Verbindungen abgeleiteten, chemischen Gesetze finden auch auf diese zusammengesetzten organischen Stoffe ihre vollste Anwendung; ist es doch die anorganische Chemie, welche uns lehrt, dass, je geringer die chemische Anziehungskraft zwischen zwei Stoffen ist, diese desto schwieriger mit einander verbunden werden können, aber einmal verbunden oft auch den kräftigsten zersetzenden Agentien widerstehen; wir erinnern beispielsweise nur an das Verhalten der Kieselsäure und Phosphorsäure zur Alaunerde oder Zirkonerde. Ein Naturgesetz duldet keine Ausnahme, und

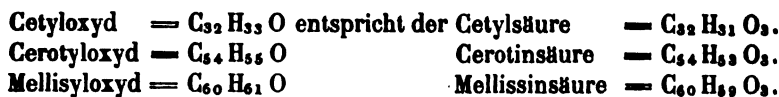
sind die den Forschungen in der anorganischen Chemie entsprungenen Principien wirklich Naturgesetze, so müssen sie auch in vollster Ausdehnung auf die organisch-chemischen Verbindungen angewendet werden.

Die sauren Salze der Halidbasen wurden ebenfalls lange Zeit hindurch nicht als solche erkannt, man sah sie als besondere Säuren an, ja man wurde durch ihre Betrachtung zum Theil mit zur Annahme der copulirten Säuren und der Paarung überhaupt geführt: allein es findet ein wesentlicher Unterschied zwischen einem sauren Halidsalze und einer copulirten Säure statt. Wir sahen oben, dass in den gepaarten Säuren die eigentliche Säure nichts von ihrer Sättigungscapacität verloren hat, während in diesen sauren Haliden immer die Hälfte der Säure durch die Halidbasis gesättigt ist; wir können also z. B. die Weinschwefelsäure unmöglich als eine gepaarte Säure betrachten, da die in ihr enthaltene Schwefelsäure nur zur Hälfte noch im Stande ist, Basis zu sättigen, gleich wie im doppeltschwefelsauren Kali nur die Hälfte der darin enthaltenen Säure noch Basis zu sättigen vermag. Leider zählt man noch heute trotz dieses sehr prägnanten Unterschiedes viele sauren Halidsalze zu den gepaarten Säuren.

Auch diese sauren Salze unterscheiden sich von den sonst bekannten sauren Salzen anderer Basen durch die Schwierigkeit, mit welcher die eigentliche Basis aus ihnen abgeschieden wird; ja die Trennung ist hier meist noch schwieriger durch starke Verwandtschaften zu bewerkstelligen, als bei den neutralen Halidsalzen. Die sauren Halide haben aber sehr viele Eigenschaften mit einander gemein; sie sind entweder fest und krystallisirbar oder tropfbarflüssig und enthalten stets, gleich den meisten sauren Salzen der Mineralchemie, 4 At. Wasser, von welchem sie ohne gänzliche Zersetzung nicht getrennt werden können, ausser durch eine Basis; möge ferner Säure und Basis noch so flüchtig sein, so können diese sauren Salze doch nicht unzersetzt destillirt oder sublimirt werden; ferner ist es bemerkenswerth, dass ihre Verbindungen mit Basen fast ohne Ausnahme in Wasser löslich sind, gäbe auch die betreffende Säure für sich mit einer Basis ein noch so unlösliches Salz (wir erinnern an schwefelsauren Aethyloxyd-Baryt).

Zu den Halidbasen gehört eine Reihe homologer Körper, welche für die theoretische Chemie von hohem Interesse sind, von denen aber nur wenige in das Bereich der Zoochemie fallen; dies sind die bereits oben (S. 38) berührten Körper von der generellen Formel: $C_n H_{n+1} O$, welche in einer bestimmten Beziehung zu den Säuren der ersten Gruppe stehen. Wir stellen die Formeln der hierher gehörigen Halidbasen und der ihnen entsprechenden flüchtigen Säuren in Folgendem zusammen:

Methyloxyd = $C_2 H_3 O$	entspricht der Ameisensäure = $C_2 H O_2$.
Aethyloxyd = $C_4 H_5 O$	Essigsäure = $C_4 H_3 O_2$.
Propyloxyd = $C_6 H_7 O$	Metacetonsäure = $C_6 H_5 O_2$.
Valyloxyd = $C_8 H_9 O$	Buttersäure = $C_8 H_7 O_2$.
Amyloxyd = $C_{10} H_{11} O$	Baldriansäure = $C_{10} H_9 O_2$.



Man kennt in der Chemie noch andere minder vollständige Reihen solcher Oxyde von Kohlenwasserstoffen, doch ist keine von allen diesen Basen wichtiger für die Zoochemie, als das *Lipyoxyd*, welches mit den Fettsäuren verbunden die dem thierischen Leben so bedeutsamen Fette bildet. Ausser dem Lipyoxyd ziehen wir hier nur die drei letzten der oben genannten Halidbasen in Betracht, insofern diese in thierischen Organismen gefunden oder als Ausscheidungsproducte solcher bekannt sind.

Cetyloxydhydrat. C₃₂ H₃₃ O . HO.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser von seinem Entdecker, *Dumas*, früher *Aethyl* genannte Körper bildet weisse, feste, krystallinische Blätter, schmilzt gegen 50° und erstarrt bei 48°, verdampft leicht für sich oder mit Wasserdämpfen beim Erhitzen, ist ohne Geruch und Geschmack, löst sich nicht in Wasser, in heissem Alkohol und Aether aber fast in jedem Verhältnisse, wirkt nicht auf Pflanzenfarben, verbrennt entzündet wie Wachs. Mit Salpetersäure erhitzt, wird er zersetzt; mit Kalihydrat auf 220° erhitzt, wird er in Cetylsäure (s. S. 69) umgewandelt (C₃₂ H₃₃ O + 2HO + KO = 4H + KO . C₃₂ H₃₁ O₃). Mit concentrirter Schwefelsäure erwärmt bildet er ein saures Halidsalz.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach, die aus *Dumas'* und *Peligo's* Analysen¹⁾ berechnet wurde, besteht dieser Körper aus

Kohlenstoff	32 At.	79,339
Wasserstoff	33 „	13,636
Sauerstoff	4 „	3,306
Wasser	4 „	3,719
		400,000

Viel Schwierigkeit hat die Darstellung des wasserfreien Cetyloxyds oder des Cetyläthers gemacht, = C₃₂ H₃₁ O₃; erst in neuester Zeit ist es *Fridau*² unter *Gottlieb's* Leitung gelungen, dasselbe aus Cetylnatrium und Jodcetyl darzustellen. (Bei der Behandlung von Jodcetyl mit Bleioxyd, Quecksilberoxyd und Silberoxyd bildet sich z. B. immer das Hydrat, aber nicht der Aether). Es bildet glänzende Blättchen, in kochendem Alkohol und Aether löslich, schmilzt nahe bei 55°, erstarrt zwischen 53 und 54° zu graustrahliger Masse, wird durch Salpetersäure oder Salzsäure selbst

¹⁾ *Dumas* und *Peligo*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 72, p. 5.

²⁾ *Fridau*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 4—28.

im Kochen nicht verändert, von concentrirter Schwefelsäure wird es dagegen zerstört; nahe bei 300° ist es unverändert destillirbar.

Verbindungen. Cetylchlorür, $C_{32}H_{72}Cl$, bildet sich nach *Dumas* und *Péligot* aus gleichen Theilen Cetyloxydhydrat und Phosphorchlorid (PCl_5); es ist ein öartiges Liquidum, unzersetzt destillirbar.

Cetylbro mür, $C_{32}H_{72}Br$, bildet sich nach *Fridau*, wenn in schmelzendes Oxydhydrat allmählig erst Phosphor und dann Brom eingetragen und im Wasserbade fortwährend erwärmt wird; es ist ein weisser, fester Körper, schmilzt bei + 45°, ist geschmolzen öartig, schwerer als Wasser, nicht flüchtig.

Cetyliodür, $C_{32}H_{72}I$, (*Fridau*) wird ähnlich wie das Bromür dargestellt; ein fester, weisser, krystallisirbarer Körper, unlöslich in Wasser, sehr leicht löslich in Aether, leichter in kochendem als kaltem Alkohol; schmilzt bei 22°; verbrennt entzündet mit rusender Flamme unter Abscheidung von Joddämpfen; es ist nicht destillirbar.

Cetylsulphür, $C_{32}H_{72}S$, entsteht durch Einwirkung einer weingeistigen Lösung von Einfachschwefelkalium auf Cetylchlorür (*Fridau*); es krystallisirt in silberglänzenden Blättchen, schmilzt bei 57,5 und erstarrt bei 54° zu einer blättrig strahligen Masse, leicht löslich in Aether, weniger in kochendem Alkohol, kaum in kaltem.

Cetylsulphhydrat, $C_{32}H_{72}S.HS$, aus Kaliumsulphhydrat und Cetylchlorür dargestellt (*Fridau*), ist dem Sulphür sehr ähnlich, schmilzt aber schon bei 50,5 und erstarrt unter 44° zu einer verworren krystallinischen Masse. Auf Quecksilberoxyd wirkt dieser Körper nicht ein.

Cetylnatrium entsteht durch Einwirkung von Natrium auf Aethyl, bildet mit Natron verunreinigt einen gelblichgrauen Körper, der bei 400° zu schmelzen beginnt, bei 440° aber erst klar geschmolzen ist.

Ceten, $C_{32}H_{72}$, entsteht durch Zersetzung des Cetyloxydhydrats mittelst wasserfreier Phosphorsäure; farblose, öartige Flüssigkeit, macht auf Papier Fettflecke, unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether, lässt sich entzünden und verbrennt mit rusender Flamme, siedet bei 275°, spec. Gewicht des Dampfes = 8,007.

Saures schwefelsaures Cetyloxyd ist im isolirten Zustande wenig bekannt, nur seine Verbindung mit Kali = $C_{32}H_{72}O.SO_3 + KO.SO_3$, ist in dünnen, perlmutterglänzenden Blättchen erhalten worden.

Cetylsaures Cetyloxyd, $C_{32}H_{72}O.C_{32}H_{72}O_3$ (*Smith*¹) findet sich unter dem Namen *Cetin* oder *Wallrathfett* bereits gebildet vor, hauptsächlich in der Schädelhöhle, aber auch im Fett anderer Theile des Physeter makrokephalus. Es wird aus dem sg. Wallrath durch Umkrystallisiren desselben aus heissem Weingeist von 0,846 spec. Gewicht erhalten; krystallisirt in perlmutterglänzenden, weissen, geruch- und geschmacklosen Blättchen, schmilzt bei 49° und erstarrt beim Erkalten krystallinisch; bei 360° verflüchtigt es sich ohne Zersetzung, löst sich in 40 Th. siedendem Weingeist von 0,821 spec. Gewichte, leichter in wasserfreiem Alkohol und Aether; giebt bei der trocknen Destillation keine Brenzölsäure und bei der Digestion mit Salpetersäure wohl Adipinsäure, aber keine Korksäure; durch Erhitzen mit Kalihydrat zerfällt es in Cetyloxydhydrat und Cetylsäure.

Darstellung. Um das Cetyloxydhydrat darzustellen wird zu ge-

1) *Smith*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42, S. 40—54.

schmolzenem Wallrath pulverisirtes Kalihydrat unter beständigem Umrühren zugesetzt; ist die Masse fest geworden, so setzt man Wasser zu und zersetzt die gebildeten Seifen durch verdünnte heisse Salzsäure; nachdem die ölige Schicht zur vollkommnen Zersetzung des Cetins nochmals mit Aetzkali geschmolzen und durch Salzsäure zerlegt worden ist, wird das Gemeng von Cetylsäure und Cetyloxyd mit Kalkmilch digerirt und verdunstet; aus dem Gemeng von cetylsaurem Kalk und Cetyloxydhydrat zieht kalter Alkohol nur das letztere aus.

Prüfung. Zur sichern Erkennung dieser Substanz wird man ohne Anstellung einer Elementaranalyse nicht füglich gelangen können.

Physiologisches Verhalten.

Isolirt ist das Cetyloxydhydrat noch nicht gefunden worden: der Wallrath findet sich aber in mehrern Theilen des Kachelots mit gewöhnlichem Fett gemengt; in grösster Menge aber im Kopfe, namentlich ausserhalb der eigentlichen Schädelhöhle in einer grossen Aushöhlung des Oberkiefers beider Seiten, zwischen welchen die Nasenlöcher des Thiers hindurchgehen; nach *Hunter*¹⁾ ist der Wallrath in einzelnen kleinen ligamentösen Zellen eingeschlossen und sind diese wieder von einer fasrigen Haut umgeben. Ueber Entstehung und Nutzen dieser Substanz lässt sich nur das glauben, was wir im Allgemeinen über die Fette wissen.

Das *Döglingsoxyd* von *Scharling* ist ein noch zu hypothetischer Körper, als dass wir denselben bereits den Halidbasen anreihen könnten. Vergleiche oben S. 84.

Cerotyloxyd. $C_{34} H_{55} O$.

Diese Atomengruppe ist nur in ihrer Verbindung mit Wasser als Cerotyloxydhydrat, Cerotin, $C_{34} H_{55} O \cdot HO$, bekannt. Dieser Körper ist ähnlich dem Aethyl ein Verseifungsproduct des Wachses und wird besonders aus chinesischem Wachs gewonnen, welches fast nur aus cerotinsäurem Cerotyloxyd besteht. Wird letzteres mit Kali geschmolzen, so löst sich die fragliche Halidbasis in der gebildeten Seife (cerotinsäurem Kali) auf; wird die Seife mit Chlorbaryum versetzt, so fällt cerotinsaurer Baryt, gemengt mit dieser Substanz, nieder; durch Aether wird aus dem Gemeng das Cerotyloxydhydrat ausgezogen.

Das Cerotyloxydhydrat ist dem Wachs ganz ähnlich, schmilzt ungefähr bei 79° ; durch Kalikalk wird diese Substanz unter Wasserstoffentwicklung in Cerotinsäure verwandelt; mit Schwefelsäure geht es eine salzartige Verbindung ein $= C_{34} H_{55} O \cdot HO \cdot SO_2$; durch Chlorgas wird es unter Bildung von Chlorwasserstoff in Chlorcerotinsäure, $C_{34} H_{52} Cl_2 O_4$ verwandelt.

Ceroten, $C_{34} H_{54}$ (identisch mit Paraffin?), bildet sich bei der trocknen Destillation des chinesischen Wachses: ein fettglänzender, fester, krystallinischer Körper, welcher bei 57° schmilzt.

1) *Hunter*, Phil. transact. V. 77, p. 890.

im Kochen nicht verändert, gegen zerstört; nahe bei 300°

Verbindungen. Cetyl Peligot aus gleichen Theilen ein ölarziges Liquidum, unzer-

Cetylbromür, C₂₂H₄₅Br Oxyhydrat allmählig erst in bade fortwährend erwärmt + 45°, ist geschmolzen als

Cetyliodür, C₂₂H₄₅I ein fester, weisser, krystallin in Aether, leichter in kaltem entzündet mit rusender Flamme destillirbar.

Cetylsulphür Lösung von Einfachschwefel berglänzenden Blätterstrahligen Masse, leuchtend in kaltem.

Cetylsulphid dargestellt (Fridau) und erstarrt unter Wasser. Oxyd wirkt dieser K

Cetylnatrium mit Natron verunreinigt, bei 440° ab-

Ceten, C₂₂H₄₄ wasserfreier Phosphor-flecke, unlöslich in Wasser, verbrennt mit blauer Flamme = 8,007.

Saures Cetyl kann, nur sein perlmutterglän-

Cetylsäure det sich unter Wasser hauptsächlich Physeter makrokrystallinisch d. 40 Th. siedet bei freiem Alkali Brenzölsäure aber kein Oxyhydr.

Dar

1) Sv

H₂O.

largers. Melissin, C₆₀H₆₁O. HO. welches, welchen man bisher Myricin mittelst concentrirter Kalihydrat bade hier durch Schmelzen mit Kalihydrat bade welche zugleich die genannte Substanz zieht Aether das Melissin aus. aber bei 85°.

C₂₂H₄₅O.

Fette oder fetten Oele mit einem alkalischen Erde, mit Talkerde wird das Fett, ohne Aufnahme von Wasserstoff, in eine oder mehrere Fettstüuren, zu Seife verbinden, und einen eigenen zerlegt. Vergleicht man das Gewichtsproducte mit dem des angewendeten Gewichts Zunahme stattgefunden hat, die Aufnahme von Wasser herrührt.

Prozesses zu erklären, hat man angenommen, dass die Verbindungen seien: Glycerin = C₃H₇O zusammengesetzt sei aus Glycerin = C₆H₇O₃ sein muss dass das Glycerin = C₆H₇O₃ sein muss der neutralen Fette sein kann. Es ist daher dass die Fetten mit der Fettsäure das Oxyd eines Radicals, die man sonst dem Glycerin zuschrieb, jenes Oxyd bei seiner Trennung von der Fettsäure, wenn es aus seiner Verbindung mit Säuren Wasser aufnimmt und sich in einen andern Körper hat jenes hypothetische Radical Lipyl und sein Oxyd

in den Fetten nicht Glycerin ist, geht auch daraus hervor, dass man früher Stüren zur Zeit noch kein neutrales Fett hat hergestellt das künstlich aus Glycerin und Buttersäure dargestellte Butyrin die gleiche Zusammensetzung hat, ist noch nicht als basisches Product des Glycerins, das dem Lipyloxyd polymere ist, so wenig als das Glycerin die Basis der Fette sein, da jenes Säuren sich durchaus nicht verbinden lässt. In dem Obigen bei der Betrachtung der festen Fettsäuren geben wir über die Zusammensetzung der Fettsäuren von höherem Grad unterrichtet sind; es ist daher nicht zu verwundern, dass jenes hypothetische Radical durch positivere Untersuchungen noch keine festere Basis hat, nämlich bei Annahme jener Fettbasis auch heute noch auf

eine alte Analyse des Stearins durch *Chevreul*; nun ist aber leider durch *Arzbücher's* Analyse¹⁾ des Stearins aus Rindstalg und aus Hammeltalg nachgewiesen, dass für das erste die Formel $C_{1,2} H_{1,3} O_{1,2}$, für das zweite dagegen die Formel $C_{1,2} H_{1,3} O_{1,2}$ zu passen scheint (dadurch würde zugleich die Differenz der Analysen von *Chevreul* und *Lecanu* einerseits und *Liebig* und *Pelouze* andererseits erklärt), wodurch jenes Lipyloxyd noch hypothetischer wird, als es bereits war. Wir haben aber leider für jetzt keine bessere Anschauung für die theoretische Constitution der gewöhnlichen Fette; da sie jedoch offenbar den Aethersalzen analog constituirt sind, wie z. B. für den Wallrath erwiesen ist, so bleibt zur Deutung der Veränderungen, welche die Fette unter verschiedenen Bedingungen erleiden, jene Hypothese immer noch brauchbar. Leider ist das von *Schweitzer* in dem Spindelbaumbeeröl gefundene und von *Berthelot* künstlich dargestellte Oel, *Acetin* oder *essigsäures Glycerin* (s. unten S. 226) nicht analysirt worden, um nach deren Zusammensetzung die theoretische Constitution der Fette zu beurtheilen.

Jene Umwandlung der Fette in Säuren und Glycerin kann nicht bloss durch die oben angeführten Basen bewerkstelligt werden, sondern auch durch lösliche kohlen-saure und borsäure Salze, wenn die Digestion derselben mit den Fetten lange Zeit genug fortgesetzt wird.

Bei den kohlen-sauren Salzen muss man sich den Process jedoch so denken, dass das kohlen-saure Alkali sich zunächst in doppelt kohlen-saures Alkali und freies Alkali zerlegt, aber nur das letztere die Verseifung bedingt; bei weiterem Kochen verliert das doppelt kohlen-saure Kali das eine Atom Kohlen-säure und verwandelt sich in einfaches Salz, von welchem das Fett dann wieder auf oben beschriebene Weise zersetzt wird.

Ammoniak und kohlen-saures Ammoniak sind nur nach längerer Einwirkung im Stande, Seifen zu bilden.

Glycerin. $C_6 H_7 O_5 \cdot H O$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Farblose oder schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit, von angenehm süßem Geschmacke, zieht an der Luft Wasser an, löst sich leicht in Wasser und Alkohol, nicht in Aether, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben; es löst Alkalien, so wie mehrere Metalloxyde und namentlich Bleioxyd in grossen Mengen auf, im concentrirten Zustande lässt es sich theilweise unzersetzt destilliren, wird aber bei schnellem Erhitzen vollständig zersetzt; schon beim Verdunsten seiner wässrigen Lösung fängt das Glycerin an, zersetzt zu werden; an der Luft erhitzt, lässt es sich entzünden und verbrennt mit blauer Flamme; mit wasserfreier Phosphorsäure bei abgeschlossenem Luftzutritt erhitzt, liefert es Acrolein. Wird das Glycerin in viel Wasser gelöst, mit Hefe gemischt und einer Temperatur zwischen 20° und 30° ausgesetzt, so verwandelt es sich unter geringer Gasentwicklung in Metaceton-säure ($C_6 H_7 O_5 - 2 H O = C_6 H_5 O_3$ *Redtenbacher*²⁾). Durch Behandlung mit Platinschwarz wird das Glycerin

1) *Arzbücher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 70, S. 239—244.

2) *Redtenbacher*, ebend. Bd. 57, S. 174—177.

Von concentrirter Salzsäure und Wasser zersetzt; mit Ammoniak zersetzt wird es in Ammoniumsäure. Diese Formel ist aus den Analysen reinen Salzes von Pelouze¹⁾ abgeleitet worden. Das

Salz	3 At.	39,130
Wasser	1 ..	7,609
Salz	3 ..	43,478
Wasser	1 ..	9,783
		400,000

Das Salz lässt sich nicht als Hydrat des Lipyloxyds betrachten, da es in wässrigen Verbindungen immer noch 3 At. Wasser mehr enthält, als es in wässrigen Verbindungen enthält; wir wissen aber, dass keine Halidbasis sich mit Wasser verbindet unter Beibehaltung des Hydratwassers.

Neutrale Salze des Glycerins hat man bis jetzt nur mit einigen organischen Säuren dargestellt; des von Pelouze und Gelsius entdeckten Säures Glycerins ist schon oben (S. 62) Erwähnung gemacht worden. Berthelot²⁾ hat aber auch neuerdings Verbindungen des Glycerins mit Essigsäure, Baldriansäure, Benzoësäure und Fettsäure gewonnen. indem er das Gemeng der möglich wasserärmsten Säure und Glycerin auf 100° erhitzte und einen Strom Salzsäuregas hindurchgehen liess. nach nachherigem Stehen unter Salzsäuregas ward es mit kohlensaurem Natrium gesättigt und das ölige Product wiederholt mit Wasser abgeschieden.

Diese Verbindungen bilden ölähnliche Flüssigkeiten, in Wasser wenig oder gar nicht löslich, ohne Reaction auf Pflanzenfarben; von Alkalien werden sie, wie die Fette, nur langsam in Glycerin und die entsprechende Säure zerlegt.

Essigsäures Glycerin, *Acetin*, ist in Wasser ziemlich löslich, riecht ähnlich dem Essigäther, schmeckt süsslich und aromatisch, lässt sich mit Vorsicht unzersetzt destilliren. Diese Substanz hatte übrigens Schweitzer⁴⁾ schon früher in dem Oele der Früchte von *Evonymus europaeus* neben benzoësaurem Glycerin (*Benzenin*) präformirt gefunden. Leider ist weder von Schweitzer, noch von Berthelot eine Elementaranalyse dieser Substanzen angestellt worden, die natürlich bessern Aufschluss über die Constitution der Fette als die Analyse des Stearins u. dergl. hätte geben müssen.

Das baldriansaure Glycerin, *Valerin*, ist nach Berthelot identisch mit *Cherroul's* Phocaenin, dem eigenthümlichen Fettstoffe des Delphinfettes.

Die bis jetzt bekannten sauren Salze des Glycerins sind:

Doppeltschwefelsaures Glycerin, *Glycerinschwefelsäure*, $C_6 H_7 O_5 \cdot SO_3 + HO \cdot SO_3$, entsteht durch unmittelbare Vereinigung

1) Döbereiner, Journ. f. pr. Ch. Bd. 29, S. 451.

2) Pelouze, Compt. rend. T. 24, p. 718—722.

3) Berthelot, ebendas. T. 36, p. 27—29.

4) Schweitzer, Mitthlgn. d. naturf. Ges. zu Zürich 1854. S. 1—8.

von Glycerin mit Schwefelsäure; durch Sättigen mit kohlensaurem Kalk oder Baryt wird die überschüssige Schwefelsäure entfernt; der schwefelsaure Glycerin-Kalk oder Baryt wird durch Oxalsäure zerlegt und die filtrirte Flüssigkeit im Vacuo verdunstet.

Dieses saure Salz bildet eine farblose Flüssigkeit, die beim Verdunsten, selbst im Vacuo leicht in Glycerin und Schwefelsäure zerfällt; sie schmeckt stark sauer, röthet Lackmus und bildet mit Basen, selbst mit Baryt und Kalk, leicht lösliche Doppelsalze. Diese Salze scheiden beim Kochen leicht Glycerin aus, durch Behandlung mit überschüssiger Basis noch leichter; trocken erhitzt verkohlen diese Salze und entwickeln dabei einen höchst unangenehm riechenden, die Augen reizenden Dampf (Acrolein enthaltend). Das Kalksalz krystallisirt in farblosen Nadeln = $\text{CaO} \cdot \text{SO}_3 + \text{C}_6 \text{H}_7 \text{O}_5 \cdot \text{SO}_3$.

Saures phosphorsaures Glycerin, *Glycerinphosphorsäure*, $\text{C}_6 \text{H}_7 \text{O}_5 \cdot 2\text{HO} + \text{PO}_3$, wird durch unmittelbares Zusammenbringen von syrupösem Glycerin mit zerstossener glasiger Phosphorsäure erhalten, wobei sich viel Wärme entwickelt, so dass die Temperatur auf 400° steigen kann; durch Baryt wird die Flüssigkeit von der überschüssigen Phosphorsäure befreit und das Barytsalz durch Schwefelsäure zerlegt. Der fragile Körper bildet im concentrirten Zustande eine farblose Flüssigkeit, die selbst im Vacuo nicht sehr stark concentrirt werden kann, ohne zersetzt zu werden; krystallisirt nicht, schmeckt stark sauer, löst sich leicht in Wasser und Alkohol; mit Basen bildet es Doppelsalze, die in Wasser leicht, in Alkohol sehr wenig löslich sind, so dass sie durch letzteren aus wässriger Lösung präcipitirt werden. Phosphorsaurer Glycerin-kalk, $2\text{CaO} + \text{C}_6 \text{H}_7 \text{O}_5 + \text{PO}_3$, krystallisirt in weissen glänzenden Schuppen, löst sich in kaltem Wasser, aber sehr wenig in heissem, so dass er aus wässriger Lösung durch Kochen ausgefällt werden kann. Auch das Barytsalz ist so zusammengesetzt, dass die dreibasische Phosphorsäure 2 At. Baryt und 1 At. Glycerin enthält.

Doppeltweinsaures Glycerin, $\text{C}_6 \text{H}_7 \text{O}_5 \cdot \text{C}_4 \text{H}_2 \text{O}_5 + \text{HO} \cdot \text{C}_4 \text{H}_2 \text{O}_5$, wird nach *Berzelius* ¹⁾ durch Erhitzen von 1 Th. bei 120° getrocknetem Glycerin mit 2 Th. trockner Weinsäure gebildet; es ist ein halbweicher, bei 0° hart werdender durchsichtiger Körper, bei 25° lässt es sich in lange Fäden ziehen, zerfließt an der Luft, löst sich nicht in Alkohol, bildet mit Basen lösliche, nicht krystallisirbare Doppelsalze, die durch überschüssige Basis leicht zersetzt werden. Aehnlich verhält sich doppeltraubensaures Glycerin.

Umwandlungsproducte. Acrolein $\text{C}_6 \text{H}_4 \text{O}_2$. Dieser von *Redtenbacher* ²⁾ entdeckte Körper entsteht aus dem Glycerin auf folgende Weise: wird dieses nämlich mit etwas wasserfreier Phosphorsäure in einem Strome trocknen Kohlensäuregases der trocknen Destillation unterworfen, so entsteht ein Destillat, welches aus einem dicken Oele, einer

1) *Berzelius*, Jahresber. 27, S. 488.

2) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 47, S. 443—448.

darauf schwimmenden sauren Flüssigkeit und dem auf letzterer schwimmenden Acrolein besteht. Digerirt man das Destillat mit Bleioxyd und destillirt in kohlenensäurehaltigem Raume bei $+ 52^{\circ}$, so erhält man das Acrolein. Es ist ein ölartiges Liquidum, bricht das Licht stark, von schmerzhaft brennendem Geschmacke, Augen und Respirationsorgane entzündend, bildet in luftfreiem Wasser eine neutrale Lösung, die an der Luft sogleich sauer wird; Silberoxyd reducirt es augenblicklich, mit Salpetersäure eben so wohl als mit Kali verpufft es.

Acrylsäure. $C_3H_5O_2 + HO$, bildet sich durch Oxydation des Acroleins an der Luft oder durch Silberoxyd; wasserklare Flüssigkeit, Geruch nach brenzlicher Essigsäure, rein saurer Geschmack; mit Salpetersäure verwandelt sie sich in Essigsäure und Ameisensäure, bildet mit Basen lösliche, krystallisirbare Salze.

Disacron, Disacryl, $C_{10}H_{16}O_2$, setzt sich allmählig aus Acrolein ab, wenn dieses an der Luft steht; es ist idioelectric, geschmack- und geruchlos, in allen Menstruen unlöslich.

Darstellung. Das Glycerin bildet sich, wie erwähnt, bei der Verseifung der Fette aus dem in diesen enthaltenen Lipyloxyd durch Aufnahme von $\frac{1}{2}$ At. Wasser. Man bereitet es gewöhnlich aus der bei der Bleipflasterbereitung abgeschiedenen wässrigen Flüssigkeit, in welcher es nur mit Bleioxyd gelöst ist; man entfernt das letztere durch Schwefelwasserstoff und concentrirt anfangs im Wasserbade, zuletzt im Vacuo. Aus der bei der gewöhnlichen Verseifung durch Alkalien erhaltenen Mutterlauge gewinnt man es, indem man das Alkali jener Lauge mit Schwefelsäure sättigt, darauf mit kohlensaurem Baryt versetzt, und die filtrirte Flüssigkeit abdampft und mit Alkohol extrahirt. Sehr leicht und rein wird es erhalten, wenn Ricinusöl in absolutem Alkohol gelöst und Salzsäuregas in die Flüssigkeit geleitet wird; nach beendigter Operation werden die entstandenen fettsauren Aethyloxydverbindungen durch Wasser ausgeschieden; die wässrige Flüssigkeit hinterlässt beim Verdunsten Glycerin, welches von den zurückgehaltenen Fettäthern noch vollkommen durch Schütteln mit Aether gereinigt wird.

Prüfung. Das Glycerin dürfte in thierischen Flüssigkeiten nicht zu entdecken sein, wenn es nicht gelingt, es in solcher Menge darzustellen, dass damit eine Elementaranalyse angestellt werden kann; dies ist aber deshalb kaum möglich, weil das Glycerin schwerlich rein aus thierischen Flüssigkeiten zu bereiten sein dürfte. Glücklicher Weise aber das Acrolein eine so intensiv und charakteristisch riechende Substanz, dass dieses Zersetzungsproduct des Glycerins als Entdeckungsmittel verwendet werden kann. Man verfährt dann so, dass man das ausgeschiedene Glycerin entweder für sich oder mit etwas Phosphorsäure schnell erhitzt, worauf der eigenthümlich in verdünntem Zustande dem eines verglimmenden Oellicht unähnlich, sich hinlänglich deutlich entwickeln wird.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Glycerin ist erst in neuerer Zeit von *Gobley*¹⁾ im thierischen Körper entdeckt worden, und zwar im Eidotter des Huhns unter der Form von phosphorsaurem Glycerinammoniak. Unter derselben Form wies es *Gobley*²⁾ später auch im Hirnfette nach.

Ursprung. Ueber die Quelle des Glycerins im Thierkörper kann durchaus kein Zweifel sein, da sich neben den eigentlichen Fetten, stearinsäurem, margarinsäurem und ölsaurem Liploxyd, so viel freie oder an Alkalien gebundene Fettsäuren im Thierkörper vorfinden. Weil fast nur fettsaures Liploxyd in den Thierkörper von aussen eingeführt wird, so muss man sich nur wundern, dass das Glycerin, welches bei Zerlegung der Fette aus dem Liploxyd entsteht, nicht in weit grösserer Menge in dieser oder jener thierischen Flüssigkeit vorgefunden wird.

Die Beobachtung *Redtenbacher's* lässt den Gedanken aufkommen, dass sich wohl ein Theil des Glycerins in Metacetonsäure verwandeln könne, welche Säure wenigstens im menschlichen Scheweisse höchst wahrscheinlich sich vorfindet.

Wie das Glycerin im Eidotter und im Gehirn gerade zur Phosphorsäure gelange, lässt sich natürlich nicht speciell nachweisen, allein bei dem häufigen Vorkommen des Phosphors, als Säure und nicht oxydirt (?), hat eine solche Verbindung nichts auffallendes oder unerwartetes.

Liploxydsalze. Fette.

Chemisches Verhalten.

Allgemeine Eigenschaften. Es ist zunächst bemerkenswerth, dass die Eigenschaften dieser Halide fast lediglich durch die in ihnen enthaltenen Säuren bedingt werden, während gerade bei den Aethyloxydsalzen die meisten und allgemeinsten Eigenschaften ohne alle Rücksicht auf die Natur der Säuren hauptsächlich von der Basis abzuhängen scheinen. Deshalb finden wir auch die Eigenschaften der neutralen Fette höchst ähnlich denen der oben (von S. 67 bis 83) beschriebenen Fettsäuren.

Die meisten Thierfette sind bei gewöhnlicher Temperatur weich und schmierig, mehrere fest und wachsartig, einige auch flüssig; doch stimmen fast alle in Folgendem überein: durch starkes Abkühlen vorzüglich der alkoholischen Lösungen können sie in weissen Schuppen oder Blättchen von eignem Glanze erhalten werden; völlig rein sind sie meist farblos und durchscheinend, schwimmen auf Wasser, machen Papier und Leinen durchscheinend, leiten Electricität und Wärme schlecht, schmelzen

1) *Gobley*, Compt. rend. T. 24, p. 766—769 et 988—992.

2) *Ders.*, Journ. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 44, p. 409—447 et T. 42, p. 5—13.

größtentheils unter dem Siedepunkte des Wassers, lassen sich aber im luftleeren Raume nur theilweise unvorsetzt destilliren, haben keinen Geruch und Geschmack, sobald sie rein und frisch sind; von Wasser werden sie nicht aufgelöst, die meisten von siedendem Alkohol, aus welchem sie sich beim Erkalten wieder ausscheiden; in Aether und flüchtigen Oelen sind sie sämmtlich löslich; völlig rein üben sie keine Reaction auf Pflanzenfarben aus, doch werden viele an der Luft leicht ranzig und sauer, indem sie grosse Mengen Sauerstoff absorbiren. In stärkerer Hitze werden sie bei hinlänglichem Sauerstoffzutritt entzündet und verbrennen mit leuchtender Flamme.

Auch für die Fette gibt es gewisse Fermente, durch welche sie, wie Zucker in Alkohol und Kohlensäure, oder Salicin in Saligenin und Zucker, Amygdalin in Zucker, Blausäure und Bittermandelöl, so in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren zerlegt werden; solche Fermente sind eiweissartige Substanzen, welche bereits einem gewissen Grade der Zersetzung (der Fäulniss) unterlegen haben und frischer pankreatischer Saft, wie Cl. Bernard¹⁾ zuerst beobachtet hat.

Rührt man gefautes Fibrin, welches mit Wasser eine eiweissartige Flüssigkeit bildet, oder sauliges Casein mit Fett zu einer Emulsion an, und digerirt das Gemeng einige Zeit bei 37°, so werden die entsprechenden Fettsäuren von dem Lipolyxyd getrennt, während dieses sehr bald weiteren Umänderungen unterliegt. Bei der Milchgährung, wo gleichzeitig Zucker zugegen ist, zersetzen sich die Fette nach neuen Untersuchungen²⁾ ganz auf dieselbe Weise, wie ohne Zucker, nur durch die faulenden Proteinkörper. Ueber jene Fähigkeit des pankreatischen Saftes Fette zu zerlegen, wird im zweiten Theile dieses Werkes ausführlicher die Rede sein.

Bei der trocknen Destillation liefern einige Fette andre fettartige und brennliche Stoffe, und hinterlassen etwas Kohle; andre werden zum Theil in eigenthümliche Fettsäuren verwandelt. Sehr schnell erhitzt und auf glühende Körper geschüttet, verkohlen sie und entwickeln ölbildendes Gas.

Durch längere Berührung mit Chlor, Brom und Jod werden die Fette zersetzt; dagegen nehmen sie Phosphor, Schwefel und Selen unverändert in sich auf; mit den beiden letztern erleiden sie nur beim Erwärmen eine Zersetzung.

Durch concentrirte Manganäthoren werden sie umgewandelt, und zwar meist in Fettsäuren, und bei Anwendung von Schwefelsäure liefern sie auch saures schwefelsaures Glycerin.

Stearinsäures Lipolyxyd, Stearin, Talgöl, stellt eine rein weisse Masse dar, aus alkoholischer Lösung beim Erkalten ausgeschieden, bildet es schneeweiße, glänzende Schuppen; unter dem Mikroskop erscheint es meist in vierseitigen Tafeln, die fast quadratischen gleichen, alle nach C. Schmitz³⁾ rhombisch mit dem Winkel = 91° 5' sind:

1) Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, t. 37, p. 117.

2) Journ. Chim. Méd., Paris, 1845, p. 53—75.

3) Schmitz, Encycl. chim., S. 44.

seltner sind kurze rhombische Prismen (dicke rhombische Platten), deren Flächenneigungen *C. Schmidt* $67^{\circ}40'$ und $52^{\circ}40'$ fand; schmilzt bei $+62^{\circ}$, erstarrt beim Erkalten nicht krystallinisch, ist brüchig, trocken, leitet Galvanismus nicht, löst sich in kaltem Alkohol nicht, in heissem wenig, in Aether aber sehr leicht. Bei der trocknen Destillation liefert dieses Fett Stearinsäure, Margarinsäure und die Zersetzungsproducte des Glycerins; bei der Verseifung Stearinsäure und Glycerin.

Margarinsaures Lipolyoxyd, *Margarin*, ist weiss, fest, aus Alkohol krystallisirt bildet es ein lockres, weisses Pulver, welches unter dem Mikroskop sehr feine, oft gekrümmte Nadeln zeigt, die meist so gruppiert sind, dass sie von einem Punkte als Kern ausgehen und somit einen Wirtel feiner haarförmiger Fäden bilden, schmilzt bei $+48^{\circ}$, löst sich wenig in Alkohol, leicht in heissem Aether; aus beiden Lösungen scheidet es sich beim Erkalten in perlmutterglänzenden Schuppen aus, giebt bei der Verseifung Glycerin und Margarinsäure.

Oelsaures Lipolyoxyd, *Elaine*, *Oelstoff*, ist ein farbloses Oel, leitet galvanische Elektrizität nicht, erstarrt bei niedern Temperaturen, wird an der Luft ranzig, ist nie ganz frei von Margarin und Stearin, giebt jedoch bei der Verseifung ausser Glycerin und Oelsäure eine solche Menge Margarinsäure, dass diese nicht bloss von der Zersetzung des Margarins hergeleitet werden kann.

Darstellung. Aus dem wiederholt unter Wasser umgeschmolzenen und gereinigten Zellgewebsfett können vorerwähnte Fettarten auf verschiedene Weise, jedoch selten vollkommen rein dargestellt werden. Gewöhnlich löst man das Fett in siedendem Alkohol auf, beim Erkalten scheidet sich das Stearin und ein grosser Theil des Margarins in Krystallschuppen aus; im erkalteten Alkohol bleibt fast nur das Elain aufgelöst; das Margarin gewinnt man am reinsten aus solchen Fetten durch Auflösen in heissem Alkohol, in welchen, wie z. B. im Menschenfett und Pflanzenfetten, gar kein Stearin enthalten ist. Auch durch starkes Auspressen zwischen Fliesspapier trennt man ziemlich gut das Elain von dem Stearin und Margarin, indem ersteres bei gewissen Wärmegraden in das Papier eindringt. Elain erhält man ziemlich rein auch, wenn man ein Fett nur mit der Hälfte des Kalis digerirt, welches zur vollkommenen Verseifung nothwendig wäre; dann wird nämlich nur das Stearin und Margarin verseift, nicht aber das Elain. In ähnlicher Weise werden die entsprechenden Säuren, aber meist viel reiner, erhalten, wie oben erwähnt.

Prüfung. Es tritt zuweilen der Fall ein, dass es nicht leicht ist, zu unterscheiden, ob in einem Objecte Lipolyoxysalze oder die entsprechenden Fettsäuren enthalten sind; bei geringen Mengen kann man natürlich auf die saure Reaction oder die Bildung von Glycerin nicht rechnen; das einfachste Mittel ist in solchen Fällen, das mit etwas Essigsäure behandelte alkoholische Extract mit Aether auszuziehen, und den Rückstand der Aetherlösung durch Digestion mit Wasser von andern Substanzen zu befreien; die rückständigen Fetttheile sind dann in Alkohol zu

lösen und mit einer Lösung von essigsauerm Bleioxyd in Alkohol zu versetzen; wird dadurch auch auf Zusatz von etwas Ammoniak kein Niederschlag hervorgebracht, so sind nur Lipyloxydsalze aber keine freien Fettsäuren vorhanden.

Das freie Fett in thierischen Flüssigkeiten, Geweben und Zellen pflegt man am gewöhnlichsten und auch am besten durch das Mikroskop zu diagnosticiren; die Tröpfchen, in welchen das Fett gewöhnlich erscheint, sind so leicht unter dem Mikroskop zu unterscheiden, dass, wer nur einige Male durchs Mikroskop geschaut hat, nicht leicht etwas anderes damit verwechseln kann; das elainärmere, consistentere Fett kommt aber zuweilen in knolligen, wurstförmigen, nur schwach durchscheinenden Klumpen vor, die nicht so leicht als Fett zu erkennen sind; hier muss die chemische Untersuchung der mikroskopischen Beobachtung ebenso zu Hülfe kommen, wie in den Fällen, wo die Fettbläschen, z. B. in vielen Zellen, so klein sind, dass sie auch bei den stärksten Vergrößerungen nur als dunkle Punkte oder Granulationen erscheinen. Viele Histologen behaupten nun, diese Pünktchen und Klümpchen unter dem Mikroskop sehr leicht durch ihre Löslichkeit in Aether unterschieden zu haben; allein leicht ist die Extraction des Fettes aus den Zellen durch Aether keineswegs, da bekanntlich der Aether unter dem Mikroskop durch seine schnelle Verdunstung die Beobachtung einzelner Zellen sehr schwierig, ja meist unmöglich macht. Man muss daher, ehe man beobachtet, Aether wiederholt auf das Object bringen und wieder abfließen lassen, oder feine Gewebsdurchschnitte geradezu vorher mit Aether digeriren; leider werden aber durch den Aether die Zellen und andere Gewebstheile oft so verzerrt, dass selbst nach längerem Einweichen in Wasser eine scharfe Beobachtung nicht mehr möglich ist; fast ebenso geht es in den meisten Fällen mit dem Alkohol, durch den indessen manche Theile, z. B. Nervenfasern, in vorher wohl präparirten Stücken oft recht gut entfettet werden können. Alkali ist zur etwaigen Verseifung dieser Fette auch nicht gut anzuwenden, da es oft eiweissartige Theile viel eher auflöst, als die Fette.

Die quantitative Bestimmung des Fettgehalts thierischer Flüssigkeiten und Gewebe ist mit einigen Schwierigkeiten verknüpft, die unter gewissen Verhältnissen gar nicht überwunden werden können. Da wir bei der Betrachtung der einzelnen thierischen Flüssigkeiten (im 2. Theile) ausführlicher auf diesen Gegenstand zurückkommen werden, so sei hier im Allgemeinen nur folgendes bemerkt. Dass man hierzu nur die (bei 120°) vollständig ausgetrockneten festen Rückstände verwenden darf, versteht sich wohl von selbst. Man bringt am besten die zur Fettbestimmung verwendbare trockne Substanz in ein Digerirfläschchen, indem man ihr Gewicht, wie bei Elementaranalysen, durch Zurückwägen bestimmt. Ein Digerirfläschchen ist hierzu nothwendig, da das Kochen der Substanz mit Aether und das Abgiessen der ätherischen Fettlösung nur so ohne Verlust an Fett zu ermöglichen ist. Die ätherische Lösung ist aus einem kleinen Becherglase oder einer dünnen Glasschaale mit sehr hohen Rändern zu

verdunsten, da das Fett sehr leicht an den Rändern des Gefässes empor-kriecht und so Verlust unvermeidlich ist. *Dumas* hat, um das Emporkriechen des Fettes zu vermeiden, vorgeschlagen, sich zur Verdunstung der ätherischen Fettlösung eines inwendig vergoldeten Gefässes zu bedienen; indessen ist dasselbe bei Anwendung gehöriger Vorsicht unnötig. Der Aether muss übrigens völlig rein, möglichst frei von Wasser, Alkohol und freier Säure sein. Wendet man, wie oft geschehen, käuflichen alkohol- und wasserhaltigen Aether an, so werden neben den Fetten unfehlbar andere Substanzen, z. B. Harnstoff u. s. w. extrahirt. Wäre aber solcher Aether in Gebrauch gezogen werden, so muss der trockne ätherische Rückstand (oft auch selbst dann, wenn reiner Aether verwendet worden war) mit Wasser digerirt werden; dann genügt es aber nicht, wie angegeben worden, die trübe emulsive Flüssigkeit auf ein nasses Filter zu geben (denn dieses lässt unfehlbar einen Theil des Fettes mit durch sich hindurchtreten), sondern man muss das Fett durch wiederholtes Schütteln mit Aether und Abheben des letzteren zu sammeln suchen. Das Verdunsten des Aethers muss geschehen, ohne dass die Flüssigkeit ins Sieden geräth. Der Fettrückstand ist wie alle Rückstände bei 120° zu trocknen.

Eine in vielen Fällen höchst brauchbare Methode der Fettbestimmung hat *v. Bibra*¹⁾ angegeben. In einen Kolben bringt man eine nicht allzugrosse Quantität Aether; in dessen Hals ist mittelst eines Korks eine mässig weite Röhre eingepasst, deren unterer Theil in eine feine Röhre oder hohle Spitze ausgezogen ist, während der obere mit einem von einer zweimal rechtwinklig gebogenen engern Glasröhre durchbohrten Korke geschlossen ist; der andere Schenkel der eben erwähnten rechtwinklig gebogenen Glasröhre geht in einen andern Kolben bis auf dessen Boden. Die zu entfettende Substanz wird in jene am untern Ende spitz ausgezogene weitere Glasröhre gebracht, nachdem man vorher in den untern Theil der Röhre, um das Herabfallen des pulverisirten Körpers zu verhüten, etwas Baumwolle locker gestopft hat; ebenso ist die Substanz mit Baumwolle zu bedecken. Man erhitzt nun den Aether und dessen Dämpfe werden durch die weitere Glasröhre über den zu analysirenden Stoff hinweg in die zweimal rechtwinklig gebogene Röhre treten und sich im andern Kolben condensiren. Entfernt man nun die Lampe oder das erhitzte Wasserbad vom ersten Kolben, so wird derselbe erkalten und der im andern Kolben befindliche Aether mittelst des Luftdrucks zurück und über die zu entfettende Substanz hinweggetrieben werden und sich wieder im ersten Kolben ansammeln; man kann auf diese Weise mit einer sehr geringen Quantität Aether eine organische Substanz vollständig von Fett befreien. In Betreff der Fettbestimmung lese man besonders noch unter Analyse der Milch (Th. 2) nach.

Reiner Aether zieht nur die neutralen Fette und die freien Fettsäuren

1) *v. Bibra*, v. Gorup-Besanez Anleitung zur zoochemischen Analyse. Nürnberg 1850. S. 353.

aus, nicht die fettsauren Alkalien; diese müssen mit absolutem Alkohol, dem etwa $\frac{1}{10}$ Vol. Aether zugesetzt ist, extrahirt werden. Die Bestimmung der Seifen ist immer ungenau, da man in der Regel nicht hinlänglich grosse Quantitäten derselben erhält, um die den Seifen fast immer beigemengten nicht fettigen Stoffe von jenen zu trennen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Fette finden sich nicht blos im Thierreiche, sondern auch in den Pflanzen, vorzüglich in den Saamen und Fruchtkernen derselben; aus ihnen gewinnt man insbesondere die sogenannten fetten Oele und einige butterartige Fette, z. B. Cacaobutter, Palmöl u. s. w. Fast in allen Thieren und thierischen Theilen hat man Fette gefunden; nur in den untersten Thierclassen vermisst man das Fett fast gänzlich. In den höhern Organismen finden wir das meiste Fett, gemengt aus den oben genannten einzelnen Lipyloxydsalzen, im Zellgewebe abgelagert und zwar in Form ovaler oder polyedrischer Zellen.

Sehr selten hat man einzelne der genannten Fette unvermengt gefunden, und zwar nur auf mikroskopischem, nicht auf chemischem Wege; so fand *C. Schmidt* (nach *Bergmann*¹⁾ und *Vogt*²⁾ im Dotter der Frösche und der Geburtshelferkröte deutliche Stearinkrystalle; ich fand mehrmals, aber nicht constant, im Eiweiss 3 bis 6 Tage lang bebrüteter Eier Aggregate feiner Nadeln, die nach den wenigen Proben, die damit gemacht werden konnten, aus Margarin bestanden.

Berücksichtigen wir zuerst das Vorkommen des Fetts in den verschiedenen Theilen des menschlichen Körpers im normalen Zustande, so finden wir zunächst grössere Fettanhäufungen, welche selbst in den letzten Stadien auszehrender Krankheiten fast nie völlig schwinden, wo das Fett also einen integrirenden Bestandtheil gewisser Organe auszumachen scheint; ferner Fett in Theilen, wo seine Quantität höchst veränderlich ist, bald ausserordentlich gering, bald höchst bedeutend gefunden wird, und endlich Organe, in denen sich nur höchst selten Fettanhäufungen vorfinden. Am constantesten scheint das Fett in der *Augenhöhle* und am Herzen vorzukommen; so oft und leicht wir auch das den ganzen Sehapparat umhüllende Fett in allerhand Krankheiten abnehmen sehen, indem wir ein tieferes Zurücksinken des Augapfels in die Orbita bemerken, so ist doch nie gänzlicher Mangel der Augenhöhle an Fett beobachtet worden. Dasselbe gilt von dem das Herz umgebenden und in dessen Faserbündel eindringenden Fett; dieses schwindet nie völlig; auch dürfte wohl das die *Gesichtsmuskeln* umgebende und durchdringende Fett nie ganz verloren gehen; jedem, der einmal die Gesichtsmuskeln eines Leichnams präparirt hat, ist bekannt, wie fettreich die ganze Gesichtsparthie des menschlichen Körpers ist.

1) *Bergmann*, Müller's Arch. 1844. S. 89.

2) *C. Vogt*, Entwicklung der Geburtshelferkröte. Solothurn 1842. Einl.

Grössere Fettanhäufungen, die jedoch nicht so wesentliche, integrirende Theile der Organe sind und öfter fast ganz verschwinden, trifft man hauptsächlich unter der *Lederhaut* in dem die *Muskeln* bedeckenden *Zellgewebe*; ferner auch in den Zwischenräumen zwischen mehrern grossen Muskeln, an den Glutäen, auf der Fusssohle, an der innern Fläche der Hand; häufig werden *Sehnen* von Fettsäckchen umhüllt; oft ragen dieselben auch zwischen den Enden der Knochen in die Gelenke, und bilden unter dem Namen der *Havers'schen Drüsen* eigne Fettpolster. Grosse Depots von Fett zeigen sich gewöhnlich im *Netz* und um die Nieren herum als *folliculus adiposus renum*, der in der Regel ein margarinreicheres, härteres Fett als andre Theile enthält.

Die *weiblichen Brüste* sind immer stark mit Fettmassen durchzogen, so dass selbst die stärksten, prallsten Brüste oft wenig Milch geben, da sie durch die Fettablagerung allein aufgetrieben sind.

Das *Knochenmark* besteht seinem grössten Theile nach aus Fett, welches selbst in mehrern Knochenkrankheiten, wie z. B. in der *Osteomalacie*, nicht nur nicht vermindert, sondern oft ausserordentlich vermehrt ist. Dieses Knochenfett ist übrigens ganz identisch mit dem gewöhnlichen Zellgewebefett, nur dass sich etwas mehr Elain, besonders im osteomalacischen, vorfindet.

Alle andern Theile des thierischen und besonders des menschlichen Körpers sind von Fett durchdrungen; am wenigsten Fett, ja zuweilen kaum Spuren davon findet man in dem *Lungengewebe*, in der männlichen *Eichel* und der *Clitoris*, so wie, wenn man von den sg. unverseifbaren Fetten absieht, im *Gehirn*.

Manche Organe sind vorzugsweise geneigt, in *pathologischen Zuständen* grössere Mengen von Fett in sich aufzunehmen; man ist dadurch darauf geführt worden, dem normalen Fettgehalte dieser Organe mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Hierher gehören namentlich die *Leber*, *Milz* und die *Nieren*. Hier treten nicht jene eigenthümlichen von Bindegewebe umspinnenen Fettzellen auf, wie wir sie im sogenannten *Folliculus adiposus cutis et renum* finden, sondern das Fett wird besonders in Zellen, die den gewöhnlichen Epithelialzellen etwa entsprechen, aufgehäuft. In ganz normaler Leber findet man gewisse Zeit nach der Aufnahme von Nahrung selten die sg. Leberzellen ganz fettfrei (bei der mikroskopischen Untersuchung). In der Milz, welche eine so grosse Anzahl farbloser Zellen zu enthalten pflegt, findet man immer Fett, sei jene von Fleischfressern oder Pflanzenfressern entlehnt. Was die Nieren, sehr fettarme Organe, betrifft, so hat doch zuerst *Frerichs*¹⁾ in solchen von Hunden und Katzen, die ganz normal waren, Fett gefunden, *v. Hessling*²⁾ in den Nieren von Fischen ziemlich constant; *Lang*³⁾ hat endlich ihr ge-

1) *Frerichs*, Die Bright'sche Nierenkrankheit u. deren Behandlung. Braunschweig 1854. S. 43.

2) *v. Hessling*, Histol. Beitr. z. Lehre v. d. Harnabsonderung. Jena 1854. S. 52.

3) *Lang*, de adipis in urina et renibus, diss. inaug. Dorpat. 1852. p. 45—64.

wöhnliches Vorkommen in den Nieren der Katzen durch mikroskopische und durch chemische Untersuchung dargethan. In normalen menschlichen Nieren, wo schon *Frerichs* geringe Fettmengen beobachtet hatte, fand *Lang* ebenso oft Fett als nicht. In der getrockneten Nierensubstanz von Katzen fand *Lang* 1,8 bis 3,9% Fett. In den Nieren eines Rindes und eines Kalbes vermochte *Lang* aber kein Fett nachzuweisen. Wie die pathologischen Untersuchungen so haben auch diese an normalen Nieren gemachten Beobachtungen erwiesen, dass sich das Fett vorzugsweise in der Corticalsubstanz und zwar unter der Form von Tröpfchen theils frei theils in den Zellen der Nierencanälchen eingeschlossen vorfindet.

Ich kann nicht unterlassen, hier einer mehrmals von mir gemachten Beobachtung Erwähnung zu thun; ich sah nämlich die Canaliculi contorti der Nieren von 3 frisch-erlegten Rehen und auch einige Mal von Hasen erfüllt mit freien Fetttröpfchen und so auch die Epithelien mit solchen versehen, während in der eigentlichen Tubularsubstanz und auch im Blaseninhalte derselben Thiere kaum hier und da ein Fetttröpfchen wahrzunehmen war. Da diese Thiere vollkommen gesund waren und sicher keine fettreichen Nahrungsmittel vor ihrem Tode genossen hatten, so widerspricht diese Erfahrung einigermaassen der Ansicht *Lang's*, welcher den Gehalt normaler Nieren an Fett von dem vorgängigen Genusse fettreicher Nahrungsmittel abzuleiten geneigt ist. Jedenfalls verdient dieser Gegenstand trotz der sorgfältigen Untersuchungen *Lang's* noch weiterer Forschungen. Neuerdings habe ich in der Niere eines Rehes kein Fett gefunden; waren daher wohl jene drei Thiere in einem besondern Stadium ihrer Entwicklung?

Von dem Vorkommen des Fetts in *thierischen Flüssigkeiten* ist schon in dem Obigen die Rede gewesen, wird aber ausführlicher erst im zweiten Theile die Rede sein. Hier der allgemeinen Uebersicht halber nur soviel, dass es kaum eine thierische Flüssigkeit giebt, in welcher nicht grössere oder geringere Mengen von Fett nachweisbar wären. Am reichsten an Fett ist die Dotterflüssigkeit gefunden worden, sie enthält oft mehr als 24% davon. Ihr am nächsten steht die Milch und der Eiter, erstere enthält durchschnittlich 3,5%, letzterer gegen 5%. Ziemlich reich an Fett pflegt auch der Chylus zu sein, besonders nach Fettgenuss (3%). Bei weitem geringer ist der Fettgehalt des Blutes und der Lymphe und noch geringer der des Speichels, der Galle, des pankreatischen Saftes; am ärmsten an Fett ist der normale Menschenharn; oft ist keine Spur von Fett in demselben nachzuweisen. Dagegen ist es bekannt, dass die Oberfläche der menschlichen Haut mit einer Menge, an gewissen Stellen sich vorzugsweise häufender, Drüsen versehen ist, welche hauptsächlich ein bald mehr talgartiges bald mehr öliges Fett absondern.

Rücksichtlich der Lebensalter ist die Fettanhäufung im menschlichen Körper sehr verschieden; den Foetus finden wir gewöhnlich durchaus nicht fett; doch kommen im Omentum und am Rücken bereits einige Fettklumpchen vor; zu früh geborne Kinder zeigen kurz nach der Geburt viel rundere Formen, als später, wo sie, deren Organismus noch nicht völlig für das Luftleben vorbereitet ist, sehr bald abmagern und viel Fett durch den Darmcanal verlieren; Herz- und Gesichtsmuskeln sind meist schon reichlich mit Fett durchzogen. Neugeborne sind in der Regel ziem-

lich prall und rundlich, indem unter der Haut sich bereits viel Fett abgelagert hat. Während der Kindheit bleibt der Organismus meist reich an Fett; erst mit eintretenden Geschlechtsfunctionen nimmt die Fettablagerung wieder ab, tritt aber von Neuem im höhern Mannesalter wieder ein und erreicht da zuweilen eine enorme Ausdehnung, wie sonst in keinem Lebensalter vorkommt. Erst das höhere Alter zehrt diese Fettdepots wieder auf, bis der *Marasmus senilis* sie fast ganz vernichtet.

Schon eine oberflächliche Vergleichung der beiden Geschlechter zeigt, dass der weibliche Organismus weit mehr Fett enthält und weit geneigter zur Fettablagerung ist, als der männliche; mehr als alles andre deuten darauf die rundlichen Formen und gleichmässigen Wölbungen des weiblichen Körpers hin, die selbst durch dem Fett sonst sehr feindliche Einflüsse nicht ganz vernichtet werden können.

Unter besondern physiologischen Verhältnissen finden wir bald eine Zunahme bald eine Abnahme von Fett im thierischen Organismus. So findet bei sehr reger Geschlechtsthätigkeit keine Fettzunahme statt, im Gegentheil zuweilen bedeutende Abmagerung, sobald die Geschlechtsthätigkeit krankhaft zu werden beginnt. Gastraten unter Menschen und Thieren sind dagegen sehr zum Fettwerden geneigt, so wie Frauen, die nicht mehr concipiren; manche männliche Thiere sollen nach *Alb. Haller* in der Brunstzeit das Mark aus den Knochen verlieren.

Allgemein bekannt ist, dass grosse Muskelthätigkeit der Fettablagerung nicht nur hinderlich ist, sondern dieselbe sogar aufhebt. Das Fleisch der Araber, so wie das aller Naturmenschen und der meisten wilden Thiere ist fettarm; dagegen die cultivirten Nationen und ihre zur Nahrung unterhaltenen Hausthiere wegen der geringern Muskelaction im Allgemeinen weit fetter sind. Jedem Oekonomen ist bekannt, dass die Pferde im Sommer selbst bei sehr reichlichem Futter magerer, im Winter aber bald wieder fett werden. Die ganze Kunst, die Hausthiere zu mästen, beruht ja grösstentheils darauf, den Thieren bei guter Nahrung wenig Bewegung zu gestatten.

Welchen Einfluss die Nahrung selbst auf die Fettablagerung habe, beobachten wir täglich an Menschen und Thieren, werden aber im 3. Theile noch ausführlicher auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Wir schweigen von dem unbestreitbaren Einflusse, den Temperament und Gemüthszustände auf die Wohlbeilichtheit oder Magerkeit des menschlichen Organismus äussern¹⁾.

Erstaunenswerth ist oft die Schnelligkeit, mit welcher in acuten, wie in chronischen Krankheiten das Fett im thierischen Körper schwindet; doch jedem Arzte kommen dergleichen Fälle täglich vor; hier finde nur noch die gewiss von manchem Arzte schon gemachte Beobachtung eine Stelle, dass nämlich Tuberculöse, obgleich die Lunge schon sehr de-

1) Man vergleiche *Haller*, der am ausführlichsten alle hieher gehörigen Thatsachen gesammelt hat, im 4. Bd. seiner Physiologie.

struirt sein kann, oft sehr wenig oder gar nicht abmagern, wenn die Krankheit von einem Leberleiden, namentlich Fettleber oder Muskatnussleber, begleitet ist. Zuweilen ist die Abmagerung in solchen Fällen so gering, dass Aerzte, die nicht mit der physikalischen Diagnostik vertraut waren, die Natur und die Gefahr des Leidens ganz verkennen.

Pathologische Ablagerungen von Fett, theils in Zellen eingeschlossen, theils frei, kommen vor: ausser in der *Leber*, wo sie am häufigsten sind, in der *Niere*, *Milz*, in gelähmten *Muskeln*, am *Herzen* und in andern Organen, zuweilen auch in *Balngeschwülsten* abgekapselt. Ueber die Entstehungsweise dieser Fettablagerungen sind namentlich von pathologisch-anatomischer Seite sehr verschiedene Ansichten aufgestellt worden. Hier sei in dieser Hinsicht nur soviel zu erwähnen erlaubt, dass die sog. fettigen Entartungen der Organe entweder ohne vorangegangenes anderweitiges Exsudat durch eine unmittelbare Ablagerung von Fett in das Gewebe oder die Zellen oder das Bindegewebe entstehen, oder (was viel häufiger ist) nach Resorption physiologischer oder pathologischer Gewebe oder Exsudate an deren Stelle abgelagert werden. Der letztgenannte Fall tritt wahrscheinlich ein bei Lähmung der Muskeln, bei Osteoporose und Osteomalacie, wo man die durch Resorption der mineralischen und organischen Theile porös gewordenen Knochen wie in Fett schwimmend findet. Dass die Fettablagerung in den fettig entarteten Organen aber keineswegs bloß in der Ausfüllung durch Resorption gewissermaassen leer gewordener Räume besteht, ist besonders daraus zu ersehen, dass solche Organe, wie Leber, Milz und Nieren, in ihrem entarteten Zustande oft ein viel grösseres Volumen und Gewicht erlangen, als sie im normalen Zustande besaßen. Man ist daher vielmehr darüber getheilte Meinung, ob die Fettablagerung innerhalb und ausserhalb der *Zellen* solcher Organe die Folge einer retrograden Metamorphose der Proteinkörper oder die einer excessiven plastischen Thätigkeit sei; *Virchow* und *Reinhardt*¹⁾ so wie *Frerichs*²⁾ haben sich für die erste, *Schultze*³⁾ für die letztere Anschauungsweise erklärt. Die bei Beurtheilung dieser Meinungsverschiedenheit wesentlich in Betracht kommende Frage, ob sich das Fett in solchen Fällen aus eiweissartigen Stoffen herausbilden könne, wird weiter unten ausführlicher besprochen werden.

Vom Fettgehalte der *Fäces* und des *Harns* in abnormen Zuständen wird im 2. Theile unter den betreffenden Capiteln ausführlicher die Rede sein.

Ursprung. Wenn wir erwägen, dass in den vegetabilischen Nahrungsmitteln sich bereits grössere oder geringere Mengen Fett vorfinden, und dass wir im thierischen Organismus gerade die gewöhnlichsten Fette des Pflanzenreichs hie und da in grossen Mengen angesammelt finden: so

1) *Virchow* und *Reinhardt*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 4, S. 30—64.

2) *Frerichs*, a. a. O. S. 14.

3) *Schultze*, de adipis genesi pathologica, Comm. praemio orn. Gryphiae 1852. p. 47 sqq.

werden wir geneigt, zu glauben, dass die Pflanzennahrung der Thiere ebensowohl ausreiche, um sie mit dem ihm nöthigen Fett zu versehen, als man gefunden oder berechnet hat, dass jene zum Ersatz der unbrauchbar gewordenen stickstoffhaltigen Gewebstheile hinreichende Mengen von eiweissartigen Stoffen enthalte. In diesem Glauben werden wir durch mehrere alltägliche so wie anatomische und rein physiologische Erfahrungen bestärkt. Jedem Oekonomen ist bekannt, dass der Ertrag der Kühe an Butter bei kräftigerem, fettreicherem Futter bedeutender ist, als bei fettärmerem, dass in nassen Jahren, wo die Fettbildung in den Pflanzen geringer ist, selbst bei sehr reichlichem Futter die Kühe zwar viel Milch aber weniger Butter, als in trocknen Jahren liefern. Wenn zwei übrigens gleiche Organismen unter gleichen Verhältnissen ungleich fette Nahrungsmittel geniessen, so wird sich auch in beiden ein Unterschied in der Fettablagerung zeigen. Es kann durchaus nicht zweifelhaft sein, dass wenigstens ein grosser Theil der Fette aus den Nahrungsmitteln in das Blut gelangt; wir dürfen nur den Chylus nach dem Genusse fettreicher Nahrungsmittel betrachten, um uns zu überzeugen, dass derselbe alsdann durch Fettbläschen in eine vollkommene Emulsion verwandelt ist, während er nach dem Genusse fettarmer Nahrungsmittel von den Lymph- oder farblosen Blutkörperchen bei weitem weniger getrübt erscheint; ja *Boussingault*¹⁾ ist es gelungen durch eine Reihe scharfsinniger Versuche nachzuweisen, dass vom Darmcanale aus innerhalb einer bestimmten Zeit nur gewisse Mengen von Fett in den Gesamtorganismus übergehen, dass aber alles überschüssig aufgenommene Fett unverändert mit den Excrementen wieder abgeht. So fand er bei Versuchen an Enten, dass selbst bei dem fettreichsten Futter (in welcher Form das Fett auch in solchem enthalten war) eine Ente in 24 Stunden nicht mehr als 19,2 grm. (also in 1 Stunde = 0,8 grm.) von den ersten Wegen aus aufzunehmen im Stande sei. Von *Bidder* und *Schmidt*²⁾ sind später an Hunden und Katzen ganz ähnliche Erfahrungen gemacht worden.

Es hatte sich in dem letztverflossenen Jahrzehent ein mit den Waffen der sorgfältigsten Analyse so wie mit dem grössten Scharfsinne durchgeführter Streit über die Frage erhoben, ob der thierische Organismus nicht auch die Fähigkeit besitze, aus andern Nährstoffen, als bereits präformirtem Fett, sich das ihm nöthige Fettmaterial zu erzeugen. *Dumas*, *Boussingault*³⁾ und einige andre Forscher⁴⁾ Frankreichs suchten durch directe Versuche zu erweisen, dass die pflanzenfressenden Thiere mit ihrer Nahrung hinreichendes Fett aufnehmen und dass der thierische Organismus

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 49, p. 447—425 et T. 25, p. 730—733.

2) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte u. Stoffwechsel. Mitau u. Leipzig 1853. S. 360 ff.

3) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 42, p. 453.

4) *Letellier*, Ann. de Chim. et de Phys. T. XI, p. 433. *Persoz*, Compt. rend. T. 48, p. 245. *Payen* und *Gasparin*, Compt. rend. T. 48, p. 797.

deshalb gar nicht das Bedürfniss habe, Fett zu erzeugen, während *Liebig* und seine Schule¹⁾ aus ganz ähnlich ausgeführten Versuchen zu der entgegengesetzten Ansicht geleitet wurden. Indem sie fanden, dass gewisse Thiere z. B. nach der Mästung mehr Fett enthielten, oder mit der Milch und den Excrementen mehr Fett entleerten, als sie in der Nahrung aufgenommen hatten: gelang es ihnen, den Beweis zu führen, dass der Thierkörper die Fähigkeit besitzen müsse, aus andern organischen Substanzen Fett zu bilden. Die Streitfrage kam leider deshalb lange Zeit nicht zur Entscheidung, weil beide Theile sich über das, was sie Fett in den Nahrungsmitteln nannten, nicht geeinigt hatten; die französischen Forscher nahmen nämlich alles für Fett, was sich aus den Vegetabilien durch Aether ausziehen liess, während *Liebig* natürlich nur das als Fett berechnete, was ausser der Löslichkeit in Aether alle übrigen Eigenschaften der Fette theilte. *Liebig* berief sich ausserdem auf früher von *Huber* angestellte und später von *Gundelach* wiederholte Versuche, welche zu beweisen schienen, dass die Bienen bei Fütterung mit reinem Zucker Wachs zu erzeugen im Stande seien. Später überzeugte sich *Dumas* mit *Milne Edwards*²⁾, dass die Bienen zwar nicht mit reinem Rohrzucker längere Zeit genährt werden könnten, dass sie aber bei dem Genusse eines sehr wachsaarmen Honigs aus dem Zucker desselben in der That Wachs zu erzeugen vermögen. *Boussingault*³⁾, *Persoz*⁴⁾ so wie andre haben sich später durch wiederholte Versuche an Schweinen, Enten und Kühen von der Richtigkeit der *Liebig'schen* Ansicht überzeugt, so dass jetzt wohl jener Streit als ausgekämpft zu betrachten ist.

Alle diese Versuche sind jedoch nur auf statistischem Wege (d. h. durch Vergleichung der Ausgaben mit den Einnahmen des Organismus) ausgeführt worden; sie liefern nichts mehr als den allgemeinen apodiktischen Beweis, dass unter manchen Verhältnissen Fett innerhalb des Thierkörpers gebildet werden müsse: allein vollkommen unbeantwortet lassen sie die Fragen: ob auch bei hinreichendem Fettgenuss der Thierkörper noch von seiner Fähigkeit Gebrauch mache, aus andern Substanzen Fett zu erzeugen? ferner wo eigentlich die Stätte sei, an der die Fettbildung vor sich gehe? und endlich auf welche Weise, durch welchen Process und nach welcher chemischen Gleichung sich das Fett aus Stärkmehl oder stickstoffhaltigen Stoffen herausbilde?

Was die erste nächstliegende Frage betrifft, ob sich der Organismus *stets seines Fettbildungsvermögens bediene*, so lässt sich diese nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse um so weniger beantworten, als die beiden andern Fragen erst eine genügende Antwort erfahren haben müssen, ehe sich über diese mit Sicherheit entscheiden lässt. Da selbst in

1) *Playfair*, Philosoph. Mag. T. 22. p. 284.

2) *Dumas* und *Milne Edwards*, Journ. de Pharm. et de Chim. 3 Sér. T. 44, p. 400.

3) *Boussingault*, Compt. rend. T. 20, p. 4726.

4) *Persoz*, ebendas. T. 24, p. 20.

den gewöhnlichen vegetabilischen Nahrungsmitteln nach *Boussingault* Fett genug enthalten ist, um das bei den Functionen des Thierkörpers verloren gehende wieder zu ersetzen, so sollte man glauben, dass nur bei Mangel an Fett in den Nahrungsmitteln, bei nicht ausreichender Fettzufuhr solches aus andern Stoffen erzeugt werde. Gegen diesen teleologischen Grund spricht jedoch, dass, wenn im thierischen Organismus einmal die Bedingungen zur Fettbildung gegeben sind, dieser Process gewiss auch von Statten geht ohne Rücksicht auf das Plus oder Minus zugeführten Fettes. Dass aber dieser Process abnormer Weise zuweilen excessiv wird, ist durch vielfache pathologische Erfahrungen erwiesen.

In Bezug auf die Stätte der Fettbildung ist man nach *Liebig*, *Scherer* und Andern darin ziemlich übereinstimmend gewesen, diese in den ersten Wegen zu suchen. An strikten Beweisen fehlt es aber dieser Ansicht; es hängt hierbei allerdings sehr viel davon ab, ob man das Fett aus eiweissartigen, also stickstoffhaltigen Materien oder aus Stärkmehl, Zucker und dergleichen stickstofffreien Substanzen entstehen lässt. Nach *Liebig's* Vorgänge ist die letztere Ansicht die gewöhnliche: allein gerade ihr widersprechen mehrere physiologische Thatsachen. Würde nämlich Fett schon in den ersten Wegen aus dem Stärkmehl der Vegetabilien gebildet, so müsste der Chylus gerade nach pflanzlicher Kost reicher an Fett erscheinen, als nach fettreicher animalischer Kost; so oft man auch seit *Tiedemann* und *Gmelin* hierüber Beobachtungen angestellt hat, immer hat sich das Gegentheil ausgewiesen d. h. nach vegetabilischer Nahrung ein fettärmerer Chylus. Andererseits hat aber auch *Boussingault*¹⁾ in seinen neueren Versuchen an Enten nie gefunden, dass der Fettgehalt der Darmcontenta nach Fütterung mit Stärkmehl oder Zucker sich vermehre, was doch gewiss der Fall gewesen sein würde, wenn schon hier eine Umwandlung solcher Stoffe in Fett statt fände. Auch *Thomson*²⁾ ist bei seinen Versuchen über den Einfluss verschiedener Futterarten auf die Erzeugung von Milch und Butter zu dem Schlusse gelangt, dass Zucker keinen Antheil an der Erzeugung des Fettes nimmt. Das Vorkommen wasserstoffreicher Gase im Darne, die bekannte Reduction schwefelsaurer Alkalien zu Schwefellebern bei der Verdauung im Darmcanale dürfte vielleicht eine Reduction der sog. Kohlenhydrate: Stärkmehl, Zucker u. s. w. nicht unmöglich erscheinen lassen, allein bei dem Mangel aller nähern Nachweise möchte diese Ansicht jenen Thatsachen gegenüber für jetzt kaum haltbar sein. *H. Meckel*³⁾ hatte zwar aus einigen Versuchen schliessen zu dürfen geglaubt, dass Zucker durch Galle in eine Art von Gährung versetzt werde, bei welcher jener in Fett übergehe: allein *Meckel*, der alles in Aether lösliche für Fett hielt, hatte zu beachten vergessen, dass sein ätherisches Extract nicht blos Fett, sondern auch die in Aether löslichen Producte

1) *Boussingault*, a. o. a. O.

2) *Thomson*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 228—243.

3) *Meckel*, de genesi adipis in animalibus. Diss. inaug. Hal. 1845.

Lehmann phys. Chemie. I.

zersetzter Galle enthielt; er gewann aus mit Zucker versetzter Galle nur deshalb mehr Aetherextract, als aus der ohne Zucker digerirten, weil durch die Gegenwart von Zucker die Zersetzung der Galle und die Bildung in Aether löslicher Producte (namentlich freier Gallensäuren) sehr beschleunigt wird. Man hat endlich noch das nicht, seltne Vorkommen von Buttersäure in den untern Parthien des Darmcanals als jener Ansicht günstig betrachtet, indem so gewissermaassen die stufenweise Heranbildung der Fette aus Amylon dargethan schiene: allein das übrige Verhalten der Buttersäure im thierischen Organismus (vergl. oben S. 57) so wie ihr keineswegs constantes Vorkommen im Dickdarm nach Genuss von Amylaceis, macht wenigstens jene Erfahrung nicht sehr beweiskräftig. So wie also die Thatsachen für jetzt vorliegen, hat es kaum den Anschein, als ob im Darmcanale aus Zucker und Stärkmehl Fett erzeugt werde, zumal da diese Stoffe nach *Boussingault's* und meinen Versuchen (vergl. Th. 3 »Verdauung«) viel zu schnell aus dem Darmcanale resorbirt werden, ehe sie einer Fettgährung hätten unterliegen können.

Liebig hat auf die Möglichkeit hingewiesen, dass auch aus stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln Fett erzeugt werden könne, indem er besonders auf die von ihm und unter seiner Leitung ermittelten Thatsachen aufmerksam machte, dass aus den eiweissartigen Stoffen auf sehr verschiedenen Wegen z. B. durch Fäulniss ebensowohl als durch Zersetzungen mit oxydirenden Substanzen namentlich flüchtige Fettsäuren erzeugt werden können (vergl. z. B. oben S. 55 und S. 60). Wir haben ferner in dem Obigen (S. 238) gesehen, dass sich zuweilen innerhalb des Thierkörpers in schwindenden oder überhaupt pathologisch afficirten Organen Fettlagerungen, namentlich in gewissen Zellen, bilden, welche dem Gedanken Raum geben, es möge hier, aus den zu Grunde gehenden stickstoffhaltigen Gewebstheilen unmittelbar an Ort und Stelle Fett erzeugt werden (auf die einzelnen, diese Frage betreffenden Thatsachen kommen wir Th. 3 »Stoffwechsel« ausführlicher zurück). Für diese Ansicht würden vielleicht auch einige der von *Boussingault* an Enten gemachten Beobachtungen sprechen. Dieser Naturforscher fand nämlich nach Fütterung der Enten mit fettfreiem oder fettarmem Albumin und Casein in den Darincontentis dieser Thiere immer mehr Fett, als nach längerem Hungern oder nach Fütterung mit Thon, Stärkmehl oder Zucker. Wollte man daher nicht eine Absonderung von Fett im Darmcanale und zwar nur nach dem Genusse stickstoffhaltiger Körper annehmen (eine Annahme, für die wir sonst kein Zeugniss haben), so müsste man zugeben, dass diesen Versuchen nach aus fettfreiem Eiweiss in den ersten Wegen etwas Fett erzeugt werde. Allein einerseits ist die Zunahme des Fettes im Darm nach Eiweissfütterung so gering und andererseits sind der Versuche auch so wenig, dass eine so wichtige Frage durch sie nicht zur Entscheidung gebracht werden kann. Es wäre übrigens nicht unmöglich, dass mit der Verdauung stickstoffhaltiger Nahrungsmittel eine vermehrte Gallenabsonderung verbunden sei, als bei stickstofffreien, und dass die Fette so wie die Zersetzungs-

producte der Galle in den angezogenen Versuchen das Aetherextract der Darmcontenta nach stickstoffhaltiger Nahrung vermehrt haben. Es ist aber bereits oben erwähnt, dass in den festen Excrementen fast nur in Aether lösliche Gallenresidua gefunden werden.

Da wir den vorliegenden Thatsachen nach den Sitz der Fettbildung in den ersten Wegen anzunehmen wenigstens für jetzt noch nicht berechtigt sind: so würden wir denselben wohl unter den im Blute ablaufenden Processen suchen müssen, wenn wir es nicht vorzögen, lieber offen zu bekennen, dass sich für jetzt über die Bildungsstätte des Fettes noch nichts Bestimmtes aufstellen lässt.

Es bliebe sonach die dritte Frage zu beantworten übrig, nämlich: wie das Fett sich aus andern Stoffen bilde, wenn nicht schon aus dem Vorstehenden hervorginge, dass uns zur Beantwortung dieser Frage jeder Anhaltspunkt abgeht. Kennen wir bei einem Prozesse die einzelnen Factoren desselben, seine Substrate nicht, so ist an eine wissenschaftliche Deutung desselben nicht zu denken; trotz dem hat man es nicht an Fictionen fehlen lassen, um die Entstehung des Fettes aus Zucker oder Proteïn zu veranschaulichen. Wir können zur Zeit solche Betrachtungen nur als durch chemische Zeichen deutbare Fictionen ansehen; möglich, dass spätere Erfahrungen der einen oder der andern mehr Stützen geben; für jetzt entbehren sie noch hinreichender wissenschaftlicher Grundlagen.

Nutzen. Wir können die Verwendung des Fettes im thierischen Körper betrachten als zu mechanisch-anatomischen Zwecken, zu physikalisch-physiologischen und chemisch-physiologischen.

Der Nutzen des in dem Bindegewebe des Thierkörpers abgelagerten Fettes ist zunächst fast nur ein rein physikalischer. Halten wir uns zunächst daran, dass das Fett im lebenden Körper meist flüssig angetroffen wird, so werden sich schon hieraus einige dem Thierkörper höchst nützliche Eigenschaften ableiten lassen. Obgleich nämlich das Fett in einzelne Fächer und Zellen eingeschlossen ist, so besitzt es doch trotz dem noch eine solche Beweglichkeit, dass es gleich freiem Wasser den Druck nach allen Richtungen hin gleichförmig fortpflanzt.

Es ist zwar jedem aus der Physik bekannt, dass eine mit Wasser vollgefüllte Blase sich nicht in jede beliebige Form bringen lässt, ohne zu zerplatzen; allein wir wissen, dass sich in einer solchen der von einer Seite her ausgeübte Druck nach allen Seiten hin gleichförmig verbreitet. Denken wir uns nun eine Menge solcher Blasen an einander gelegt und eingeschlossen in einen grössern Raum, so wird sich der auf eine Blase ausgeübte Druck durch alle andern fortpflanzen, und wir haben eine Vorstellung von der gleichförmigen Verbreitung eines äussern Drucks durch das adipöse Gewebe. Allein nicht bloß gegen äussere Stösse wird der Körper einigermaßen gesichert; auch beim Springen und Fallen nehmen die sich in die Gelenke hinein erstreckenden Havers'schen Drüsen den Stoss auf, und vertheilen ihn auf eine grössere Oberfläche, was nach physikalischen Gesetzen an sich den Stoss auf die ganze Oberfläche bedeutender machen muss, allein die Heftigkeit des Stosses auf jeden einzelnen kleinen Theil sehr mindert. Einen ganz ähnlichen Zweck hatte die Natur, als sie auf den Fusssohlen und der Tuberositas Ischii Fettpolster anbrachte; hier vertritt die Fettlagerung ganz die Stelle der Luftkissen, welche menschlicher Erfindungsgeist zum grössern Comfort geschaffen hat.

Schon *Alb. Haller* hob den grossen Nutzen hervor, den das Fett bei Ausfüllung der Zwischenräume ausübt, welche durch Muskeln, Knochen, Gefässe und Nerven stets übrig bleiben müssen.

Der kindliche und weibliche Körper verdankt seine runden Formen hauptsächlich der Einlegung von Fett in das Unterhautzellgewebe. Besonders wird aber hierdurch die grosse Beweglichkeit zwischen den einzelnen Organen und Organtheilen hergestellt. In jedem Theile des thierischen Körpers, wo wir grössere oder geringere Deposita von Fett antreffen, können wir diesen Zweck von der Natur verfolgt sehen. Das Fett dauert daher auch dort am längsten aus, wo es der Natur der Sache nach am nothwendigsten ist, wie am Herzen und in der Augenhöhle. Könnte sich ein so vielfach in sich selbst verschlungener Muskel, wie das Herz ist, so frei, so regelmässig, so leicht bewegen, wenn nicht die Lücken, welche die oft nach ganz entgegengesetzten Richtungen sich zusammenziehenden Muskelfaserbündel übrig lassen, nicht durch Fett ausgefüllt, und die von demselben ausgehenden Gefässe nicht so ganz in Fett eingehüllt wären? Wie würden die Augenmuskeln, ja das ganze Auge sich verhalten, wenn wir im Stande wären, aus der Orbita eines lebenden Menschen alles Fett zu entfernen? Die Muskeln würden ihren Dienst versagen, der Sehnerve würde gedrückt und alles Sehen aufgehoben werden. So finden wir auch in der rundlichen Bauchhöhle, durch welche sich der cylindrische Darmcanal hindurchschlängelt, alle Spalten und Lücken mit Fettmassen gleichsam ausgefüllt; überall, wo daselbst eine Lücke gebildet wird, finden wir im Netz, im Mesenterium und den appendices epiploicae alles mit Fett ausgestopft; es liegt auf der Hand, dass gerade dadurch alle Reibung und jeder heftige Stoss vermindert und die Möglichkeit einer freien peristaltischen Bewegung dem Darmcanale erst gegeben wird. Den untern Theil des Beckens finden wir vorzüglich mit Fett ausgefüllt, mit einer solchen nachgiebigen Masse, damit die daselbst befindlichen Excretionsorgane sich nach Belieben ausdehnen können. Welchen Anblick müsste ferner ein Gesicht darbieten, wenn alles Fett unter der Haut und aus den Muskeln desselben geschwunden wäre? Die Ausfüllung der knöchigen Ecken und Kanten und der schmalen Gesichtsmuskeln mit Fett ist das Kosmetikum, dessen die Natur sich bediente, um dem menschlichen Antlitze jenen unvergleichlichen Ausdruck zu geben, der es über alle Thiere erhebt. An den Extremitäten ist ein gleicher physikalischer Nutzen keineswegs zu verkennen, wenn auch dort noch das Fett zu andern Zwecken dienen mag.

Finden wir auch in den Extremitäten solcher, die ihre Muskeln stark anstrengen, wenig Fett, so ist dessen Menge doch immer noch hinreichend, um der erwähnten Function vorzustehen.

Das Fett als flüssiger Körper ist ferner ein sehr schlechter Wärmeleiter. Die Natur hat auch diese Eigenschaft des Fettes auf eine bewundernswerthe Weise benutzt, um den thierischen Körper gegen die nachtheiligen Einwirkungen starker Hitze oder Kälte, so wie des schnellen Temperaturwechsels überhaupt möglichst zu schützen.

Jeder, dem aus der Physik die Fortpflanzung der Wärme in flüssigen Körpern überhaupt bekannt ist, wird leicht einsehen, dass die Natur erst dadurch, dass sie das Fett in jene kleinen Zellen oder Fächer vertheilt, und so das Auf- und Absteigen der erwärmten oder erkälten Flüssigkeit hinderte, den genannten Zweck erreichte. Wir umgeben Feuerräume mit stagnirenden Luftschichten, um die Hitze möglichst zusammenzuhalten; wir würden aber diesen Zweck noch weit vollkommener erreichen, wenn es uns gelänge, die Luft in einzelne neben und über einander gestellte Fächer einer so wenig leitenden Materie, wie das Zellgewebe ist, einzuschliessen. Bedenken wir, welche ungeheure Anzahl von mit Fett erfüllter Zellen sich oft unter der Haut fetter Personen befindet, so können wir kaum begreifen, wie es möglich sei, dass ein übrigens gesunder Mensch den Tod durch grosse Kälte

finden kann. *E. H. Weber*¹⁾ hat sich jüngst überzeugt, dass bei Seehunden alles Fett im Unterhautzellgewebe angesammelt sei und dass dieses gewöhnlich eine Dicke von 44^{mm} habe, eine Erfahrung, die in ähnlicher Weise *Rapp*²⁾ früher an den Cetaceen gemacht hatte. Nach einer Mittheilung *Ludwig's*³⁾ soll auch bei Polarbewohnern fast alles Fett des Körpers nur im Panniculus adiposus der Haut angesammelt sein.

Darum finden wir auch den ganzen Unterleib so mit Fett erfüllt und bedeckt, damit daselbst immerwährend eine höchst gleichmässige Temperatur erhalten werde, so wie sie zu den gerade dort in mannichfachster Art vor sich gehenden chemisch-physiologischen Processen durchaus erforderlich ist; darum dient das fettreiche Netz den Unterleibeingeweiden noch als besondere Hülle. Aus demselben Grunde sind die weiblichen Brüste so mit Fett durchzogen, da diese so frei liegenden Organe bei Mangel an einer schützenden Hülle sehr bald ihre Function nicht mehr würden verrichten können; dagegen ist in den Hoden gar kein Fett und im Scrotum nur wenig enthalten, da diese Organe ihrer Natur nach mehr kühl erhalten werden sollen und müssen, wie uns die traurigen Folgen des nicht erfolgten adscensus testicularum lehren. Im Allgemeinen würde die thierische Wärme sich gewiss nicht so gleichförmig im Körper erhalten, wenn nicht alle Organe, wo Stoffwechsel stattfindet, in Fett eingehüllt wären; sehen wir nicht, wie geflissentlich Phthisiker, Greise und Convalescenten die Sonne suchen, wie gern sich abgemagerte Thiere sonnen?

Vielleicht ist auch noch zu erwägen, dass das Fett nächst dem Wasser die grösste *Wärmecapazität* besitzt, es also grosser Wärmemassen bedarf, um den Fettpanzer zu durchwärmen. Dass das Fett in der That den hier ausgesprochenen Nutzen hat, geht wohl auch daraus hervor, dass die Völker der Tropenländer ebenso gut wie die des äussersten Nordens sich die Haut mit Fett einreiben, um sich vor allzugrosser Hitze oder zu grosser Kälte zu schützen.

Dass das geringe specifische Gewicht der Fette dem thierischen Körper in vielfacher Hinsicht von Nutzen sei, bedarf kaum weiterer Erwähnung.

Das Schwimmen würde ohne Fett fast unmöglich sein; allein sehen wir das Schwimmen auch nicht für eine nothwendige Fähigkeit des menschlichen Körpers an, so werden wir doch den Nutzen des Fettes in dieser Hinsicht einsehen, wenn wir erwägen, dass, wären die Muskeln nur eines Armes mit reinem Wasser anstatt mit Fett ausgefüllt, die Kraft der ohnedies mehr zur Schnelligkeit als zur Ueberwindung eines Widerstandes geeigneten Muskeln gewiss bedeutend geschwächt werden müsste; denn sicherlich hängt in dem hydroys anasarka die Muskelschwäche nicht blos von der Spannung und der krankhaften Verminderung der Muskelthätigkeit ab, sondern zugleich auch von der durch die Wasseranhäufung und Fettverminderung bedingten Schwere der ganzen Extremität.

Eine der bekanntesten Eigenschaften der Fette ist die, andre Körper geschmeidig und die Reibung zwischen sich bewegenden Theilen so wie die Sprödigkeit der Körper möglichst gering zu machen. Dieser Nutzen liegt rücksichtlich der Muskelbewegung und der Gelenkdrehung auf der Hand.

Vorzüglich möchten wir aber in dieser Hinsicht den Nutzen des Fettes in den Knochen hervorheben. Das Fett macht die erdigen Knochen unstreitig viel geschmeidiger, wie sich leicht aus der grossen Sprödigkeit macerirter Knochen er-

1) *E. H. Weber*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig. 1850. S. 410—413.

2) *Rapp*, die Cetaceen. Stuttgart 1837. S. 113.

3) *Ludwig*, Lehrb. d. Physiol. d. M. Th. 1, S. 28.

sehen lässt; vorzüglich leuchtet dies ein bei der Krankheit der Knochen, die man mit dem Namen der Osteomalacie der Erwachsenen belegt hat; in dieser Krankheit, wo der Verlust an Knochenmaterie ausserordentlich gross ist, so dass ein solcher Knochen nach dem Maceriren wie aus Gaze gewebt erscheint, sind die meisten Zwischenräume der Knochen völlig mit Fett ausgefüllt; es scheint beinahe, als wolle hier die vis naturae medicatrix die Eigenschaft der Knochen, deren sie in diesem Uebel verlustig gehen, wenigstens einigermassen durch eine übergrosse Fettanhäufung ersetzen.

In den Rippenknochen eines an ausgebildeter Osteomalacie Leidenden fand ich 56,92% Fett neben 24,665% andrer organischer Materie, 45,881% phosphorsaurem und 2,534% kohlensaurem Kalk.

Der Nutzen des Fettes in mechanischer Beziehung ist nach dem allen so überaus klar, dass es überflüssig, ja langweilig erscheinen müsste, noch mehr darüber zu sagen. Wären negative Beweise noch zulässig, so könnte man hinzufügen, dass im Gehirn, in den Lungen sich nie oder höchst selten Fettablagerungen zeigen, da hier das Fett mechanisch nur schaden könnte; äusserer Druck und einige Grade Wärme mehr würden diesen Organen nur schaden. An der Eichel vermissen wir Fett, weil es hier unstreitig die Reizbarkeit dieses Organs beeinträchtigen würde.

Ehe wir zur Betrachtung des chemisch-physiologischen Nutzens der Fette übergehen, sei es noch erlaubt, nur kurz die Ansicht zu berühren, welche lange Zeit in der Physiologie so viel Geltung hatte, dass nämlich jenes im Bindegewebe abgelagerte Fett nichts als ein Nahrungsdepot sei. Dieser in der frühern naturphilosophischen Weise hingestellte Satz fand in allgemeineren Betrachtungen über das Fett- und Magerwerden der Thiere und Menschen unter verschiedenen physiologischen oder pathologischen Verhältnissen manche Bestätigung: allein nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft finden solche zu generell aufgefasste Anschauungsweisen keine Geltung mehr. Wir denken uns nicht mehr, dass im Haushalte der belebten Organismen ein besonderer Verwalter unter dem Titel: Lebenskraft angestellt ist, der in Zeiten des Ueberflusses sammelt und aufspeichert für die Zeiten der Noth; wir wissen aber, dass der Process der Fettablagerung in dem Bindegewebe nicht so einfach ist und dass seine Resorption nicht so leicht erklärlich ist, wie man sonst wohl glaubte. Man darf sich nämlich nicht vorstellen, dass das Fett ganz einfach sich in den Interstitien des Zellgewebes ansammle und aus diesen etwa ebenso schnell wieder weichen könne, wie etwa zuweilen das darin angesammelte Wasser beim Hydrops anasarka. Das Fett ist in den Zwischenräumen des Bindegewebes nicht frei enthalten, sondern noch in besondern von einer eiweissartigen Hülle umgebenen Zellen eingeschlossen, denen es anfangs nicht an einem Nucleus, dem sog. Kytoblasten, fehlt. Das Fett sammelt sich also im Zellgewebe nur unter Vermittlung der Zellenbildung an; um so schwieriger ist es daher auch in vielen Fällen zu erklären, wie das Fett so schnell aus dem Bindegewebe schwinden kann. Man ist nicht einmal darüber völlig einig, ob mit dem Fette bei dessen Resorption zugleich auch die ganze Zelle resorbirt wird oder ob diese, wie Gurll¹⁾ behauptet, anstatt des Fettes mit Serum erfüllt zurückbleibt. Um die an Menschen und Thieren im gesunden wie im krankhaften Zustande gemachten Beobachtungen über Fettzunahme oder Abnahme zu deuten, dürfen wir uns nur erinnern, dass die Fettzellen gleich den meisten thierischen Zellen in immerwährender Wechselwirkung zu der übrigen Säftemasse und daher besonders zum Blute stehen. Die Constitution des Blutes reflectirt sich in allen thierischen Theilen, und endosmotische Strömungen und Gegenströmungen müssen alsbald eintreten, sobald eine der betreffenden Flüssigkeiten eine Veränderung erleidet. Es ist gar nicht nöthig, dass wir mit *Mascagni* für jede Fettzelle eine Arterie und eine Vene annehmen, schon die bis jetzt erforschten Verhältnisse der Endosmose machen uns die verschiedenen Erfolge jener Wechselwirkung

1) Gurll, Physiol. S. 20.

zwischen Nahrungssaft und Fettzelle erklärlich. Bei schnellem Abmagern, zumal in jenen Zuständen, die man heutzutage Anämie zu nennen pflegt, z. B. nach wiederholten Aderlässen, nach andern Säfteverlusten, nach Typhus und andern schweren Krankheiten sammelt sich oft das Fett im Blute an, während es im Unterhautzellgewebe geschwunden ist. Umgekehrt scheint wieder nach anämischen Zuständen, wenn das Blut seine normale Beschaffenheit noch nicht wieder erlangt hat, die Fettzellenbildung schneller von Statten zu gehen, als die Reproduction andrer Gewebe; daher nach Typhus und andern Krankheiten, die Anämie zur Folge hatten, sehr oft eine reichlichere Fettablagerung beobachtet wird. Wenn wir am Schlusse der physiologischen Chemie über die Gesammterscheinungen der Ernährung sprechen werden, kommen wir ohnedies auf diesen Gegenstand ausführlicher zurück.

Liebig hat zuerst dargethan, dass die Fette hauptsächlich zur Erregung und Unterhaltung der thierischen Wärme beitragen. Es ist eine der scharfsinnigsten Deductionen *Liebig's*, nach welcher er die Nahrungsmittel in eigentliche plastische Nährstoffe und in Respirationsmittel eintheilt, und den letztern insbesondere die Function zuerkennt, die thierische Wärme zu erzeugen. Da wir später bei den Processen der Respiration und Ernährung auf die *Liebig'sche* Ausführung dieser Ansichten ausführlicher zurückkommen müssen, so unterlassen wir es, hier dieselben näher zu beleuchten.

So viel sei aber schon hier zu erwähnen gestattet, dass, wie paradox und apodiktisch auch Manches in *Liebig's* Deductionen hingestellt sein mag, doch von jener Zeit an eine neue Aera der physiologischen Chemie datirt, in der über den ganzen Haushalt des thierischen Organismus ein helleres Licht verbreitet wurde. Bei der oft sehr aphoristischen Darstellungsweise *Liebig's* konnte es nicht fehlen, dass er vielfach missverstanden und seine Ansichten oft missdeutet wurden; so haben Manche annehmen zu müssen geglaubt, dass das Fett einfach in's Blut übergeführt werde und dort nur dazu diene, um alsbald wieder gleich dem Oele in der Lampe oder der Kohle in der Dampfmaschine verbrannt zu werden; bei genauer Einsicht der *Liebig'schen* Schriften überzeugt man sich leicht, dass eine so rohe Ansicht von der Sache nicht die Meinung *Liebig's* ist.

Theoretische Gründe hatten schon längst in mir die Ueberzeugung gebildet, dass die Fette zu den thätigsten Vermittlern der thierischen Stoffmetamorphose gehören. Durch zahlreiche Versuche und Beobachtungen wurde die subjective Ueberzeugung zur objectiven Erkenntniss. Nachdem ich zuerst durch Versuche über Milchgährung¹⁾ nachgewiesen hatte, dass dieser Process in zucker- und stärkehaltigen Flüssigkeiten durch eiweissartige Körper nur unter Concurrenz von Fett erregt werden könne, fand ich auch, dass bei der Verdauung im Magen zur Umwandlung und Auflösung der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel immer eine gewisse, wenn auch geringe Quantität Fett nothwendig sei. Auch *Elsässer*²⁾ hat die Erfahrung bestätigt, dass bei Versuchen über künstliche Verdauung durch

1) *Lehmann*, *Simon's* Beiträge. S. 63—77.

2) *Elsässer*, Magenerweichung der Kinder. S. 443.

Fett die Auflösung der Nahrungsmittel auffallend beschleunigt wird. An Hunden mit künstlichen Magen fisteln kann man sich leicht überzeugen, dass fettarmes Fleisch, besonders aber künstlich entfettete eiweissartige Stoffe längere Zeit im Magen verweilen, also längere Zeit zu ihrer Umwandlung bedürfen, als dieselben Stoffe, wenn sie gleichzeitig mit etwas Fett versetzt oder imprägnirt sind. Ein Ueberschuss von Fett wirkt dagegen der Verdauung wieder nachtheilig.

Welchen speciellen Antheil das Fett an der weitem Umwandlung der verdauten Nahrungsmittel, an der Chylus- und Blutbildung habe, lässt sich freilich in einzelnen Beziehungen nicht nachweisen: allein man darf nur die Darmzotten während der Verdauung beobachtet und die einzelnen bald mit klarem Fett erfüllten, bald von grumöser Materie ausgedehnten Zellen derselben gesehen haben, man darf nur durch die mikroskopische und chemische Vergleichung des Fettgehaltes des Chylus in den feinsten Chylusgefässen mit dem Inhalte des Milchbrustganges auf die verschiedene Menge und Beschaffenheit des Fettes in beiden Flüssigkeiten aufmerksam geworden sein, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, dass auch hier das Fett nicht bloß resorbirt werde, sondern gleichzeitig auch auf die Umwandlung der albuminösen Bestandtheile des Nahrungssaftes Einfluss ausübe. Und würde wohl das Fett so hartnäckig einzelnen Blutbestandtheilen und zwar unter verschiedenen Modificationen anhaften, wenn es nicht von einigem Einfluss auf deren Entstehung oder Umwandlung wäre? Oder sollen wir das Fett in den animalischen Nerven, welches wir aus diesen durch Kochen mit Alkohol oder durch Digestion mit Aether so herausziehen können, dass die einzelne Nervenfasern einem hohlen Cylinder mit dicken Wänden gleicht, völlig nutzlos dort abgelagert glauben und ihm alle Mitwirkung bei der Function des Nervensystems absprechen?

So entschiedene Gegner teleologischer Erklärungen wir sind, so sehr müssen wir doch bei noch dunkeln Gegenständen die Wichtigkeit der Fragen nach Gründen und Zwecken anerkennen, da diese, wie es in der Naturforschung fast immer geschehen ist, uns den Weg zur Erforschung der Ursachen und somit zur Erklärung der Erscheinungen anzeigen.

Wir haben oben bereits zweierlei Arten von thierischen Zellen kennen gelernt, in welchen das Fett einen Hauptbestandtheil ausmacht, nämlich die eigentlichen Fettzellen und gewisse Arten von Körnchenzellen (sog. Entzündungskugeln) in der Milch (*Corps granuleux*, Colostrumkörperchen), in den Sputis bei chronischem Katarrh, in alten apoplektischen Heerden u. s. w. (s. *F. T. 11. F. 2* u. *T. 12. F. 1* u. *3*). Das Fett spielt aber nach den neuesten Forschungen der ausgezeichnetsten Physiologen fast bei jeder Art von Zellenentwicklung eine äusserst wichtige Rolle; ja die meisten stimmen darin überein, dass das Fett geradezu die erste Anlage zur Bildung einer Zelle liefere. *Ascherson*¹⁾ hat bekanntlich zuerst

1) *Ascherson*, Müller's Arch. 1840. S. 49.

diesen Punkt hervorgehoben, als er die Entdeckung gemacht hatte, dass um einen in eine Eiweisslösung gebrachten Fetttropfen sich immer Eiweiss verdichte; wenn nun aber auch die Sache sich nicht so einfach verhält, wie *Ascherson* sich dieselbe vorgestellt hat, so ist doch von keinem Physiologen, möge er nun der alten von *Schwann* aufgestellten und von *Kölliker* wieder verteidigten Theorie der Zellenentwicklung oder der *Henle'schen* Ansicht oder der von *Reichert* folgen, die Gegenwart des Fettes in der entstehenden Zelle und seine Wichtigkeit für die erste Anlage derselben geläugnet worden. Die Kernkörperchen bestehen nach *Hünefeld*, *Nasse* und Andern durchgängig aus Fett. In frisch ausgeschiedenem oder gebildetem Plasma findet sich stets mehr freies Fett, als in demjenigen, aus welchem sich schon Kerne oder Zellen abgelagert haben; recht deutlich ist dies z. B. aus *H. Müller's*¹⁾ schöner Arbeit über den Chylus und die histologischen Elemente desselben zu ersehen; die durch Fett bedingte nebelartige Trübung des Chylus schwindet in dem Grade, als Körnchen, Klümpchen und Zellen in demselben entstehen; Eiterserum enthält ferner weit weniger Fett, als Eiterkörperchen. Auch im Blute finden wir das Fett vorzugsweise in den Zellen und im Faserstoff abgelagert, der granulöse Inhalt vieler Blutkörperchen ist Fett. Alle plastischen Exsudate sind reicher an Fett als die nicht plastischen; die letzteren, wie hydropische Flüssigkeiten und Tuberkelmassen enthalten wohl zuweilen viel Cholesterin, aber sehr wenig eigentliches Fett, wogegen die wuchernden zellenreichen Krebse sehr fettreich sind.

Auch im Eiter senken sich zuweilen die Eiterkörperchen einige Linien unter das Niveau der Flüssigkeit: ich verglich den Fettgehalt solchen Eiterserums mit dem Eiter, aus dem sich die Körperchen nicht weiter senkten, und fand in zwei mit verschiedenem Eiter angestellten Versuchen das eine Mal im festen Rückstande des Serums (in welchem das Fett doch hauptsächlich hätte suspendirt sein sollen, da es von der Oberfläche des Eiters, der längere Zeit gestanden hatte, genommen war) nur 7,13% Fett, in dem dichtern Eitersedimente dagegen 18,41%, in dem andern Falle im Serumrückstande 9,084%, in dem des Eiters = 17,14%. Recht deutlich kann man übrigens den Unterschied zwischen dem Fettgehalte des Eiterserums und der Eiterkörperchen sehen, wenn man das Sediment so wie das Serum von gutem Eiter für sich in wohlverschlossenen Gefässen längere Zeit stehen lässt: beide Flüssigkeiten werden sauer und scheiden Fette und Fettsäuren aus, allein das Serum sehr wenig, während man in dem sauer gewordenen Eitersedimente durch das Mikroskop eine zahllose Menge der schönsten Krystallisationen von Margarinsäure und auch von Margarin neben Cholesterin entdeckt.

Was die Fette des Blutes betrifft, so sind auch sie zum grössten Theile in den Zellen des Bluts, in den sog. Blutkörperchen abgelagert. Ich fand in 100 Th. wohltrockneter Blutkörperchen (deren Reindarstellung im zweiten Th. dieses Werks auseinandergesetzt ist) aus Rindsblut in einem Versuche = 2,214%, in einem andern = 2,234% Fett; im Faserstoff derselben beiden Proben von Rindsblut 3,218% und 3,189% Fett; in 100 Th. des festen Serumrückstandes = 1,821 und 1,791 Th. Fett. Leider sind die Blutkörperchen fast noch gar nicht auf ihren Fettgehalt untersucht worden; im Uebrigen aber führt ein Vergleich mit den Blutanalysen anderer Forscher zu demselben Resultate.

1) *H. Müller*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 2, S. 233.

Was die Fettarmuth der Tuberkeln betrifft, so ist zu bemerken, dass man in den jungen Tuberkelablagerungen, namentlich in den sog. gallertartigen Tuberkeln, unter dem Mikroskop oft zwar sehr viel Fettbläschen entdeckt, dass aber graue, feste Tuberkeln bei der chemischen Analyse nur sehr wenig Fett enthalten, namentlich wenn es gelingt, das gar nicht zu den Fetten gehörige und doch immer dazu gerechnete Cholesterin abzuscheiden. In einer grauen Tuberkelmasse fand ich einmal nur 3,54% der wohlausgetrockneten Masse, während sich fast in jedem andern Gewebe weit mehr Fett findet. *Becquerel* und *Rodier*¹⁾ fanden übrigens die verseiften Fette im Blute bei Tuberculosis mehr vermindert, als in jeder andern Flüssigkeit.

Der Nutzen des Leberthrans, der sich auch von dem in der Medicin jetzt so Mode gewordenen Scepticismus nicht ableugnen lässt, fände hierin vielleicht eine Deutung; wir haben immer geglaubt, dass weniger die geringe Menge Jod des Leberthrans als das eigentliche Fett seine Wirksamkeit gegen gewisse Krankheitszustände bedingt, und auch erfahrene Praktiker (*Oppolzer*) haben z. B. Mandelöl und ähnliche Oele ebenso wirksam gefunden, als den abscheulichen Leberthran. Was aber der Leberthran, wenn man ihn als reines Verbrennungsmaterial (aus Missverständniß der *Liebig'schen* Ansichten²⁾) betrachtet, in einer Krankheit nützen soll, wohnedem die Lunge so verstopft oder degenerirt ist, dass an eine zu reichliche Oxydation der Blutbestandtheile nicht zu denken ist, das kann nur der begreiflich finden, der keinen Begriff von Tuberculose oder von Lungenschwindsucht hat. Es bedarf keiner chemischen Analysen, um den Fettreichtum des Zellenkrebses und des Sarkoms nachzuweisen; wer nur ein Paar solcher Geschwülste mikroskopisch untersucht hat, wird diese ganz gewöhnliche Erfahrung bestätigen können.

Wenn wir nun alle diese Thatfachen zusammenfassen, so werden wir fast unwillkürlich zu der Ueberzeugung gedrängt, dass gerade bei den wichtigsten und geheimnißvollsten Processen, bei der Zellen- und Gewebsbildung das dabei stets concurrirende Fett eine höchst wichtige Rolle spiele. Wir können nicht glauben, dass das Fett bei allen diesen Processen bloss zufällig auftrete, sondern vielmehr ebenso wie bei der Milchgährung und Verdauung selbst mit zur Umwandlung der stickstoffhaltigen Nährstoffe in Zellen und Fasermasse wesentlich beitrage, und dass, wenn es dereinst gelingen sollte, eine chemische Gleichung für die Bildung und Function gewisser Zellen aufzustellen, in dieser das Fett ein integrierender Factor sein werde; ja es ist unmöglich zu glauben, dass das Fett bei der lebhaften Thätigkeit der Zellenaction ohne Einfluss auf die Umwandlung der Substanzen, die es begleitet, bleiben und ohne Rücksicht auf diese nur seinen eignen Anziehungen zum Sauerstoff oder zum Alkali folgen sollte.

Wenn nun aber das Fett in den verschiedensten Phasen der thierischen Stoffmetamorphose als wichtiger Vermittler auftritt, so können wir seine Wirkung gewiss nicht auf einen blossen Contact oder einen sog. katalytischen Einfluss schieben, sondern wir werden rationeller Weise annehmen müssen, dass es bei jenen Processen selbst mit in die Metamorphose eingehe und Umwandlungen, Verbindungen und Zersetzungen erleide. Nur diejenigen Chemiker, welche, in dem Wahne einen *Liebig*

1) *Becquerel* und *Rodier*, *Gaz. méd.* 1844. No. 54.

2) *Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 58, S. 84—89.

verstanden zu haben, sich von ihrem abstract chemischen Standpunkte aus eine Physiologie machten und ausmalten, ganz so wie die Naturphilosophen auch die Gesetze der Naturforschung a priori construiren wollten; nur diese konnten den thierischen Körper für einen Sparofen halten und das Fett als einfaches, rohes Brennmaterial ansehen. Es ist aber die Aufgabe der physiologischen Chemie, die chemischen Erscheinungen im Thierkörper und die einzelnen Stoffe in ihren einzelnen Umwandlungsphasen zu verfolgen und dann erst ein Bild über das Grosse und Ganze des Chemismus im lebenden Körper zu entwerfen. So würde es auch unphysiologisch, unwissenschaftlich sein, wollte man der Physiologie Genuge gethan zu haben glauben, wenn man beweist, dass das Fett endlich zu Kohlensäure und Wasser zergehe. Es ist vielmehr Sache der physiologischen Chemie nachzuweisen, ob das Fett oder vielmehr dessen Säuren, nur als solche allmählig immer je zwei Atome Kohlenwasserstoff verlieren, d. h. sich, in der generellen Formel erhaltend, in die Säuren der ersten Gruppe verwandeln und dann endlich in Kohlensäure und Wasser sich auflösen, oder ob die Fette bei ihrer Umwandlung im Thierkörper mit zur Bildung anderer bekannter Thiersubstanzen beitragen. Leider ist nach dem heutigen Stande unsrer positiven Kenntnisse diese Frage nicht entscheidend zu beantworten, und es möchte daher besser sein, unsre Unwissenheit geradezu zu bekennen, als uns in leeren Muthmaassungen zu ergehen, wenn nicht mehrere chemische und physiologische Erfahrungen der Ansicht einigen Halt gäben, dass die Fette noch zur Bildung anderer Substanzen verwendet würden, die nicht als blosse Oxydationsproducte derselben zu betrachten sind.

Da wir im Blute und andern thierischen Flüssigkeiten, namentlich der Galle, so viel verseifte Fette finden, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass die erste Veränderung der Fette in einer Zerlegung derselben in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren bestehe. Nehmen wir eine allmähliche Oxydation der Fette an, so dass ihr Kohlenwasserstoffradical schrittweise um 2 Atome Kohlenwasserstoff vermindert wird, so ist es nur auffallend, dass wir gerade jene Fettsäuren, welche die Stufenleiter von der Caprinsäure zur Margarinsäure bilden, im Pflanzenreiche und nicht im Thierkörper wiederfinden; mag also die Heranbildung zu Fettsäuren mit hohem Atomgewichte im Pflanzenreiche so allmählig von Statten gehen, so scheint dies mit der Zurückbildung im Thierreiche nicht in gleicher Weise zu geschehen; denn hier finden wir ausser der Margarinsäure und Stearinsäure kein Fettradicale von der Formel: $C_n H_{n-1}$. Es scheint also, als ob die vom Glycerin getrennten Fettsäuren (von der Verwendung des Glycerins war bereits oben S. 229 die Rede) complicirtere Verbindungen und Umwandlungen eingingen, in denen wir nicht so leicht ihre Gegenwart errathen oder nachweisen können. Wir haben nun in dem Obigen (S. 124) wahrscheinlich gemacht, dass die Hauptsäure der Galle, die Cholsäure, eine gepaarte Fettsäure sei; chemische Versuche

wiesen in ihr Oelsäure nach, ohne dass diese geradezu daraus abgeschieden werden konnte.

Dass jene Ansicht über die Constitution der Cholsäure nur eine Hypothese ist, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden; man kann sich daher die Cholsäure aus Fett auch noch auf mehr als eine andere Weise entstanden denken. So hat z. B. C. Schmidt¹⁾ die sehr plausible Hypothese aufgestellt, dass bei der Fettmetamorphose im Thierkörper aus den neutralen Fetten, d. i. dem fettsauren Glycerin, sich Zucker und Cholsäure (Cholals. Str.) bilde; es ist nämlich eine interessante Erfahrung, dass, wenn wir uns $\frac{1}{7}$ des Wasserstoffs des Glycerins (= $C_6 H_7 O_5$) substituirt denken durch 4 Aeq. Sauerstoff, wir die Formel wasserfreien Krümelzuckers (= $C_6 H_6 O_6$), und wenn wir die Fettsäure (entsprechend der generellen Formel der festen Fettsäuren = $C_n H_{n-1} O_2$) = $C_{46} H_{47} O_2$ annehmen, und uns in dieser wieder 7 Aeq. Wasserstoffs durch Sauerstoff ersetzt denken, die Formel der Cholsäure = $C_{46} H_{39} O_9 \cdot HO$ erhalten.

Nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen lässt sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden, welche von diesen beiden Ansichten der Wahrheit näher kommt, die Schmidt'sche oder die von mir aufgestellte; vielleicht ist keine von beiden richtig. Indessen dünkt uns gegen die Schmidt'sche Hypothese und zu Gunsten der unsrigen zu sprechen: dass uncopulirte Säuren von 9 At. Sauerstoff in der Chemie mindestens sehr ungewöhnlich sind, dass Oelsäure, aber nicht die festen Fettsäuren (von der generellen Formel $C_n H_{n-1} O_2$), die Peltenkofer'sche Reaction geben, und besonders, dass im Lebervenenblute sich bei weitem weniger öliges Fett vorfindet, als im Pfortaderblute (relativ aber mehr festes). Was aber dagegen der Ansicht von Schmidt sehr viel Werth giebt, ist dies, dass sie gleichzeitig die in der Leber vor sich gehende Zuckerbildung (s. unten »Krümelzucker«) erklärt. Indessen lassen mich andere Vergleichsanalysen des Pfortader- und Lebervenenbluts²⁾ doch mehr auf eine Bildung des Leberzuckers aus Proteinkörpern schliessen. Die Bildung der Cholesterinsäure, welche Redtenbacher bei Zerlegung der Cholsäure durch Salpetersäure neben den bei gleicher Behandlung aus der Oelsäure hervorgehenden Producten beobachtete und die als Kohlenhydrat ($C_6 H_6 O_6$) betrachtet werden kann, könnte eine Andeutung dafür abgeben, dass ein Kohlenhydrat neben Oelsäure in die Zusammensetzung der Cholsäure einginge.

Für die Ansicht, dass ein Theil des Fettes mit zur Gallenbildung verwendet werde, sprechen aber auch mehrere physiologische und pathologische Erfahrungen.

Physiologische Thatsachen, welche diese Ansicht einigermaassen stützen können, sind folgende: bei genauer Beobachtung der Entwicklung des Hühnchens im Ei wird man sich kaum des Glaubens erwehren können, dass ein Theil des Fettes im Dottersacke gegen das Ende der Bebrütung hin, wo sich derselbe in die Bauchhöhle hineinzieht und an die Leber anlegt, in gallige Substanz verwandelt werde; jeder Physiolog, der sich mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, wird die grünliche Färbung, die sich oft, jedoch nicht immer recht deutlich, am Dottersacke und besonders im Verlaufe der Venen desselben zeigt, bemerkt haben; einmal fand ich diese Färbung so intensiv, dass ich den ganzen Dottersack nebst Inhalt zunächst mit kochendem Alkohol behandelte und dann nach der

¹⁾ C. Schmidt, Charakteristik der Cholera. S. 463.

²⁾ Lehmann, Ber. d. kön. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipz. 1854. S. 463.

oben (S. 124) beschriebenen Methode auf Galle untersuchte; in der That wurde auch durch die *Pettenkofer'sche* Probe die gewöhnliche Gallenreaction erhalten. Die Venen des Dottersackes gehen in die Leber, und bekannt ist, dass überhaupt die Gefäße des Dottersacks den Dotter resorbieren und ihn in die Leber überführen (dass aber nicht, wie man früher annahm, der Dotter durch den Ductus vitello-intestinalis in den Darm und von dort aus durch die Gallengänge in die Leber gebracht werde). Die Leber selbst dient in dieser Periode nicht der Gallenbildung oder Gallenausscheidung (denn ich habe mich an menschlichen und thierischen Embryonen öfter überzeugt, dass zu dieser Zeit die Gallenblase gar keine Galle enthält), sondern wie *E. H. Weber*¹⁾ und *Kölliker*²⁾ nachgewiesen haben, hauptsächlich zur Bildung farbloser und gefärbter Blutkörperchen.

Das *Pfortaderblut*, aus welchem bekanntlich die Galle vorzugsweise gebildet wird, zeichnet sich vor allem andern Blute, sei es venös oder arteriell, durch seinen grossen Reichthum an Fett aus, auf welchen schon früher *Simon* und *Schultz* hingewiesen, den aber in neuerer Zeit *Fr. Chr. Schmid*³⁾ durch genaue quantitative Analysen bestätigt hat. Letzterer fand die Fette des Pfortaderblutes gegen die des Jugularvenenblutes so überwiegend, dass er hierin den wesentlichsten Unterschied beider Blutarten sucht. Wer das Pfortaderblut selbst untersucht, wer es mit dem Lebervenenblute oder dem anderer Venen verglichen hat, wird fast unwillkürlich dazu gedrängt, dem ölreichen Fette, welches im Pfortaderblute in überwiegender Menge, im Lebervenenblute in nur geringer Menge enthalten ist, einen wesentlichen Antheil an der Gallenbildung beizumessen; denn das Blut ist bei seinem Eintritte in die Leber reich an Elain, bei seinem Austritte aus derselben dagegen sehr arm daran; das Fett des Lebervenenblutes ist daher auch viel consistenter und enthält relativ mehr Margarin. Durchschnittlich sind in 100 Th. des festen Rückstandes des Pfortaderblutes 3,225 Th., in dem des Lebervenenblutes aber nur 1,885 Th. Fett enthalten. Es geht also mehr Fett in die Leber hinein, als herauskommt.

Lässt man Thiere lange Zeit *hungern*, so magern sie bekanntlich sehr bald ab; in den Harn gehen noch stickstoffhaltige Bestandtheile als Producte untauglich gewordener Gewebsmasse in entsprechenden Mengen über, wogegen die Leber bei vollgefüllter Gallenblase fortwährend Galle in den Darm ergiesst, wie sich *Magendie*⁴⁾ überzeugt hat und auch die Versuche von *Bidder* und *Schmidt*⁵⁾ an mit Gallen fisteln versehenen und zu Inanitionsversuchen verwendeten Katzen und Hunden ausweisen. Wo soll hier die Leber das Material zur Gallenbildung hernehmen; der Urin

1) *E. H. Weber*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 160—164 und Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1850. S. 15—29.

2) *Kölliker*, ebend. Bd. 4, S. 112—160.

3) *Schmid*, Heller's Arch. Bd. 3, S. 487—521 u. Bd. 4, S. 15—37 u. S. 97—132.

4) *Magendie*, Journ. de Physiol. T. 8, p. 171.

5) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte und Stoffwechsel, Mitau 1852. S. 275.

ist zwar ärmer an festen Bestandtheilen, enthält aber immer noch Harnstoff in ziemlicher Menge; kohlenstoffreiche Substanzen, die zur Gallenbildung beitragen könnten, sind im Thierkörper wenige oder keine enthalten, ausser Fett, welches wir hier neben reichlicher Gallenausscheidung so schnell schwinden sehen. Jene Versuche *Bidder's* haben aber durch die genauesten Bestimmungen der Excrete bei hungernden Thieren auf das evidenteste erwiesen, dass die durch Lungen und Nieren ausgeschiedenen Elemente nicht blos von stickstoffhaltigen Gewebstheilen herrühren können, sondern dass jenes durch die Lungen ausgeschiedene Plus von Kohlenstoff und Wasserstoff lediglich aus der Zersetzung des Fetts der abmagernnden Thiere abzuleiten sei, zumal da diese Bestimmungen der Excrete mit dem direct im Leichname des Thieres beobachteten Fettverluste vollkommen übereinstimmen. Die Gallenabsonderung vermindert sich bei hungernden Thieren täglich fast in derselben Proportion, in welcher das Fett im Körper schwindet (*Schmidt*¹⁾).

Wir werden später unter »Respiration« und »Ernährung« die Mittel kennen lernen, durch welche es *Bidder* und *Schmidt* gelungen ist, auch noch auf andere Weise an Thieren mit und ohne Gallen fisteln die Betheiligung der Fette an der Gallenbildung darzuthun. Hier nur soviel: man ist im Stande, sehr genau die Menge Kohlenstoff zu bestimmen, welche durch die Lungen als Kohlensäure entweichend, von Oxydation der Fette herrührt; vermessen wir nun constant an mit Gallen fisteln versehenen Thieren, wo die Galle nach aussen abfliesst und somit nicht wieder in den Kreislauf gelangt, um dort verbrannt zu werden, eine gewisse Kohlenstoffquantität, so kann diese nur aus dem Fett in die Galle übergegangen sein. Dass aber der in den Respirationproducten verschwundene und mit der Galle ausgetretene Kohlenstoff wirklich dem Fett und nicht andern Stoffen angehört habe, lässt sich z. B. schon aus dem Verhältniss des inspirirten Sauerstoffs zu der exspirirten Kohlensäure erschliessen. Solche und ähnliche Versuche und Betrachtungen haben die Ansicht völlig ausser Zweifel gesetzt, dass die Fette wesentlich zur Gallenbildung beitragen.

Die detaillirten empirischen Unterlagen, wie sie *Bidder's* und *Schmidt's* treffliche Untersuchungen ergeben haben, werden wir erst im 3. Th. näher bezeichnen. Man sehe auch Th. 2 »Gallenbildung«. Uebrigens vergleiche man hiermit *Ludwig's* Urtheil, welches derselbe heute noch nach so exacten Forschungen über diese Hypothese aussprechen zu dürfen glaubt.

Man hat früher dieser Ansicht mehrere Thatsachen entgegengehalten, die allerdings für den ersten Blick gegen eine Betheiligung des Fetts an der Gallenbildung zu sprechen scheinen, und welche selbst *Bidder* und *Schmidt* früher veranlassten, sich gegen jene Hypothese zu erklären. Diese sorgfältigen Forscher hatten nämlich unter anderem auch gefunden, dass fette Thiere beträchtlich weniger Galle liefern, als magere, und mit Fett (Speck, Rindsfett) gefütterte wiederum weniger als solche, die möglichst fettfreie Nahrung erhielten, dass aber beim Hungern jene Differenzen sich ausglich. Wenn fette Thiere weniger Galle liefern, als magere, so steht diese Er-

1) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte u. Stoffwechsel, Mitau 1852. S. 386—395.

fahrung nur im Einklange mit der anderweit beobachteten Thatsache, dass in einem Organismus, der zu reichlicher Fettablagerung disponirt ist, der Stoffumsatz im Allgemeinen langsamer und in geringerem Grade vor sich geht; wir erinnern nur daran, dass fette Thiere in gleichen Zeiten auch weniger Kohlensäure expiriren: als magere, aber kräftige. Der Schluss dürfte wohl nicht so zu fassen sein: fette Thiere und fettstüchtige Menschen liefern wenig Galle, weil sie fett sind, sondern so: dieselben werden fett, weil sie wenig Galle absondern.

Dass bei ausschliesslicher Fettnahrung die Thiere weniger Galle excerniren, darf wohl nicht Wunder nehmen, da zur Gallenbildung nicht alles Fett und dieses nicht einzig und allein verwendet wird; denn wir werden sogleich sehen, dass das Fett nur einen Theil des zur Gallenbildung nöthigen Materials ausmacht. Dass übrigens ein Uebermass von Fett der Gallenabsonderung nachtheilig sei, lehrt uns die tägliche pathologische Erfahrung an Fettleibern, welche, während die Leberzellen durch das Fett oft um das Doppelte ausgedehnt sind, bei weitem weniger Galle absondern, als normale.

Wenn endlich hungernde Thiere mehr Galle aussondern, als ausschliesslich mit Fett gefütterte, so stimmt auch diese Erfahrung nicht gegen jene Hypothese; denn viel Zucker hebt die Weingährung auf, viel Fett ist auch der Gallenbildung in den Leberzellen nachtheilig. Bei der Gewebismetamorphose, so weit wir sie beim Verhungern beobachten können, fallen auch nicht blos die stickstoffhaltigen Gewebetheile der Umwandlung anheim, sondern gerade das Fett sehen wir bei der Inanition besonders rapid schwinden.

Aber auch die pathologischen Erfahrungen stehen im vollkommensten Einklange mit den erwähnten physiologischen Forschungen. In krankhaften Zuständen findet man die Verminderung oder Vermehrung des Fettes immer im umgekehrten Verhältnisse zur Gallenabsonderung. Polycholie, die nur selten bei Erwachsenen vorkommt, bei Kindern aber den sg. Icterus neonatorum darstellt, ist stets mit schneller Abmagerung verbunden. In acuten Krankheiten beginnt die Abmagerung hauptsächlich, wenn die sog. kritischen Erscheinungen auftreten, d. h., wenn die Excretionsorgane wieder ihre Thätigkeit beginnen und das Untauglichgewordene ausscheiden; daher die reichlichen breiigen Stuhlgänge. In allen acuten oder chronischen Krankheiten der Leber sammelt sich das Fett entweder blos im Blute oder im Blute und im Zellgewebe an. Die Trinker werden nicht deshalb dick und feist, weil sie (die, wie z. B. die Branntweintrinker, in der Regel noch überdies wenig feste Nahrungsmittel zu sich nehmen) ihrem Körper zu viel Brennmaterial zuführen, sondern deshalb, weil sie an gestörter Leberfunction leiden; hat man je die Section eines Säufers gemacht, der wirklich eine normale Leber gehabt hätte?

Bei Leberentzündungen fanden *Stewart Traill*¹⁾ und *Lecanu* das Blut ausserordentlich fettreich; *Lassaigne*²⁾ und neuerdings *Becquerel* und *Rodier* fanden den Fettgehalt des Blutes im Icterus bedeutender vermehrt, als in jeder andern Krankheit. *Dobson*, *Rollo* und *Marcet* haben im Blut Diabetischer so viel Fett gefunden,

1) *Stewart Traill*, Phil. Ann. T. 5, p. 197.

2) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 2, p. 264.

dass dasselbe einer Emulsion glich; ich habe nur in zwei Fällen das Blut bei Diabetes fettreich gefunden; damit war aber ein Leberleiden verbunden und die Kranken entleerten ungefärbte, fest grauweiße Excremente.

L i p o i d e.

Unter diesen verstehen wir die sogenannten unverseifbaren Fette, d. h. solche Körper, welche viele physikalische Eigenschaften mit den Lipoxydsalzen gemein haben, aber weder in ihrer Zusammensetzung noch in ihren Zersetzungsproducten diesen gleichen, und daher den eigentlichen Fetten nicht beigezählt werden können. Wir rechnen zu diesen Körpern das *Cholesterin*, *Serolin*, *Castorin* und *Ambrin*.

Cholesterin. $C_{28} H_{48} O$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper, auch *Gallenfett* genannt, scheidet sich aus seinen Lösungen in perlmutterglänzenden Schuppen aus, die 1 At. Wasser (= 4,6 bis 5,7%) enthalten; unter dem Mikroskop zeigen sich diese Krystalle als sehr dünne rhombische Tafeln, deren stumpfer Winkel = $100^{\circ} 30'$, der spitze aber $79^{\circ} 30'$ misst (*F. T. 6. F. 4 u. 2*); es schmilzt bei 445° und erstarrt bei 135° und zwar vollkommen krystalinisch, im Vacuo destillirt es bei 360° unzersetzt, wird beim Reiben elektrisch, ist in Wasser völlig unlöslich, löst sich in 9 Theilen siedenden Alkohols und scheidet sich beim Erkalten desselben grösstentheils wieder aus; auch wird es in Seifenwasser in geringer Menge aufgelöst, besonders aber von fetten Oelen und Taurocholsäure; es lässt sich entzünden und verbrennt mit rusender Flamme. Durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure bei 60° wird es roth gefärbt und unter Verlust von Wasser in 3 wahrscheinlich polymere Kohlenwasserstoffe zerlegt, die der Entdecker derselben, *Zwenger*¹⁾, *Cholesteriline* genannt hat. Wird Cholesterin mit concentrirter Phosphorsäure bis zu seinem Schmelzpunkte erhitzt, so bilden sich zwei den Cholesterilinen isomere Kohlenwasserstoffe, welche *Zwenger*²⁾ *Cholesterone* genannt hat. Durch längeres Kochen mit concentrirter Salpetersäure wird es zunächst in eine harzähnliche Masse verwandelt, welche bei fortgesetzter Digestion in Essigsäure, Buttersäure, Capronsäure, Oxalsäure und Cholesterinsäure (vergl. oben

¹⁾ *Zwenger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 5—43

²⁾ *Ders.*, ebendas. Bd. 69. S. 347—354.

S. 120) verwandelt wird (*Redtenbacher*¹⁾). Durch Chlor und Brom kann dem Cholesterin ein Theil des Wasserstoffs entzogen und dieser darin durch äquivalente Mengen Chlor und Brom ersetzt werden. Durch concentrirte Alkalien wird es selbst bei anhaltendem Erhitzen nicht zersetzt. Bei der trocknen Destillation liefert es sehr verschiedene theils ölige, theils krystallisirbare, theils sauerstofffreie, theils sauerstoffhaltige Producte, die namentlich *Heintz*²⁾ einer nähern Analyse unterworfen hat.

Zusammensetzung. Das Cholesterin ist von *Marchand*³⁾, *Schwendler* und *Meissner* so wie später noch von *Payen*⁴⁾ mit ziemlich gleichen Resultaten analysirt und darnach die Formel: $C_{37} H_{32} O$ berechnet worden. Leider hat das Cholesterin noch auf keine Weise mit einem andern Körper verbunden werden können, so dass man die Richtigkeit dieser Formel nicht controliren und das Atomgewicht nicht bestimmen konnte. *Zwenger* hat in neuerer Zeit die von ihm entdeckten Cholesteriline analysirt und sie ziemlich gleich zusammengesetzt gefunden; er nimmt aber doch für dieselben eine verschiedene Zusammensetzung = $C_{32} H_{26}$, $C_{22} H_{18}$ und $C_{27} H_{22}$ an, und glaubt, dass aus diesen 3 Kohlenwasserstoffen und 3 At. Wasser das Cholesterin bestehe; er nimmt daher für das Cholesterin die Formel $C_{61} H_{69} O_3$ an. *Heintz* hat endlich jüngst von Neuem das Cholesterin der Elementaranalyse unterworfen und seinen Wassergehalt bestimmt; er sieht die oben angegebene Formel = $C_{28} H_{24} O$ für die seinen Analysen und denen früherer Forscher entsprechendste an.

Wir geben die Zusammensetzung des Cholesterins nach allen drei Formeln:

Kohlenstoff	28 At. 84,00	37 At. 84,733	81 At. 83,93
Wasserstoff	24 „ 12,00	32 „ 12,214	69 „ 11,91
Sauerstoff	1 „ 4,00	1 „ 3,053	3 „ 4,16
	100,00	100,000	100,000

Zersetzungsproducte. a *Cholesterilin*, $C_{32} H_{26}$, ist erdig, amorph, in Wasser unlöslich, in Alkohol wenig löslich, unterscheidet sich von den beiden andern Kohlenwasserstoffen durch seine Unlöslichkeit in Aether, krystallisirt aus heisser Terpenthinöllösung, schmilzt bei 240°, wird aber dabei schon zersetzt.

b *Cholesterilin*, $C_{22} H_{18}$, krystallisirt in stark glänzenden Blättchen oder feinen Nadeln, in Wasser und Alkohol unlöslich, auflöslich in Aether, schmilzt bei 255° und erstarrt beim Erkalten krystallinisch.

c *Cholesterilin*, $C_{27} H_{22}$, gelbe, amorphe, harzige Masse, in Aether leicht, in Alkohol schwer, in Wasser nicht löslich, schmilzt bei 127°. Auch die beiden letztern Substanzen werden in der Hitze zersetzt. Die Formeln müssen als durchaus hypothetisch betrachtet werden, da für alle die procentisch gefundene und berechnete Zusammensetzung nahe an 88% Kohlenstoff und 12% Wasserstoff ergiebt.

1) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 162—170.

2) *Heintz*, Poggend. Ann. Bd. 79, S. 524—562.

3) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 16, S. 37—48.

4) *Payen*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 1, p. 54.

Lehmann phys. Chemie. I.

a *Cholesteron* wird aus dem Rückstande des mit Phosphorsäure auf 137° erhitzten Cholesterins durch Weingeist ausgezogen; es krystallisirt in geraden rhombischen, zweiflächig zugespitzten Säulen, ist farblos, durchsichtig, stark glänzend, leichter als Wasser, schmilzt bei 68° zu einer farblosen Flüssigkeit, die erst sehr allmählig wieder fest wird, zum grössten Theil unzersetzt destillirbar, brennt mit rusender Flamme. Unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen.

b *Cholesteron* wird aus dem in Weingeist unlöslichen Rückstande durch Aether ausgezogen; feine weisse Nadeln, schmilzt bei 175°, lässt sich nicht ohne theilweise Zersetzung destilliren, leichter als Wasser, geruch- und geschmacklos, verbrennt mit rusender Flamme. Auch die beiden Cholesterone enthalten keinen Sauerstoff, sondern auf 88 Th. Kohlenstoff ungefähr 12 Th. Wasserstoff.

Darstellung. Man verwendet zu seiner Darstellung am besten die cholesterinreichen Gallensteine, indem man diese mit Alkohol auskocht und siedend heiss filtrirt; durch Umkrystallisiren aus heissem Alkohol wird diese Substanz leicht gereinigt.

Prüfung. Der Nachweis des Cholesterins in thierischen Flüssigkeiten ist keineswegs so leicht, als man nach den Eigenschaften dieses Körpers erwarten sollte; hat man ihn freilich einmal krystallinisch ausgeschieden, so ist nichts leichter, als ihn mit Bestimmtheit zu diagnostizieren. Ist er an seiner Unlöslichkeit in Wasser, Säuren und Alkalien, an seiner Löslichkeit in Alkohol und Aether als eine fettähnliche Substanz einmal erkannt worden, so kann er durch Messung der Winkel des Rhombus leicht von allen andern ähnlichen Substanzen unterschieden werden. Bemerkenswerth ist nur, dass die Tafeln oft so dünn sind, dass ihre Contouren unter dem Mikroskop leicht übersehen werden können; namentlich wenn andre morphologische Substanzen gleichzeitig im Sehfeld sind; man muss dann durch seitliche oder centrale Blendung das Sehfeld etwas beschatten, um die Umrisse schärfer hervortreten zu lassen. Alles dies hat aber keine Schwierigkeit; wogegen es oft sehr umständlich ist, aus öligen, gallehaltigen Flüssigkeiten oder Seifenlösungen das Cholesterin krystallisirt zu erhalten. Verseift man das Fett, mit welchem das Cholesterin aufgelöst ist, durch Alkali, so löst es sich im Seifenwasser mit auf, zersetzt man dieses mit Säuren, so geht es wieder in die Fettsäure über; es ist alsdann, namentlich bei sehr geringen Mengen Cholesterin, nöthig, die Fettsäure an Bleioxyd zu binden und mit kochendem Alkohol zu extrahiren; die geringe Menge gelösten margarinsauren Bleioxyds setzt sich dann meist eher ab, als Cholesterin; ja letzteres scheidet sich oft erst beim Verdunsten so aus, dass es mikroskopisch erkannt werden kann.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Cholesterin findet sich in den meisten thierischen Flüssigkeiten in geringer Menge. Zuerst wurde es von *Gren* in den Gallensteinen gefunden; später ward es als constanter Bestandtheil der Galle nachgewiesen. Im normalen Zustande ist das Cholesterin in der

Galle aufgelöst und daher nicht durch das Mikroskop zu erkennen; selbst in der aus Leichnamen entlehnten Galle findet man selten Cholesterinblättchen (v. Gorup-Besanez¹⁾); und es ist dann nicht entschieden, ob dies von einer Vermehrung oder nur von einer durch Zeretzung der Taurocholsäure bedingten Ausscheidung des Cholesterins abhängt. In der Galle bei Fettleber hat Frerichs²⁾ einige Male gar kein Cholesterin finden können.

Im Blute ist das Cholesterin als normaler Bestandtheil zuerst von Lecanu, Denis, Boudet und Marchand mit Bestimmtheit nachgewiesen worden und Becquerel und Rodier³⁾ haben seiner Zunahme und Abnahme im krankhaften Blute besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Den Gehalt des normalen Bluts an Cholesterin geben diese Autoren als zwischen 0,025 und 0,200 p. m. schwankend (im Mittel = 0,088 p. m.) an. Eine Vermehrung des Cholesterins fanden sie im Blute von Greisen und bei den meisten acuten Krankheiten sehr bald nach dem Eintritte des Fiebers, besonders bei Entzündungen und bei Icterus. Eine Verminderung dieses Stoffes haben sie als constanten Begleiter irgend eines physiologischen oder pathologischen Zustandes nicht gefunden.

Constant findet sich ferner das Cholesterin im Gehirn, wo es zuerst Couërbe und nach ihm viele Andre gefunden haben.

Im Eiter scheint es ebenfalls ein integrierender Bestandtheil zu sein; wenigstens habe ich, so oft ich Eiter sauer werden liess, Cholesterinblättchen in der zersetzten Masse gefunden; übrigens haben Caventou, Güterbock, Valentin und viele Andre auch im frischen Eiter Cholesterin gefunden.

Besonders häufig trifft man in hydropischen Exsudaten auf Cholesterin, namentlich in Cysten; öfter habe ich durch Incision entleerte Hydroceleflüssigkeiten untersucht, welche mehr einem Brei gleichen, der namentlich beim Umrühren schöne perlmutterglänzende Bänder bildete; es fand sich in diesen Flüssigkeiten kein morphologisches Element ausser Cholesterin.

Obsolescirende Tuberkel (sog. verkreidete), alte Echinococcusbälge, wie sie sich oft in der Leber finden, degenerirte Eierstücke und Hoden enthalten oft ausserordentlich viel Cholesterin.

Die Plexus choroides im Gehirn fand ich einmal von Cholesterinkristallen vollkommen incrustirt.

In Balggeschwülsten (namentlich Melliceris), Cholesteatomen (Joh. Müller⁴⁾), so wie in Carcinomen und andern Geschwülsten stösst man oft auf Cholesterin.

1) Von Gorup-Besanez, Untersuchungen üb. Galle. Erlangen 1846. S. 58.

2) Frerichs, Hannov. Ann. Bd. 5, H. 1.

3) Becquerel und Rodier, Gaz. méd. 184. No. 47.

4) Joh. Müller, üb. d. feinern Bau u. die Formen der krankhaften Geschwülste Berlin 1838. S. 39—54.

Ferner trifft man stets Cholesterin an in Arterienhäuten, welche dem sog. *atheromatösen Prozesse* unterlegen haben.

Auch in *kataraktösen Linsen* findet man nicht selten das Cholesterin krystallisirt.

Aus der Galle geht das Cholesterin in die *festen Excremente* über, besonders reich daran findet man das *Meconium*.

Im *Lungenauswurf* fand ich Cholesterin nur in den bei entschiedener Tuberkulose und bereits bestehenden Vomiken ausgeworfenen käsigen Concrementen.

Nur im Harn ist, soviel bekannt, noch kein Cholesterin gefunden worden.

Ursprung. Ueber die Genesis des Cholesterins, welches nur im thierischen Körper, aber nie im Pflanzenreiche gefunden worden ist, lässt sich auch nicht einmal eine wahrscheinliche Conjectur aufstellen; nach seinem Vorkommen zu urtheilen, muss man es als ein Zersetzungsproduct betrachten; aus welchen Stoffen aber und durch welche Prozesse es entstehe, lässt sich jetzt noch nicht einmal ahnen. Wegen der Aehnlichkeit mehrerer physikalischer Eigenschaften mit den Fetten auf einen Ursprung des Cholesterins aus den letztern zu schliessen, kann um so weniger erlaubt sein, da die Fette doch meist im Thierkörper oxydirt werden, die meisten derselben aber desoxydirt werden müssten, um sich in Cholesterin zu verwandeln.

Serolin.

Dieser noch wenig untersuchte Körper ist von *Boudet*¹⁾ im festen Rückstande des Bluteserums gefunden worden, ist aber jedenfalls ein Gemeng verschiedener Fette, wie auch *Gobley*²⁾ nachgewiesen hat.

Bei gewöhnlicher Temperatur bildet es perlmutterglänzende Flocken, welche unter dem Mikroskope theils in parallell aneinander abgelagerten und gewissermaassen mit einander verwachsenen, theils fächerförmig gruppirten, theils sich kreuzenden Nadeln erscheinen; es löst sich sehr wenig in kaltem Alkohol, aber ziemlich leicht in heissem und in Aether; mit Wasser bildet es keine Emulsion; dieser Körper ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, schmilzt bei + 36 und scheint theilweise unverändert überzudestilliren; die ammoniakalischen Dämpfe und der ganz eigenthümliche Geruch, die sich bei der Destillation entwickeln, beweisen den Stickstoffgehalt dieses Stoffes; durch Alkalien wird er nicht verseift.

Man erhält das Serolin, wenn man eingetrocknetes, mit Wasser ausgekochtes, und von Neuem getrocknetes Blut mit heissem Alkohol auszieht; beim Erkalten des letztern scheiden sich die Flocken des Serolins ab.

Castorin.

Dieser Körper findet sich im *Bibergeil*, krystallisirt aus kochenden alkoholischen Lösungen in kleinen, vierseitigen Nadeln, ist pulverisirbar, trocken, schmilzt über

1) *Boudet*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 52, p. 387.

2) *Gobley*, Journ. de Chim. méd. 1854. p. 579.

100°, ist nicht verseifbar, wird durch concentrirte Salpetersäure in stickstoffhaltige, krystallisirbare *Castorinsäure* verwandelt.

A m b r i n.

Dasselbe ist der Hauptbestandtheil der *Ambra*, krystallisirt in weissen, sternförmig oder warzenartig gruppirten Nadeln, schmilzt bei 37°, wird nicht verseift, durch Salpetersäure in eine Säure, *Ambrinsäure*, $C_{21} H_{18} N_2 O_2$, verwandelt, welche krystallisirbar ist und gelbe Salze giebt.

Von den wenig genau untersuchten fettähnlichen Stoffen, dem *Lecithin* und *Cerebrin* wird unter Eidotter (Th. 2) und Nervenfasern (Th. 3) die Rede sein.

Inosterin nennt *Busch*¹⁾ einen nicht verseifbaren fettähnlichen Stoff, der in Nadeln krystallisirt, über 100° schmilzt, in kaltem und heissem Aether, so wie in kochendem Alkohol löslich ist, sich daraus aber amorph abscheidet. Er fand diesen Stoff in einer Uterusgeschwulst; derselbe Stoff findet sich vielleicht auch in dem *Collonema* und Colloidgeschwülste genannten Aferproducten des thierischen Körpers.

Stickstofflose neutrale Körper.

Die meisten der hieher gehörigen Stoffe zeigen unter sich die grösste Analogie in ihrer empirischen Zusammensetzung; man hat ihnen schlechthin den Namen »*Kohlenhydrate*« gegeben; denn die Mehrzahl derselben enthält Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Verhältnisse, wie das Wasser; ja selbst die Zahl der Kohlenstoffatome in diesen Körpern scheint keine zufällige zu sein, denn nach den bisher gültigen Formeln ist in allen deren Zahl durch 6 theilbar.

Bei dieser höchst analogen Zusammensetzung lässt sich erwarten, dass diese Körper auch manche chemische Eigenschaften mit einander gemein haben, so verschieden auch ihre physikalischen sein mögen. Sie sind so indifferent, dass sie sich nur mit wenigen andern Körpern und meist nur schwierig verbinden lassen und dann in mehrfachen Proportionen in die Verbindung eintreten, weshalb ihr Atomgewicht immer schwer mit einiger Sicherheit zu bestimmen ist. Von physischen Eigenschaften haben sie fast nur Mangel an Farbe und Geruch mit einander gemein. In der Hitze werden sie sämmtlich zersetzt und liefern saure Destillationsproducte. Durch Digestion mit verdünnten Mineralsäuren werden sie meist in Krümelzucker umgewandelt. Mit Salpetersäure zersetzt liefern sie Oxalsäure, Zuckersäure, Schleimsäure ($C_6 H_4 O_7$) oder auch gepaarte Salpetersäuren. Concentrirte Schwefelsäure färbt diese Körper braun und schwarz und bildet neben huminartigen Stoffen auch gepaarte Schwefelsäuren. Concentrirte Salzsäure ebensowohl als ätzende

1) *W. Busch*, *J. Müller's Arch. f. Physiol.* 1854. Hft. 4.

Alkalien bedingen unter Hülfe von Wärme oder bei längerer Einwirkung die Bildung humusartiger Substanzen.

In das Bereich der Zoochemie fallen von diesen Körpern, deren Unterabtheilungen: Zucker, Gummi, Stärkmehl und Pflanzenfaserstoff sind, nur *Krümelmelzucker*, *Milchzucker*, *Inosit*, *Paramylon* und *Cellulose*.

Krümelmelzucker. $C_{12} H_{12} O_{12}$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Der Krümelmelzucker, der mit *Traubenzucker* und *Harnzucker* identisch ist, krystallisirt mit 2 At. Wasser in warzenförmigen Conglomeraten, welche aus blumenkohlartig gruppirten Blättchen bestehen: diese Blättchen sind rhombisch, nicht quadratisch (wie *Saussure* angiebt); bei schneller Ausscheidung aus seiner Lösung zeigt er sich aber auch unter dem Mikroskop nicht in Blättchen, sondern in unregelmässig gestreiften rundlichen Massen; er ist weiss, geruchlos, schmeckt weniger süß als Rohrzucker, aber süßter als Milchzucker; löst sich zweimal schwerer in Wasser als Rohrzucker und leichter als Milchzucker, in Alkohol nur wenig, in Aether gar nicht; seine wässrige Lösung polarisirt das Licht nach Rechts, ohne Reaction auf Pflanzenfarben.

Schon einige Grade unter 100° fängt er an zusammenzusintern, schmilzt aber bei 100° vollkommen unter Verlust jener 2 At. Wasser; schon bei 140° verwandelt er sich in Caramel und entwickelt einen süßlichen Geruch; bei höherer Temperatur schäumt er auf, bräunt sich, entwickelt stechend riechende Dämpfe und hinterlässt eine voluminöse Kohle.

In Berührung mit stickstoffhaltigen Körpern, namentlich mit Casein, geht er in die Milchsäure- und später in die Buttersäuregährung über; mit gewöhnlicher Hefe versetzt unterliegt er der weinigen Gährung; im gewöhnlichen Harn von Menschen oder Thieren, sei derselbe sauer oder alkalisch, geht er schon bei mittlerer Temperatur, noch schneller bei 25 bis 40° in eine Säure über, die aber nicht Milchsäure ist. Durch Digestion mit concentrirter Salpetersäure wird er unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas in Oxalsäure und Zuckersäure verwandelt; durch Chlorgas in Salzsäure und Zuckersäure. Mit verdünnter Schwefelsäure digerirt, bräunt sich seine Lösung nicht so bald, wie die des Rohrzuckers, erst beim Abdampfen bildet sich ein schwarzbrauner Rückstand; dagegen wird seine Lösung beim Kochen mit Kali sehr bald schön braunroth gefärbt, wobei sie einen stechend süßlichen Geruch verbreitet; mit Kalkwasser lässt er sich dagegen abdampfen, ohne gebräunt zu werden; es entsteht eine syrupartige Verbindung von bitterm Geschmack. Wird eine wässrige Lösung des Krümelmelzuckers mit Aetzkali versetzt, so geben Kupferoxydsalze keinen Niederschlag, sondern eine schön lasurblaue Lösung, die beim Stehen allmählig grün wird und endlich ein rothes Pulver absetzt;

wird die Flüssigkeit gekocht, so färbt sich die Flüssigkeit alsbald gelb und Kupferoxydul scheidet sich hier als gelbes oder gelbrothes Pulver aus. Ausgezeichnet ist der Krümelzucker durch die Fähigkeit, mit Kochsalz eine schön krystallisirbare Verbindung zu liefern.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht der Krümelzucker aus:

Kohlenstoff	12 At.	40,000
Wasserstoff	12 „	6,666
Sauerstoff	12 „	53,334
		100,000

Atomgewicht = 2250. (*Peligot*¹, *Erdmann* und *Lehmann*².)

Verbindungen. *Krümelzucker*kali, $2\text{KO} + \text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{O}_{12}$, wird erhalten, wenn eine alkoholische Lösung von Krümelzucker mit einer Lösung von Aetzkali in Alkohol versetzt wird; weisse Flocken, die an der Luft schnell zusammenkleben, feucht werden und völlig zerfließen; in Wasser gelöst reagieren sie alkalisch und ziehen Kohlensäure aus der Luft an.

*Krümelzucker*kalk, $2\text{CaO} + \text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{O}_{12}$, entsteht, wenn Zuckermilch mit überschüssigem Kalk gemischt und die filtrirte Flüssigkeit mit Alkohol versetzt wird; bildet eine weisse Masse, die an der Luft durch Wasseranziehung durchscheinend wird.

Mit *Bleioxyd* lässt der Krümelzucker sich nur schwierig in bestimmten Proportionen verbinden; seine wässrige Lösung nimmt viel Bleioxyd auf; eine unlösliche Verbindung wird aus Zucker und einer mit Ammoniak versetzten Lösung von essigsauerm Bleioxyd erhalten.

Die Verbindung des *Krümelzuckers* mit *Kochsalz*, $\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{O}_{12} + 2\text{HO} + \text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{O}_{12} \cdot \text{NaCl}$, kann durch unmittelbares Vermischen der Lösungen beider Bestandtheile und allmähliges Verdunsten an der Luft in sehr grossen, farblosen, vierseitigen Doppelpyramiden erhalten werden. Diese Krystalle sind hart, leicht pulverisirbar, von 1,5444 spec. Gewichte, durchscheinend, luftbeständig, von salzig süsslichem Geschmack, in 3,685 Th. kaltem Wasser löslich, in Alkohol schwerlöslich. Bei 100° sintert das Pulver dieser Krystalle etwas zusammen und verliert 4% Wasser; schnell bis 120° erhitzt schmelzen sie im Krystallwasser und bräunen sich erst bei + 160°. Die Krystalle enthalten 13,3% Chlornatrium.

Darstellung. Dieser Zucker, der sich bekanntlich im Pflanzenreiche weit verbreitet findet, entsteht auch aus andern Zuckerarten und Kohlenhydraten (Stärkmehl, Holzfaserstoff u. dergl.) durch Digestion mit verdünnten Säuren; seine Darstellung kann also auf sehr verschiedene Weise bewerkstelligt werden. Im Grossen gewinnt man ihn am gewöhnlichsten aus Stärke; uns interessirt hier nur seine Darstellung aus diabetischem Harn. Gewöhnlich versetzt man solchen Harn mit basischem essigsauerm Bleioxyd, fällt aus der filtrirten Flüssigkeit das überschüssige

1) *Peligot*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 66, p. 440 u. Compt. rend. 1838. No. 8.

2) *Erdmann* und *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 43, S. 443.

Bleioxyd mit Schwefelwasserstoff, dampft ein, zieht mit Alkohol aus und lässt krystallisiren; allein nach dieser Methode enthält der Zucker immer essigsäure Salze; ich dampfte zu seiner Darstellung den Harn bis beinahe zur Syrupsdicke ein; bald früher, bald später verwandelte sich, sobald nur nicht zu stark eingedampft worden war, der ganze Rückstand in eine feste, gelbweisse Masse; diese ward mit absolutem Alkohol ausgezogen, und der Rückstand nachher mit heissem Spiritus; der in letzterm gelöste Zucker wurde abfiltrirt, der Spiritus verdunstet und nun von Neuem etwas Wasser zugefügt, um aus diesem zu krystallisiren. Der Harnzucker wird so reiner als nach der gewöhnlichen Methode.

Um den Harnzucker chemisch rein zu erhalten, stellte ich durch Sättigung der wässrigen Lösung des alkoholischen Extractes mit Chlor-natrium die Kochsalzverbindung dar, erhielt dieselbe durch mehrmaliges Umkrystallisiren in wasserhellen Krystallen, löste diese in Wasser und fällte vorsichtig mit schwefelsaurem Silberoxyd; die vom Chlorsilber abfiltrirte Flüssigkeit ward abgedunstet und der Zucker chemisch rein durch Extraction mit Alkohol erhalten; nur muss er dann, um ihn vom anhaftenden Alkohol zu befreien, wiederholt in destillirtem Wasser umkrystallisirt werden.

Prüfung. Die Prüfungsmethoden auf Zucker sind nicht blos zum Zwecke der ärztlichen Diagnose bei Diabetes mellitus wichtig, sondern auch wegen der physiologischen Beziehungen des Zuckers zur allgemeinen Stoffmetamorphose. Man hat sich daher auch viel mit Untersuchung der genauesten Entdeckungsmethoden des Zuckers beschäftigt (z. B. *Golding Bird*¹, *Gairdner*², *Budge*³, *Lehmann*⁴). Besonders viel hat man an der vortrefflichen Zuckerprobe von *Trommer*⁵) herumgemäkelt; es ist allerdings nicht zu läugnen, dass dieses Prüfungsmittel mit grosser Vorsicht angewendet sein will: allein welches Reagens müsste nicht mit gehöriger Umsicht und sattsamer Kenntniss der dabei möglichen Täuschungen angewendet werden? Zur Erkennung des Zuckergehaltes im Harn bei Diabetes ist dieses Mittel ganz unfehlbar; wer freilich nie mit chemischen Reagentien zu thun gehabt hat, kann sich auch hier irren. Im eigentlichen Diabetes mellitus ist der Harn gerade frei von jenen Substanzen, welche die Reaction jenes Mittels oder vielmehr unser Urtheil über dessen Reaction stören können; ja gerade darin liegt auch ein Unterschied des diabetischen Harns von anderm zuckerhaltigen Harne, dass jener mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Kali die Reaction fast ebenso wie aus reiner Krümelzuckerlösung giebt, selbst wenn nur wenig Zucker vorhanden ist, während mehr normaler zufällig zuckerhaltiger Harn eine weniger augen-

1) *Golding Bird*, Monthly Journ. of med. Science. 1844. p. 280.

2) *Gairdner*, ebendas. p. 564.

3) *Budge*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 3, S. 385.

4) *Lehmann*, Schmidt's Jahrb. Bd. 45, S. 6-40.

5) *Trommer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 39, S. 860.

fällige Reaction giebt; letzterer lässt noch andere Stoffe mit dem Kupferoxydul fallen, welche die Farbe des Niederschlags sehr modificiren.

Welches sind nun aber die bei Anwendung der *Trommer'schen* Prüfungsmethode zu beachtenden Vorsichtsmaassregeln?

Man versetze die zu untersuchende Flüssigkeit mit Aetzkali und filtrire nöthigenfalls, wenn ein zu bedeutender Niederschlag entsteht; ein Ueberschuss von Aetzkali schadet nichts, muss sogar vorhanden sein dem *schwefelsauren Kupferoxyd* gegenüber; letzteres werde allmählig und zwar in sehr verdünnter Lösung zugesetzt; es entsteht hier meist ein Niederschlag, der beim Umrühren verschwindet; da die Menge des auflösbaren Kupferoxyds proportional ist der Menge vorhandenen Zuckers, so muss immer nur wenig Kupfervitriol auf einmal hinzugesetzt werden, wenn nur wenig Zucker in der Flüssigkeit gemuthmaasst wird. Aus der erhaltenen lasurblauen Lösung scheidet sich beim blossen Stehen nach einiger Zeit meist ein reiner rothes oder gelbes Pulver ab, als der durch Kochen sogleich entstandene Niederschlag ist. Sehr langes Erhitzen taugt überhaupt nichts; denn es giebt mehrere Stoffe, welche bei längerem Kochen aus alkalischen Kupferoxydlösungen Kupferoxydul ausscheiden; dazu gehören insbesondere die eiweissartigen Stoffe, die mit Kupferoxyd und Kali sehr schön lasurblaue, meist etwas violette Lösungen geben; aus diesen wird allerdings, obwohl erst nach sehr langem Kochen (in der Kälte gar nicht), etwas Kupferoxydul ausgeschieden.

Enthält ein Harn nur wenig Zucker, oder soll der letztere in einer andern thierischen Flüssigkeit aufgesucht werden, so ist zu empfehlen, den festen Rückstand des Objectes mit Alkohol auszuziehen, das alkoholische Extract in Wasser zu lösen, und auf diese Lösung Kali und Kupfervitriol anzuwenden. In der Regel zeigt sich hier die Reaction in ihrer vollkommensten Reinheit. Sind jedoch sehr geringe Mengen Zucker aufzusuchen, z. B. im Chylus, im Blute, Eiweiss und Eidotter, so muss man wegen der Löslichkeit des Natronalbuminats oder des Caseïns in Alkohol vor dem Abdampfen der wässrigen Flüssigkeit mit verdünnter Essigsäure neutralisiren, worauf dann kein eiweissartiger Körper mehr in Lösung bleibt. Fällt die Reaction auch aus dem so hergestellten alkoholischen Extracte nicht recht entscheidend aus, wie beim Harn ob der Gegenwart von Harnstoff und einiger noch nicht näher bekannter extractiver Materien oft der Fall ist, so fälle man den Zucker aus der alkoholischen Lösung durch eine alkoholische Kalilösung, löse das präcipitirte, sich durch seine Klebrigkeit auszeichnende Kalisaccharat in Wasser und wende nun Kupfervitriol an; man wird, wenn auch nur eine Spur Zucker vorhanden war, die schärfste und schönste Reaction erhalten.

Sehr gerühmt hat man die sog. *Gährungsprobe* zur Entdeckung des Zuckers; allein abgesehen davon, dass diese höchst langweilig ist, bietet sie auch einem ungeübten Experimentator und Beobachter weit weniger Garantien, als die *Trommer'sche* Probe. Setzt man nämlich zu einer Flüssigkeit Hefe, so beruhen die Gährungserscheinungen nur auf der Ent-

wicklung von Kohlensäureblasen; ist diese Gasentwicklung nach dem Zusatze von Hefe, z. B. zum diabetischen Harn, nicht sehr erheblich, so darf aus ihr nichts geschlossen werden; denn Hefe beschleunigt die Zersetzung der thierischen Flüssigkeiten, die oft auch von geringer Gasentwicklung begleitet ist. Setzt man aber dem Harn keine Hefe zu, sondern wartet man die spontane Gährung und Hefebildung ab (wie auch empfohlen worden ist), so schreitet die Kohlensäureentwicklung noch langsamer fort, wenn die Zuckermengen nicht sehr gross sind; es wird also hier noch weniger leicht die Gasbildung zu bemerken sein, zumal da hier der Zucker meist in Milchsäuregährung, nicht aber in die weinige überzugehen pflegt. Da der Nachweis gebildeten Alkohols keineswegs leicht auszuführen ist, so hat man auf die Bildung der sog. Hefepilze als charakteristisches Kennzeichen der weinigen Gährung hingewiesen. Für den, der mit dem Gebrauche des Mikroskops vertraut ist und die Hefepilze genau kennt, ist die Entscheidung allerdings leicht und sicher: allein man muss sich erinnern, dass auch im normalen Harn bei längerem Stehen, namentlich in höherer Temperatur, ganz ähnliche Pilzbildungen sich hauptsächlich aus dem Schleime herausbilden. Solche Pilze, die durchaus nicht mit einer Zuckerzersetzung zusammenhängen, entstehen bereits, wenn der Harn noch sehr sauer ist, häufiger aber in neutralem Harne; die einzelnen Zellen, die gleich den Hefezellen deutliche Kerne enthalten, sind meist um die Hälfte (im Durchmesser) kleiner als die eigentlichen Hefezellen; allein abgesehen davon, dass unter dem Mikroskop die scheinbare Grösse ein sehr relatives Kriterium ist, so sind auch die anfänglichen, spontan entstehenden Hefezellen immer weit kleiner, als die durch Sprossenbildung aus bereits vorhandenen Hefepilzen entstandenen (F. T. 13, F. 1, 2 u. 4).

Ein sehr gutes Mittel, Zucker in einer klaren Lösung zu entdecken und sogar seine ungefähre Menge zu bestimmen, ist der *Biot-Soleil'sche Polarisationsapparat*; seiner allgemeineren Benutzung steht nur die Kostbarkeit des Apparats entgegen.

Dass die *Pettenkofer'sche Probe* nicht tauglich ist, um zur Entdeckung des Zuckers verwendet zu werden, haben wir bereits oben (S. 121) bemerkt.

Alle andern in früherer Zeit zur Entdeckung von Zucker empfohlenen Proben (Verdunsten mit Salzsäure oder Schwefelsäure, Behandlung mit Chromsäure, Kochen mit Aetzkali u. dergl. m.) geben so leicht zu Täuschungen Anlass, dass sie neben den hier bezeichneten Methoden keine weitere Erwähnung verdienen. Auch die von *Mauméné*¹⁾ empfohlene gehört um so mehr hierher, da sie nicht blos mit Krümelzucker und den eigentlichen Zuckerarten, sondern auch mit andern Kohlenhydraten eine und dieselbe Reaction giebt. Durch Chlor und Metallchloride werden nämlich alle solche Stoffe beim Erwärmen auf 100° in glänzend schwarze Massen verwandelt; ausser Zucker geschieht dies mit Holzfaser, Hanf,

1) *Mauméné*, Compt. rend. T. 30, p. 344 u. 447.

Leinen, Baumwolle, Papier, Stärkmehl u. s. w. Es ist schon hieraus ersichtlich, wie leicht diese Methode zu Täuschungen (bei Gegenwart von Papierfasern, Staub u. dergl.) Veranlassung geben kann. Hat man es aber mit reinen Substanzen zu thun, so lassen sich allerdings noch sehr geringe Mengen von Zucker nachweisen, wenn man nach *Mauméné* ein mit Zinnchloridlösung getränktes und getrocknetes, rein wollenes Gewebe (*Merino*), mit der zu untersuchenden Flüssigkeit befeuchtet und auf 100° erwärmt; es bildet sich an der Stelle, wo die Befeuchtung stattgefunden, ein glänzend schwarzer Fleck.

Zur quantitativen Bestimmung des Zuckers im Harn hat man die *Trommer'sche* Probe ebenfalls benutzt; *Barreswil*¹⁾, *Falck*²⁾ und *Scharlau*³⁾ haben Methoden zu diesem Zwecke empfohlen; am brauchbarsten ist jedoch die von *Fehling*⁴⁾; als Probemittel benutzt derselbe eine Lösung von 40 gm. krystallisirtem Kupfervitriol in 160 gm. Wasser; diese wird mit einer concentrirten Lösung von 160 gm. einfach weinsaurem Kali und 560 gm. Aetznatronlauge (spec. Gewicht = 1,12) gemischt und dann noch soviel Wasser zugesetzt, dass das Volumen der Flüssigkeit bei $+15^{\circ}$ 1 Litre beträgt. Von einer Zuckerlösung, die in einem Litre 5 gm. trocknen Zucker = $C_{12}H_{12}O_{12}$ enthält, sind 11,5 CC. nothwendig, um aus 10 CC. der Probeflüssigkeit das Kupferoxyd vollständig in Kupferoxydul zu verwandeln. Hieraus berechnet sich, dass 100 Th. Kupferoxyd gerade von 45,25 Th. Zucker in Oxydul verwandelt werden (oder 10 At. Kupferoxyd von 1 At. Zucker). Um nun aus der volumetrischen Messung mit möglichster Sicherheit die Gewichtsverhältnisse zu bestimmen und die Beobachtungsfehler möglichst gering zu machen, empfiehlt *Fehling* den auf Zucker zu untersuchenden Harn auf sein 10faches oder 20faches Volumen (also 50 gm. mit 450 oder 950 gm.) Wasser zu verdünnen; 10 CC. der kupferhaltigen Probeflüssigkeit werden alsdann mit etwa 40 CC. Wasser verdünnt, gekocht und nun von dem verdünnten Harn (der natürlich in einer Bürette enthalten sein muss, um darnach sein verbrauchtes Volumen bestimmen zu können) soviel zugesetzt, dass man dem Punkte der vollständigen Zersetzung des Zuckers und Kupferoxyds möglichst nahe kommt. Ist in der vom Kupferoxydul abfiltrirten Flüssigkeit noch unzersetztes Kupferoxyd enthalten, so erkennt man dies an der bläulichen Färbung, so wie an der Reaction gegen Schwefelwasserstoff; ist dagegen zu viel Harn zugesetzt worden, so erscheint die filtrirte Flüssigkeit gelb (Einwirkung des ätzenden Alkalis auf Zucker). Der Punkt der vollständigen gegenseitigen Zersetzung ist bei Wiederholung des Versuchs leicht zu treffen. Da 10 CC. der Probeflüssigkeit zur Reduction des in ihr enthaltenen Kupferoxyds = 0,0577 gr. Zucker bedürfen, so ist gerade soviel Zucker

2) *Barreswil*, Journ. de Pharm. T. 6. p. 301.

3) *Falck*, Oesterlen's Jahrb. f. pr. Heilk. Bd. 4, S. 509.

4) *Scharlau*, die Zuckerharnruhr. Berlin 1846.

5) *Fehling*, Arch. f. phys. Heilk. Bd. 7, S. 64—78.

in der verbrauchten Menge Harns enthalten, und es lässt sich demnach der Gehalt des Harns an Zucker leicht berechnen. Auch diese Methode giebt nur bei einiger Umsicht genaue Resultate; sind nämlich in der zu untersuchenden Flüssigkeit noch andre organische Substanzen vorhanden, welche entweder das Alkali der Probenflüssigkeit zu binden oder das Kupferoxyd, wenn auch nur in geringem Grade zu zersetzen vermögen, so muss entweder das Alkoholextract der Flüssigkeit oder erst Zuckerkali dargestellt werden, ehe sie in Anwendung gebracht werden kann. Ein zweiter Uebelstand ist aber der, dass man die Probenflüssigkeit nicht lange aufbewahren darf und daher bei jeder Zuckerbestimmung sich dieselbe frisch bereiten möchte. Mit der Zeit wirkt nämlich das Alkali umändernd auf die Weinsäure ein, so dass diese die Fähigkeit erlangt, das Kupferoxyd in der Hitze und selbst in der Kälte zu reduciren. Hat man die frisch bereitete Lösung auch noch so sorgfältig gekocht und sich überzeugt, dass kein Kupferoxydul gefällt wird, so wird man doch finden, dass schon nach 8 Tagen durch Kochen etwas Kupferoxydul aus derselben ausgeschieden wird und dass bei noch längerem Stehen sich selbst bei gewöhnlicher Temperatur solches aus der Flüssigkeit absetzt. Dieser Mängel wegen ist aber diese Methode noch keineswegs verwerflich, nur muss man dieser Mängel eingedenk sie anzuwenden und nöthigenfalls zu modificiren verstehn.

Mittelst des *Soleil'schen Polarisationsapparates* lässt sich die Menge des Zuckers schneller und auch ebenso genau bestimmen, als nach dem vorbeschriebenen Verfahren. Es sind bei dessen Anwendung aber eine Menge Cautelen zu berücksichtigen, auf welche besonders *Dubrunfaut*¹⁾, *Clerget*²⁾ und *Lespiau*³⁾ aufmerksam gemacht haben. Wir verweisen daher auf deren Mittheilungen über diesen Gegenstand, zumal da der *Soleil'sche* Apparat für unsre Zwecke doch noch Manches zu wünschen übrig lässt.

Früher wendete man zur Bestimmung des Zuckergehaltes einer Flüssigkeit meist die *Gährung* an, indem man die Kohlensäure bestimmte und daraus die Quantität des Zuckers berechnete. Ohne Weiteres ist auch diese Bestimmungsweise nicht anzuwenden, erstens weil alle thierischen Flüssigkeiten freie Kohlensäure enthalten, und zweitens weil sich oft andre organische Stoffe bei der Gährung gleichzeitig zersetzen und Kohlensäure liefern. Sind namentlich eiweissartige Substanzen zugegen, so muss die Flüssigkeit, deren Zuckergehalt bestimmt werden soll, vorher stark gekocht werden; es tritt sonst leicht Fäulniss ein und andre Materien entwickeln neben dem Zucker noch Kohlensäure. Ist ferner z. B. Harnstoff zugegen, so ist diese Methode auch unbrauchbar, da zwar, wie *C. Schmidt* zuerst dargethan, der Harnstoff sich erst zersetzt, wenn aller

1) *Dubrunfaut*, Ann. de Chim. et de Ph. 3 Sér. T. 48, p. 404.

2) *Clerget*, Compt. rend. T. 28, p. 200 u. 256—260.

3) *Lespiau*, ebend. T. 26, p. 306.

Zucker zerstört ist, aber die Zerlegung dieses Stoffs und Kohlensäureentwicklung doch unmittelbar darauf beginnt. Es ist daher auch hier in jedem Falle wohlgethan, erst Zuckerkali darzustellen, ehe man zur quantitativen Bestimmung schreitet. Man bedient sich zu dieser Bestimmungsweise am Besten des von *Fresenius*¹⁾ zur Alkalimetrie angegebenen Apparats oder einer jener Modificationen, die man in neuerer Zeit mit demselben vorgenommen hat. In diesen Apparat bringt man einen abgewogenen Theil der zu untersuchenden Flüssigkeit, die man mit etwas Weinsäure anzusäuern wohlthut, da dieselbe die weinige Gährung befördert, andre Zersetzungen aber hindert (besonders wenn die Flüssigkeit albuminöse Stoffe enthielt und vorher aufgeköcht worden war). Man bringt alsdann den Apparat mit dem entsprechenden schwefelsäurehaltigen Gefässe (Chlorcalcium ist hier nicht anwendbar) in einen auf 37° erwärmten Raum, am Besten in eine sogenannte Brütmaschine (ein überhaupt fast unentbehrliches Instrument eines zoochemischen Laboratoriums). Nach 24 St. ist die Gährung meistens vollendet. Vergisst man dann vor dem Wägen des Apparats nicht, Schwefelsäure in die gegohrte Flüssigkeit fliessen zu lassen (um durch Erhitzung die absorbirte Kohlensäure auszutreiben) und atmosphärische Luft durch den ganzen Apparat zu ziehen (um die gasige Kohlensäure aus dem Apparate zu entfernen): so erhält man, sobald übrigens die oben erwähnten Cautelen berücksichtigt worden sind, nach dieser Methode die genauesten Resultate.

Wenn man sich des ursprünglichen Apparats von *Fresenius* bedient, so darf man nicht vergessen, dass die Korke ziemlich hygroskopisch sind; würde man den Apparat in einen Raum bringen, der mit Wasserdünsten geschwängert ist, so würde man nach Vollendung der Gährung und Entfernung der Kohlensäure oft gar keinen Verlust wahrnehmen, die Korke aber von Feuchtigkeit durchdrungen finden. Natürlich würde unter solchen Verhältnissen auch die Schwefelsäure Wasser aus der feuchten Atmosphäre angezogen haben.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Im normalen Zustande lässt sich dieser Zucker immer in den ersten Wegen und zwar im *Dünndarminhalte* nach dem Genuße vegetabilischer, d. h. stärke- und zuckerhaltiger Nahrungsmittel nachweisen. Es finden sich in den Contentis des Dünndarms immer nur geringe Mengen, theils weil das Stärkmehl sehr langsam umgewandelt, theils weil der gebildete Zucker ziemlich schnell absorbirt wird.

Im *Chylus* hat *Trommer*²⁾ zuerst Spuren von Zucker nachgewiesen; in solchem von Pferden, die mit reinem Stärkmehl oder stärke- und zuckerreichem Futter einige Stunden vor der Tödtung genährt worden waren, habe ich mich mehrmals bestimmt von der Gegenwart des Zuckers überzeugt.

1) *Fresenius* und *Will*, neue Verfahrungsweisen zur Prüfung der Soda etc. Heidelberg 1843.

2) *Trommer*, a. e. a. O.

Noch vor kurzer Zeit glaubte man, dass im normalen *Blute* kein Zucker nachgewiesen werden könne. Zuerst fand indessen *Magendie*¹⁾ im Blute eines Hundes, welcher mehrere Tage hindurch mit gekochten Kartoffeln gefüttert worden war, erhebliche Mengen Zucker neben Dextrin. Nachher wiess *C. Schmidt*²⁾ Zucker als normalen Blutbestandtheil der Rinder, Hunde, Katzen und Menschen nach. Später fand ich³⁾ fast gleichzeitig mit *Cl. Bernard*⁴⁾, dass das Pfortaderblut keinen Zucker oder nur Spuren desselben enthält, während das Blut der Lebervenen sehr reich daran ist. *Bernard* glaubt sich sogar überzeugt zu haben, dass der Zucker in den Gefässen nach dem Herzen zu sich allmählig vermindere und dass im arteriellen Blute nur noch sehr wenig gefunden werde. Die quantitativen von *Schmidt* und mir ausgeführten Bestimmungen sind im 2. Theile unter »Blut« angeführt.

In den *Harn* geht wahrscheinlich im normalen Zustande kein Zucker über; wenigstens habe ich, als ich mich zwei Tage lang nur von Fett und Zucker nährte, ebensowenig Zucker im Harn finden können, als *Magendie* in dem des eben erwähnten Hundes, in dessen Blute er Zucker gefunden hatte.

Selten nur geschieht es, dass Zucker in *krankhaftem*, aber nicht diabetischem *Harne* gefunden wird. *Prout* hat im Harn »gichtischer und dyspeptischer« Personen zuweilen Zucker gefunden, *Budge*⁵⁾ bei »Unterleibsleiden und Hypochondrie«. Ich⁶⁾ habe ein Mal Zucker im Harn einer Wüchnerin gefunden, bei der am fünften Tage des Wochenbettes mit einem Male die Milchabsonderung nachgelassen hatte; ich wurde auf den Zuckergehalt durch die entschiedenen Hefezellen aufmerksam; im Ganzen wurde nur vier Tage lang Zucker im Harn jener Person gefunden. Vor Kurzem fand ich im Harn eines Mannes Zucker, der an der ausgeprägtesten Arthritis litt.

In jüngster Zeit hat besonders *Alvaro Reynoso*⁷⁾ bei sehr verschiedenen körperlichen Zuständen Zucker im Harn zu finden geglaubt, namentlich in solchem von Epileptischen und Hysterischen; ferner sollte Zucker auch constant im Harn gefunden werden nach Narkotisirung durch Aetherinhalationen, ferner bei Lungenaffectionen, sowie endlich auch bei dem Gebrauche sog. hyposthenisirender Mittel, wie von Metallsalzen, schwefelsaurem Chinin, narkotischen Arzneimitteln u. s. w. Trotz dem, dass *Uhle* grösstentheils unter meinen Augen in allen diesen Fällen Harn sorgfältigst zu untersuchen Gelegenheit hatte, ist es doch auch nicht ein einziges Mal gelungen, eine oder die andre der Erfahrungen *Reynoso's* zu

1) *Magendie*, Compt. rend. T. 30 p. 494.

2) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera u. s. w. 1850. S. 464—468.

3) *Lehmann*, Ber. d. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig 1850. Bd. 3. S. 439—444.

4) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de méd. T. 48, p. 303 suiv.

5) *Budge*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 3, S. 443.

6) *Lehmann*, Jahresber. d. physiol. Ch. 1844. S. 27.

7) *Alvaro Reynoso*, Compt. rend. T. 33, p. 440—446, p. 524 et T. 34, p. 48.

bestätigen, und zwar, indem die selbstverständlichen (neuerdings von *Alvaro Reynoso* und *Michéa*¹⁾ hervorgehobenen, jedem Chemiker längst geläufigen) Vorsichtsmaassregeln keineswegs vernachlässigt wurden.

*Cl. Bernard*²⁾ fand im Harn des *Foetus* der Kuh von 5 bis zu 7 Monaten und in dem des Schafes von 2 Monaten Zucker in erheblicher Menge.

Derselbe fand Zucker auch in der *Amnios-* und *Allantoisflüssigkeit* von Rindern, Schafen und Schweinen. Beim 7monatlichen Kalbsfoetus wurde zwar Zucker im Harn, aber nicht mehr in der *Allantois-* und *Amniosflüssigkeit* gefunden.

Obgleich ich selbst³⁾ einmal im *Speichel*, der in Folge einer spontanen Salivation bei acutem Rheumatismus in grosser Menge entleert worden war, Zucker gefunden habe, so wage ich hieraus doch nicht auf das Vorkommen von Zucker im Speichel Nichtdiabetischer zu schliessen, weil in jenem Falle möglicher Weise von aussen Zucker in das Gefäss gekommen sein konnte, in welchem der Speichel gesammelt worden war. Da in den Speichel, wie wir später sehen werden, so viel heterogene Stoffe übergehen, so würde in der Annahme, dass in krankhaftem Speichel zuweilen Zucker vorkomme, gerade nichts Ungereimtes liegen. *Wright* hat unter der grossen Anzahl von ihm unterschiedener Speichelsorten auch einen süssen Speichel aufgeführt; leider hat er nicht näher untersucht, ob die Süssigkeit solchen Speichels von Zucker herrührte oder nur subjective Empfindung des Kranken war.

*F. L. Winkler*⁴⁾ fand in zwei bereits bebrüteten, weichgesottenen Eiern, deren Eiweiss auffallend süss schmeckte, 8 Gran Zucker. Ich habe mich später überzeugt, dass auch im Eiweiss, so wie im Eidotter der unbrüteten Hühnereier constant geringe Mengen von Zucker vorkommen.

Ich bemerke hierbei, dass ich 3 Stück Eier in Arbeit nahm und das oben angegebene Verfahren einschlug, um geringe Mengen von Zucker nachzuweisen. Die *Winkler'sche* Erfahrung, wornach so grosse Mengen Zucker und zwar Milchzucker in bebrüteten Eiern vorkommen, habe ich wiederholter Bemühungen ungeachtet nicht bestätigen können. Ich untersuchte Eier vom 3., 7. und 15. Tage der Bebrütung.

Cl. Bernard und *Barreswil*⁵⁾ haben im *Lebergewebe* selbst solcher Thiere, die weder zucker- noch stärkmehlhaltige Nahrung zu sich nehmen, Zucker nachgewiesen. *Bernard*⁶⁾ hat sich später noch ausführlich mit diesem Gegenstande beschäftigt, während von *Frerichs*⁷⁾, *Baumert*⁸⁾ und von mir die Thatsache vollkommen bestätigt worden war. Bei dem Menschen, den Säugethieren und Vögeln ist der Gehalt der Leber an Zucker viel bedeutender, als bei Reptilien; in der der Fische scheint gar kein Zucker enthalten zu sein; wenigstens fand *Bernard* in der Leber des

1) *Michéa* und *Alvaro Reynoso*, Compt. rend. T. 36, p. 230.

2) *Cl. Bernard*, ibid. T. 30, p. 217.

3) *Lehmann*, Jahreshb. d. physiol. Ch. 1844. S. 20.

4) *Winkler*, Buchn. Repert. Bd. 42, S. 46.

5) *Cl. Bernard* und *Barreswil*, Compt. rend. T. 27, p. 514.

6) *Bernard*, ibid. T. 31, p. 572—574.

7) *Frerichs*, R. Wagner's Handw. d. Physiol. Bd. 2, S. 834.

8) *Baumert*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 54, S. 357—363.

~~Stoffwechsel~~ Zucker im Körper.

... von Zucker. In manchen Krankheiten
... den Zucker in allen thierischen
... dies in der That auch gelungen,
... Auctoritäten bedarf. Man fand den
... allen serösen Flüssigkeiten (auch
... im Speichel, in den ausgebroche-
... und selbst im Scheweisse. Cl.
... Diabetes nur in folgenden Organen kei-
... Rückenmark, im Pankreas und der Milz.
... bei einem sehr ausgebildeten Diabetes, der
... Transpiration verbunden war, Zucker nicht
... bei Versuchen in meinem Laboratorium selbst
... von Zucker keine Spur davon im Scheweisse nach-

Die Quellen des Zuckers im thierischen Organismus
... den erwähnten Vorkommen desselben hervor-
... Durch Vermittlung des Speichels, pankreatischen
... wird das mit den Nahrungsmitteln in den Darm
... diesen Zucker umgewandelt. Andererseits ist es
... und meine Untersuchungen ausser Zweifel
... stickstoffhaltigen Materien und zwar in der Leber

... zuerst aus der Erfahrung, dass eiweissartige Stoffe gleich
... Ameisensäure und Huminsäure, mit Salpetersäure aber Oxal-
... liefern, die Möglichkeit ab, dass diese Stoffe gleich dem
... Amygdalin und Gerbsäuren gepaarten Zucker enthalten.
... dass die Albuminate bei der allmählichen Zersetzung
... oder andern Producten auch Aldehyd gleich dem Milchzucker
... aus stickstoffhaltigen Materien Zucker gebildet werde,
... eine von Pfeuffer und Löwig²⁾ durchgeführte Untersuchung
... Nachdem Bernard in der Leber von Fleischfressern ebenso
... Pflanzenfressern einen constanten Zuckergehalt nachgewiesen
... nach Freylich, dass auch nach längere Zeit fortgesetztem Fleisch-
... jeder vegetabilischen Nahrung Zucker in der Leber fleisch-
... gefunden werde. Später fand ich, gleich Bernard, dass in dem der
... Blute kein Zucker enthalten sei, dagegen eine sehr grosse Men-
... Organe austretenden Blute d. h. der Lebervenen. Aus einer ge-
... meiner Analysen des Pfortader- und Lebervenenbluts geht
... Schluss hervor, dass stickstoffhaltige Materien (und vielleicht
... zur Bildung von Zucker in der Leber verwendet werden. Wir
... bei der Bildung der Galle auf diesen Gegenstand zurück.

Die Frage, die sich an den Ursprung des Zuckers im Thierkörper
... ist die, wie gelangt der Zucker in den verschiedenen physiolo-

1) *Berlin. Monatsber.* Bd. 49, S. 655.

2) *Wiedemann. Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 64, S. 99.

3) *Pfeuffer und Löwig, Zeitschr. f. rat. Med.* Bd. 4, S. 454.

gischen und pathologischen Verhältnissen in den *Harn*. Da im normalen Zustande, selbst nach sehr reichlichem Zuckergenuss, kein Zucker in denselben übergeht, so sind nur zwei Möglichkeiten denkbar, durch welche das Erscheinen dieses Stoffs im Harn bedingt werden könnte: entweder wird nämlich der in normaler Menge dem Blute zugeführte Zucker dasselbst nicht, wie gewöhnlich, umgewandelt oder er wird in der That in weit grösserer Menge erzeugt, so dass das Plus von Zucker, zu dessen Umwandlung die gewöhnlich im Blute thätigen Affinitätskräfte nicht ausreichen, nur im Harn erscheint. Um die eine oder die andre dieser Fragen zu beantworten, wäre vor allen Dingen nothwendig, dass wir ermittelten, wieviel das Blut im Leben Zucker auf einmal umzuwandeln vermöge, ohne dass derselbe theilweise in den Harn übergeht. Das hat sich nun aber bis jetzt trotz der verschiedenen Wege, die man zur Beantwortung dieser Frage einschlagen kann, noch nicht genau bestimmen lassen, und zwar aus mehr als einem Grunde; zuvörderst kennen wir noch nicht die Menge Blut, welche der thierische Organismus enthält; denn wenn wir auch bestimmte Mengen Zucker ins Blut bringen, so wissen wir doch nicht, wieweit sich der eingebrachte Zucker gleichförmig aufs Blut vertheilt; der ins Blut gebrachte Zucker zersetzt sich aber zu schnell, als dass man aus der quantitativen Bestimmung des Zuckergehalts des Blutes einen bestimmten Schluss ableiten könnte. Neben andern Gründen, weshalb jene Zahl nicht genau ermittelt werden kann, ist der Untersuchung besonders der Umstand entgegen, dass wir nie genau erfahren können, ob in diesem Augenblicke noch Zucker durch die Nieren in den Harn gelangt oder nicht? Es ist nämlich eine vor Kurzem erst von mir festgestellte Thatsache (auf die ich besonders durch *Stannius*¹⁾ aufmerksam gemacht wurde), dass der Zucker sich ausserordentlich schnell im Harn schon innerhalb der Blase zersetzt. Wenn man auch z. B. Thiere, wie Kaninchen zur Untersuchung wählt, bei denen sich durch äussern Druck auf die Bauchdecken der Harn ziemlich leicht entleeren lässt, so ist doch auch bei diesen Thieren kein genügend scharfes Resultat zu erlangen. Darum haben auch z. B. die zahlreichen Versuche von Zuckereinjection in die Venen, wie sie *Bernard*²⁾ und ich³⁾ (jüngst auch *Baumert*), so wie mehrere meiner Schüler (*Kersting*⁴⁾, *Uhle*⁵⁾, *v. Becker*) ausgeführt haben, eigentlich nicht zu erheblichen Resultaten geführt. Um die Frage zu erledigen, wieviel Zucker muss das Blut enthalten, damit derselbe noch im Harn erscheint, wäre es also darauf angekommen, gleichzeitig den Gehalt des Blutes und des Harns an Zucker zu bestimmen. Diese Bestimmung ist aber durchaus nicht einmal annähernd gelungen, und zwar weder

1) *Stannius*, Privatmittheilung.

2) *Bernard*, *Compt. rend.* 1846. No. 42, p. 544—537.

3) *Lehmann*, *Schmidt's Jahrb.* 1844. S. 47.

4) *Kersting*, *Diss. inaug. med.* Lips. 1844.

5) *Uhle*, *Diss. inaug. de saccharo in urinam aliquamdiu transcente.* Lips. 1852.

Lehmann phys. Chemie. I.

durch die oben erwähnten sehr zahlreichen Injectionsversuche, noch durch übermässige Zuckeraufnahme durch die Mundhöhle, noch durch Bestimmung der Menge in gewissen Zeiten im Darm aufgesogenen Zuckers (*Boussingault, Bidder* und *Schmidt*), noch durch Injectionen concentrirter Zuckerlösungen in abgebundene Darmschlingen (*v. Becker*), noch endlich auch durch Reizung der *Medulla oblongata* nach *Bernard* (*Schrader*¹, *Uhle, Stannius*).

Dr. v. Becker ist so eben mit Untersuchungen dieser Art beschäftigt; bis jetzt hat sich daraus soviel ergeben, dass Zucker erst dann im Harn nachweisbar wird, wenn das Blut wenigstens 0,11 bis 0,2% Zucker enthält. Diese Bestimmungen wurden hauptsächlich gemacht theils bei Versuchen über die Resorption des Zuckers durch den Darm (worüber Th. 3 »Verdauung« das Nähere), theils durch Ausführung des Diabetesstichs. Sind durch diese und ähnliche Versuche erst noch genauere Resultate erlangt worden (wie in naher Aussicht steht), so wird ein neues Moment gewonnen sein, um den quantitativen Stoffwechsel im thierischen Organismus näher zu erkennen. Wenn uns bekannt ist, wieviel ein Organismus Zucker innerhalb einer bestimmten Zeit vom Darne ins Blut überzuführen im Stande ist, wieviel das Blut Zucker enthalten kann, ohne dass derselbe in den Harn übergeht, wieviel Sauerstoff durch die Respiration zur Oxydation jener Zuckermenge nöthig ist und wieviel wirklich innerhalb derselben Zeit in den Organismus gelangt, so werden wir feste Stützen für den Werth und die Verwandlungen des Zuckers bei der thierischen Stoffmetamorphose gewonnen haben (s. »Stoffwechsel« und »Ernährung«).

So lange aber keine festen Zahlenresultate im Betreff des Zuckergehalts des Bluts bei Uebergang von Zucker in den Harn erlangt worden sind, dünkt uns wenigstens der Beweis für die Behauptung von *Bernard* nicht sattsam begründet, dass Zucker in den Harn übergeführt werden könne durch eine vermehrte Erzeugung desselben innerhalb des Organismus, d. h. in der Leber. Ohne auf die scharfsinnigen Deductionen *Bernard's* hier näher eingehen zu können, bemerken wir nur, dass abgesehen vom Mangel an experimentell quantitativen Beweisen gegen jene Ansicht gewisse arithmetisch chemische Verhältnisse sprechen. Es ist nämlich nicht denkbar, dass die Leber bei jener Reizung gewisser Nervenursprünge im verlängerten Mark mehr Zucker als gewöhnlich erzeuge; wenigstens müsste dann erwiesen sein, dass in diesem Zustande der Leber auch mehr Material zur Zuckerbildung zugeführt werde, als im normalen Zustande; eine Beschleunigung des Blutlaufs in der Leber ist aber nicht nur nicht nachgewiesen, sondern nach meinen Beobachtungen an Diabetikern, so wie an piquirten Thieren sogar höchst unwahrscheinlich. Man könnte sich zwar denken, dass unter diesen eigenthümlichen Verhältnissen vielleicht eine Menge stickstoffhaltigen Materials zur Zuckererzeugung zersetzt würde, was sonst unzerst die Leber durchströmt: allein dann müssten doch neben der reichlichen Zuckerbildung auch andre Zersetzungsproducte gleichzeitig in vermehrter Quantität gefunden werden; namentlich Galle und einzelne Gallenbestandtheile, besonders Taurin sollten (wenn,

1) *Schrader*, *Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen* 1852. No. 4, S. 49—61.

was höchst wahrscheinlich, aus Proteinstoffen die Leber Zucker bereitet) in weit grösserer Menge in den Darmcanal ergossen werden: allein bei Diabetikern findet man eher das Gegentheil und bei Thieren, denen ich den *Bernard'schen* Nackenstich mit Erfolg beigebracht hatte, haben wir wenigstens hier niemals eine vermehrte Absonderung von Galle, Bildung von Taurin u. s. w. wahrnehmen können. Es bleibt daher zur Zeit, da der *Bernard'schen* Hypothese die arithmetische Grundlage fehlt und die angedeuteten arithmetischen Verhältnisse sogar gegen sie sprechen, nichts weiter übrig, als vorläufig noch anzunehmen, dass im Diabetes und nach jenem Nackenstiche der Uebergang des Zuckers in den Harn lediglich dadurch veranlasst werde, dass unter allen Verhältnissen, während welcher Zucker im Harn erscheint, die Affinitätskräfte, die normaler Weise die Umwandlung des Zuckers im Blute bedingen, so alterirt worden sind, dass sie zu dieser Function nicht mehr ausreichen. Mit einem Worte: der Zucker geht blos deswegen in den Harn über, weil er, obgleich fortwährend gebildet, im Blute nicht zersetzt wird. Der Harn wird sauer, weil der Zucker in der Harnblase sehr bald sich in eine Säure umsetzt; der Harn wird blass, fast farblos, weil eben die Stoffmetamorphose im Allgemeinen gehemmt ist. Dürfte aber die *Bernard'sche* Hypothese durch obige Thatsachen wo nicht widerlegt, so doch höchst unwahrscheinlich geworden sein, so ist deshalb weder die Ansicht von *Mialhe*, wornach Mangel an Alkali im Blute die Ursache der Nichtoxydation des Zuckers sei, noch die von *Reynoso*, der lediglich in einer verlangsamten Respiration den Grund jener Erscheinung sucht, als die richtige zu betrachten. Diese beiden Ansichten sind zum Theil durch *Bernard* selbst schon genügend widerlegt. Der Chemismus im Blute ist übrigens keineswegs so einfach, wie *Mialhe* und *Reynoso* sich ihn vorgestellt haben. Wir können erst im 3. Th. dieses Werks näher auf diesen Gegenstand eingehen.

Dr. v. *Becker* ist so eben mit Respirationsversuchen an Kaninchen beschäftigt, welche in Folge der Piquire Zucker harnen, um zu entscheiden, wie sich hier das Verhältniss des absorbirten Sauerstoffs zu dem von nicht operirten Thieren aufgenommenen herausstellt, und welches hier die Proportion zwischen absorbirtem Oxygen und exhalirter Kohlensäure sei.

Was jene *Bernard'sche* Operation betrifft, so scheinen hierüber die Acten noch lange nicht geschlossen zu sein. Dass die Wurzeln des Vagus bei jener Operation nicht getroffen werden, hat *Schrader*¹⁾ ziemlich bestimmt erwiesen. Wir haben aber hier (*Dr. von Becker*) gefunden, dass auch nach gewissen andern Hirnverletzungen, welche nicht die *Medulla oblongata* treffen, Zuckerharnen eintritt; so haben wir daselbe z. B. constant beobachtet, wenn der Stich von der *Sutura sagittalis* aus zwischen den Vierhügeln hindurch geht und die hintere Hälfte des *Pons Varolii* trifft; auch zuweilen, wenn ein *Crus cerebelli ad corpora quadrigemina* getroffen wird u. s. w.

Da wir auf die Einzelheiten der oben berührten Injectionsversuche von Zucker in die Venen, in die Darmschlingen und auf den Zuckergehalt des Blutes unter »Blut, « »Verdauung, « »Stoffwechsel und Ernährung« zurückkommen müssen, so versparen wir die Mittheilung der experimentellen Unterlagen zu der obigen Betrachtungsweise auf

1) *Schrader*, a. e. a. O.

die betreffenden Capitel. Hier finde nur der Theil der von Dr. v. Becker in meinem Laboratorium durchgeführten Untersuchung eine Erwähnung, der sich auf die Umwandlung des Zuckers innerhalb der Harnblase bezieht. *Stannius*², fand bei seinen Versuchen, den sog. künstlichen Diabetes nach *Bernard* zu erzeugen, dass nach 22 bis 24 St. kein Zucker im Urin solcher Thiere gefunden wird, selbst wenn die Blase von dem erwiesenermaassen zuckerhaltigen Harn nicht vollständig entleert worden war oder die Thiere überhaupt keinen Harn seit der Operation gelassen und auch keine Nahrung aufgenommen hatten; *Stannius* schloss hieraus, »dass der zuckerhaltige Harn während seines Verweilens in der Blase eine Umsetzung erfahren müsse.« Ganz ähnliche Erfahrungen habe ich namentlich bei den im Verein mit *Uhle* angestellten Zuckerinjectionsversuchen, theils wie *Stannius* nach dem Diabetesstiche gemacht. Namentlich habe ich bei Injectionen folgende Beobachtungen in dieser Beziehung gemacht; injicirt man einem Kaninchen mittlerer Grösse ungefähr 4 grm. Krümelzucker, so entleert das Thier nach 10' bis 15' einen zwar alkalischen aber zuckerhaltigen Harn; später ist der Harn noch zuckerhaltig, aber seine Alkalescenz nimmt ab; zwischen der 5. und 7. Stunde nach der Injection wird der Harn sauer und enthält nur wenig Zucker, häufiger aber keinen mehr, in der 9. Stunde pflegt in der Mehrzahl der Fälle der Harn wieder alkalisch zu werden und nun wird keine Spur mehr von Zucker gefunden. In diesen Verhältnissen mag auch zum Theil die irrthümliche Behauptung *Bernard's* ihren Grund haben, dass Krümelzucker nicht in den Harn übergehe, wenn solcher in die Venen injicirt werde, sondern dass der Harn dadurch alkalisch werde. *Bernard* kann den Harn nur erst 8 Stunden nach der Injection untersucht haben oder bei Injection von 0,5 grm. 3 bis 4 Stunden nach der Operation. Dass Rohrzucker unverändert in den Harn übergeht, habe ich mit *Kersting* gleich *Bernard* gefunden; dagegen scheint, meinen spätern Beobachtungen nach, Milchzucker sich eben so schnell wie Krümelzucker im Harn zu zersetzen. Dr. v. Becker hat nun zuerst die Beobachtungen von *Stannius* und von mir rück-sichtlich des Verschwindens des Zuckers in der Blase und im Harn überhaupt bestätigt und genauern quantitativen Bestimmungen unterworfen. Er hat zugleich aber auch dargethan, dass frischer Harn, sei er von fleischfressenden oder pflanzenfressenden Thieren in wenigen Stunden sehr erhebliche Quantitäten von Zucker zu zersetzen vermag. Alkalischer Harn verliert dadurch allmählig seine Alkalescenz und wird sauer. Die bei dieser Gährung sich bildende Säure ist in diesem Augenblicke noch nicht genau untersucht, aber sicher nicht Milchsäure. Bemerkenswerth ist, dass dabei der Harnstoff ebensowenig als die Hippursäure sich zersetzen. Vorläufig sei hier noch schliesslich erwähnt, dass nach v. Becker's Beobachtung Zucker im Blute und im Harn erscheint, wenn in eine Darmschlinge, die an beiden Enden unterbunden wird, eine Zuckersolution von 8% Zuckergehalt injicirt wird.

Ueber die physiologische Verwendung des Zuckers im thierischen Organismus wird im 3. Theile unter »Stoffwechsel« ausführlich behandelt werden. Hier werde nur soviel bemerkt, dass *Verdeil* und *Dollfuss*²) im Rindsblute auch eine (nicht näher untersuchte) stickstofffreie Säure gefunden haben, welche insofern als eines der nächsten Umwandlungsproducte des Zuckers erscheint, als sie viel Aehnlichkeit mit den bekannt-Oxydationsproducten des Zuckers (Glucinsäure) hat; sie reducirt namentlich Kupferoxydsalze und entwickelt beim Erhitzen Caramelgeruch. Auch *Mizuh*³) wies schon auf diesen Stoff ohne nähere Untersuchung desselben hin.

¹ *Stannius*, Privatmittheilung.

² *Verdeil* und *Dollfuss*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 74, S. 214—218.

³ *Mizuh*, Compt. rend. T. 30, p. 745.

Milchzucker. $C_{12} H_{12} O_{12}$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet weisse, undurchsichtige, geschobene, 4seitige Prismen oder Rhomboëder, ist hart, knirscht zwischen den Zähnen, hat einen sehr schwach süssen, fast mehligem Geschmack, keinen Geruch, löst sich langsam in kaltem, leichter in heissem Wasser auf, ist in absolutem Alkohol und Aether unlöslich, die wässrige Lösung, welche übrigens die Polarisationssebene des Lichts nach Rechts dreht, lässt sich weit abdampfen, ohne dass der Zucker zum Krystallisiren gebracht wird.

Beim Erhitzen schmilzt der Milchzucker, bläht sich auf, entwickelt einen süsslich stechenden Geruch und verbrennt mit Flamme.

Durch verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure, so wie durch Essigsäure und Citronensäure wird der Milchzucker bei einiger Digestion in Krümelzucker umgewandelt; er absorbiert Chlor, Salzsäure- und Ammoniakgas in grosser Menge. Von Salpetersäure wird er in Schleimsäure nebst etwas Oxalsäure, Zuckersäure und Kohlensäure zerlegt. Mit Schwefelsäure und doppeltchromsaurem Kali behandelt liefert er ausser Ameisensäure auch Aldehyd.

Durch ätzende fixe Alkalien wird er bei 225° in Oxalsäure verwandelt; mit verdünnten Alkalien oder Bleioxyd und Wasser gekocht, wird er gelb oder braun; bei $+ 50^{\circ}$ geht er mit Bleioxyd verschiedene Verbindungen ein. Gegen schwefelsaures Kupferoxyd und Kali verhält sich der Milchzucker ganz wie Krümelzucker. Man hatte lange Zeit den Milchzucker zu den nicht gährungsfähigen Zuckerarten gezählt, bis *Schill*¹⁾ und *Hess*²⁾ fast gleichzeitig darauf aufmerksam machten, dass der Milchzucker nur längerer Zeit bedürfe, um durch Hefe, Sauerteig, Gallerte, Eiweiss in geistige Gährung versetzt zu werden. *H. Rose*³⁾ hat *Schill's* Beobachtung bestätigt, dass der geistigen Gährung des Milchzuckers Schleimzuckerbildung vorangehen müsse, so wie dies früher *Payen* rücksichtlich des Dahlins und *Rose* selbst rücksichtlich des Rohrzuckers bewiesen hat. Gleich andern Zuckerarten kann der Milchzucker auch in Milchsäure- und Buttersäuregährung übergehen, wenn die geeigneten Fermente angewendet werden. Im Harn erleidet er bei höherer Temperatur ($35-37^{\circ}$) eine Umwandlung in eine bis jetzt noch nicht genügend erforschte Säure.

Zusammensetzung. Im krystallisirten Zustande hat der Milchzucker vollkommen dieselbe empirische Zusammensetzung wie der wasserfreie Krümelzucker, so dass er also gleiche Aequivalente Kohlenstoff,

1) *Schill*, Ann. der Pharm. Bd. 34, S. 452.

2) *Hess*, Pogg. Ann. Bd. 34, S. 494.

3) *H. Rose*, ebendas. Bd. 52, S. 293.

Wasserstoff und Sauerstoff enthält; da er aber durch Erwärmen 11,9% Wasser verliert, d. h. auf 5 At. Kohlenstoff 4 At. Wasser, so muss seine Formel entweder = $C_5 H_4 O_4$ oder ein Multiplum derselben sein. Da der Milchzucker mit keinem Körper in einem bestimmten Verhältnisse hat verbunden werden können, so ist sein wahres Atomgewicht unbekannt. Das Verhalten des Milchzuckers zu Salpetersäure, mit der er bekanntlich Schleimsäure giebt, beweist, dass er eine von den übrigen gährungsfähigen Zuckerarten etwas verschiedene Constitution haben muss.

Darstellung. Der Milchzucker wird im Grossen gewonnen, indem man die Molken durch Abdampfen concentrirt, und die Flüssigkeit dann längere Zeit an einem kühlen Orte stehen lässt; die Krystallcrusten, welche sich dann absetzen, werden durch Umkrystallisiren gereinigt. *Simon* empfiehlt die Milch bis auf $\frac{1}{6}$ ihres Volumens abzudampfen und durch Alkohol den Käsestoff zu fällen; die filtrirte Flüssigkeit wird dann weiter eingedampft und mit starkem Alkohol übergossen, der mit dem Wassereextracte niedergefallene Milchzucker wird durch etwas Wasser ausgewaschen, dann in reinem Wasser gelöst und der Selbstverdunstung überlassen. Nach *Haidlen*¹⁾ kocht man die Milch mit $\frac{1}{3}$ ihres Gewichts fein pulverisirtem Gyps, wodurch der Käsestoff coagulirt wird; die filtrirte Flüssigkeit wird zur Trockenheit verdunstet und nach Entfernung des Fetts durch Aether aus dem Rückstande der Milchzucker durch kochenden Alkohol extrahirt; aus der alkoholischen Lösung wird dann der Milchzucker völlig rein erhalten.

Prüfung. Ist in dem alkoholischen Extracte einer thierischen Flüssigkeit durch die *Trommer*'sche Probe einmal Zucker nachgewiesen worden, so lässt sich der Milchzucker, sobald man nur Untersuchungsmaterial genug erhalten hat, durch seine Krystallform, durch die Schwerlöslichkeit in Alkohol, durch die Unfähigkeit, mit Hefe schnell in Gährung überzugehen, und durch die Eigenschaft, mit Salpetersäure beim Sieden die unlösliche Schleimsäure zu liefern, sehr leicht von andern Zuckerarten unterscheiden. *Quantitativ* bestimmt man ihn ziemlich gut nach der oben erwähnten Methode von *Haidlen*. Weit genauer lässt sich indessen der Milchzucker bestimmen, wenn man ihn ebenso, wie oben vom Krümelzucker angegeben ist, mittelst der Probeflüssigkeit von *Barreswil* oder *Fehling* bestimmt; *Poggiale* hat auf diese Weise mittelst einer Probeflüssigkeit (aus 10 Th. krystallisirtem schwefelsauren Kupferoxyd, 10 Th. doppeltweinsaurem Kali, 30 Th. Aetzkali und 200 Th. destillirtem Wasser bestehend) den Milchzucker der Kuhmilch bestimmt, aber offenbar zu viel gefunden, da er das Casein vorher durch Essigsäure zu entfernen suchte, ein Theil desselben aber dabei in Lösung blieb und zersetzend auf das Kupferoxyd neben dem Zucker einwirkte. Besser ist es, man kocht die Milch mit schwefelsaurer Talkerde oder Chlorcalcium zur Entfernung des Caseins, fällt aus der filtrirten Flüssigkeit die überschüssige

1) *Haidlen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45, S. 275.

Erde durch Kali und wendet dann nach dem *Fehling'schen* Verfahren die Probestüssigkeit an; am Besten ist es jedoch, wenn man ganz nach *Haidlen* verföhrt und dann aus dem alkoholischen Extracte die Menge des Milchzuckers nach *Fehling* bestimmt.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieser Körper scheint ein integrierender Bestandtheil der Milch aller Säugethiere zu sein. In der Frauenmilch hat man 3,2 bis 6,24% Milchzucker gefunden (*Fz. Simon*¹⁾, *Haidlen*²⁾, *Clemm*³⁾, in der Kuhmilch durchschnittlich 3,4 bis 4,3%; nach einer bessern analytischen Methode fand ich in guter Kuhmilch immer etwas mehr Milchzucker; dagegen ist die von *Poggiale*⁴⁾ angenommene Mittelzahl (= 5,28%) offenbar zu hoch; in der der Eselinnen 4,5%, in der der Stuten 8,7%, in der der Ziegen 4,4%, in der der Schaaf 4,2%; ja sogar in der Milch eines Bocks wurde Milchzucker gefunden (*Schlossberger*⁵⁾. *Dumas*⁶⁾ glaubte gefunden zu haben, dass die Hündinnen bei rein animalischer Kost gar keinen Milchzucker erzeugten, allein später wurde von *Bensch*⁷⁾ nachgewiesen, dass auch dann noch Spuren von Milchzucker in der Milch aufgefunden werden, dass dagegen bei vegetabilischer Kost der Gehalt der Milch der Hündinnen an Zucker allerdings erheblich zunehme.

*Braconnot*⁸⁾ glaubte auch in den Saamen von Vegetabilien, namentlich in den Eicheln (Früchten von *Quercus racemosa* und *sessiliflora*), Milchzucker gefunden zu haben: allein *Dessaigne*⁹⁾ hat später nachgewiesen, dass dies nicht Milchzucker, sondern eine eigenthümliche Zuckerart ist.

Im Colostrum fand *Simon* 7%, in der Milch 6 Tage nach der Geburt aber 6,24% Milchzucker; überhaupt vermindert sich nach *Simons* Beobachtungen der Zuckergehalt der Milch, je später nach der Geburt dieselbe abgesondert worden ist; *nährhafte* oder *kärgliche Kost* hat nach *Simon* keinen Einfluss auf die Quantität des Zuckers in der Milch (wohl aber auf die der Butter). Durch *Krankheiten*, namentlich durch Syphilis, wird der Zuckergehalt der Milch nach *Donné's*¹⁰⁾, *Meggenhofen's*¹¹⁾ und *Simon's*¹²⁾ übereinstimmenden Beobachtungen nicht verändert.

Im Blute haben *Mitscherlich*, *Tiedemann* und *Gmelin* bisher vergeblich nach Milchzucker gesucht, *Guillot* und *Leblanc*¹³⁾ glauben ihn jedoch im Blute von Milchkühen gefunden zu haben.

1) *Fz. Simon*, Die Frauenmilch. Berlin 1838. S. 35.

2) *Haidlen*, a. a. O.

3) *Clemm*, R. Wagner's Wörterb. d. Phys. Bd. 2, S. 464.

4) *Poggiale*, Compt. rend. T. 28, p. 505—507.

5) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51, S. 431.

6) *Dumas*, Compt. rend. T. 24, p. 708—717.

7) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 221—227.

8) *Braconnot*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 27, p. 392—401.

9) *Dessaigne*, Compt. rend. T. 33, p. 308—310.

10) *Donné*, Du lait et en particulier de celui des nourrices. Paris 1836.

11) *Meggenhofen*, Diss. inaug. sist. indagacionem lactis muliebris. Francof. a. M. 1816.

12) *Simon*, a. e. a. O.

13) *Guillot* und *Leblanc*, Compt. rend. T. 31, p. 585.

Ursprung. Dass der Milchzucker hauptsächlich aus dem Krümelzucker oder dem Stärkmehl der Nahrungsmittel gebildet werde, hat hohe Wahrscheinlichkeit, da die positiven Versuche von *Dumas* sowohl als von *Bensch* eine Vermehrung dieses Stoffes bei vegetabilischer Kost darthun; allein die Beobachtungen von *Bensch* weisen deutlich genug darauf hin, dass der Milchzucker auch aus stickstoffhaltigen Materien, oder mit andern Worten, aus dem in der Leber gebildeten Krümelzucker erzeugt werde. Da der Milchzucker nur in der Milch gefunden wird, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass er aus anderem Zucker erst in den Brustdrüsen erzeugt wird.

Nutzen. Dass der Milchzucker, welcher dem Säuglinge mit seiner Nahrung zugeführt wird, dem kindlichen Körper zu denselben Zwecken diene, wie dem ausgebildeteren Organismus das Stärkmehl und andere Kohlenhydrate, kann wohl nicht in Zweifel gezogen werden.

Inosit. $C_{12} H_{12} O_{12}$.

Eigenschaften. Diese Zuckerart krystallisirt mit 4 At. Wasser in farblosen klino-rectangulären Prismen (*F. T. 6. F. 6.*), die an der Luft verwittern und bei 100° oder im Vacuo alles Krystallwasser verlieren, von süßem Geschmacke, leicht löslich in Wasser, schwer in starkem Weingeist, unlöslich in Alkohol und Aether; aus der kochenden weingeistigen Lösung krystallisirt er beim Erkalten in glänzenden, cholesterinähnlichen Blättchen; über 210° schmilzt der Inosit zu einer klaren Flüssigkeit, bei noch höherer Temperatur zersetzt er sich wie Zucker. Durch Abdampfen mit Salzsäure wird er nicht verändert, ebensowenig durch Kochen mit Aetzkali; mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Kali giebt er eine blaue Lösung, scheidet aber weder nach längerem Stehen, noch beim Kochen Kupferoxydul aus; mit Hefe geht er nicht in die weinige Gährung über, mit Käse oder Fleisch aber in Milchsäure- und Buttersäuregährung.

Zusammensetzung. *Scherer*¹⁾, welcher diesen Körper entdeckte, hat ihn im wasserfreien Zustande dem wasserfreien Krümelzucker völlig isomer gefunden.

Darstellung. Wenn man den Saft des Herzmuskels des Rindes in derselben Weiso behandelt, wie oben bei der Darstellung des Kreatins aus Muskeln überhaupt angegeben worden ist, und dann aus der vom Kreatin abgessenen Mutterlauge den Baryt durch Schwefelsäure entfernt und beim Verdunsten der vom schwefelsauren Baryt abfiltrirten Flüssigkeit die flüchtigen Säuren entfernt hat, krystallisirt neben schwefelsaurem Kali dieser Zucker, sobald man jener sauren Flüssigkeit nach und nach starken Alkohol zusetzt. Durch Auslesen lassen sich die von der Mutterlauge durch Auspressen befreiten Krystalle leicht vom schwefelsauren Kali trennen,

¹⁾ *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 78, S. 322.

leicht aber auch durch etwas kochendes Wasser, von welchem Inosit leichter, als schwefelsaures Kali gelöst wird. Ohne vorausgegangene Destillation kann man den Inosit nach *Scherer* auch erhalten, wenn man zur Abscheidung des Baryts nur soviel Schwefelsäure anwendet, dass noch ein kleiner Theil Baryt in Lösung bleibt. Schüttelt man nun so lange mit Aether, bis die freigewordenen Säuren entfernt sind, so krystallisirt auf allmählichen Zusatz von Alkohol der Inosit in schönen Krystallen.

Prüfung. *Scherer*¹⁾ hat eine sehr charakteristische Reaction für den Inosit angegeben, durch welchen sich derselbe von jeder andern Zuckerart und jedem andern Kohlenhydrate unterscheidet. Dampft man nämlich Inositlösung oder eine inosithaltige Mischung mit Salpetersäure auf Platinblech bis fast zur Trockne ein, übergiesst den Rückstand mit Ammoniak und etwas Chlorcalcium, und verdunstet dann vorsichtig bis zur Trockne, so entsteht eine lebhaft rosenrothe Färbung, die noch $\frac{1}{50}$ Gran Inosit erkennen lässt.

Vorkommen. Bis jetzt ist dieser Körper nur im Herzfleische gefunden worden; *Socoloff*²⁾ versuchte vergeblich den Inosit aus andrer Fleischflüssigkeit darzustellen.

Paramylon. $C_{12} H_{10} O_{10}$.

Eigenschaften. Diese Stärkmehlart bildet eine blendend weisse, körnige Materie, welche, frisch gefällt, durchscheinend, gelatinös und stark aufgequollen erscheint, ist in Wasser und verdünnten Säuren unlöslich; sie wird weder durch verdünnte Schwefelsäure, noch durch Diastase in Zucker verwandelt; nur durch längeres Kochen mit rauchender Salzsäure liefert sie eine gährungsfähige süsse Substanz. Auf 200° erhitzt verwandelt sie sich in eine gummiähnliche, in Wasser, aber nicht in Alkohol lösliche Substanz; bei stärkerm Erhitzen schmilzt sie und verbrennt mit einem ähnlichen Geruche wie Zucker. In Ammoniak ist das Paramylon unlöslich, wohl aber in Aetzkali, aus dem es durch Säuren präcipitirt wird. Es wird übrigens durch Jod nicht blau gefärbt.

Zusammensetzung. Dieser Körper, welcher von *Gottlieb*³⁾ entdeckt wurde, ist von demselben analysirt und dem gewöhnlichen Stärkmehl isomer gefunden worden:

Kohlenstoff	12 At.	44,44
Wasserstoff	10 „	6,18
Sauerstoff	10 „	49,38
		100,00

Darstellung. Das Paramylon wurde von *Gottlieb* aus den Körpern

1) *J. Scherer*, Verhandl. der physik.-medic. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 112.

2) *Socoloff*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 84, S. 375.

3) *Gottlieb*, ebendas. Bd. 75, S. 54—64.

eines Infusoriums, der *Euglena viridis*, dargestellt. Die von andern Infusorien möglichst reinen Thiere wurden zur Entfernung des Farbstoffs erst mit Aether und Weingeist und dann durch ein kochendes Gemeng von Weingeist und Salzsäure extrahirt; der mit Wasser angertührte Rückstand ward auf ein baumwollnes Tuch gebracht, welches die Paramylonkörner durchtreten liess, die Hüllen der Thiere aber zurückhielt; durch Auflösen in Kalilauge und Fällen mit Salzsäure wurde die Substanz gereinigt.

Cellulose. $C_{12} H_{10} O_{10}$.

Eigenschaften. Im reinsten Zustande bildet dieser auch *Pflanzenzellstoff* genannte Körper eine schwammartige Masse, unlöslich in allen Menstruen, jedoch nicht ganz unlöslich in Alkalien, durch Schwefelsäure sowohl als durch Diastase kann er in Dextrin verwandelt werden.

Wird Cellulose mit einem Gemeng von 4 Th. concentrirter Schwefelsäure und 1 Th. Wasser behandelt, so schwillt sie namentlich beim Reiben zu einer klaren Gallert an, welche anfangs ganz steif ist, allmählig aber dünnflüssig wird; Zusatz von Wasser oder Alkohol scheidet weisse Flocken ab, die in heissem Wasser, Alkohol und Aether unlöslich sind, aber die merkwürdige Eigenschaft zeigen, durch Iod gleich dem Stärkmehl blau gefärbt zu werden; sie unterscheidet sich aber vom Stärkmehl wesentlich dadurch, dass durch Wasser das Iod ausgewaschen und somit die blaue Farbe dem Iod wieder entzogen werden kann, was beim Stärkmehl durchaus nicht der Fall ist. Man hat diesen Umwandlungsstoff der Cellulose deshalb *Amyloid* genannt; seine Zusammensetzung wurde entsprechend der Formel: $C_{48} H_{41} O_{41}$ gefunden. Dieser Stoff löst sich übrigens in Schwefelsäure leicht wieder auf und wird durch Wasser unverändert daraus gefällt; starke Salpetersäure löst ihn ohne Gasentwicklung auf, beim Kochen damit liefert er Oxalsäure; von Salzsäure wird er nur schwierig gelöst, durch Ammoniak aber nicht daraus gefällt; von Ammoniak wird er nicht aufgelöst. In starker Kalilauge quillt er auf und löst sich dann im zugefügten Wasser, durch Essigsäure wird er grösstentheils daraus gefällt. Auch durch längere Einwirkung von Alkalien wird die Cellulose in eine Substanz verwandelt, die von Iod dunkelviolett, ja fast schwarz gefärbt wird. Faule Kartoffeln enthalten ein Ferment, durch welches die Cellulose aufgelöst und zerstört, Stärkmehl aber durchaus unverändert gelassen wird.

Man hat die Bildung dieses Stoffes und dessen Reaction gegen Iod zur Erkennung der Cellulose benutzt.

Werden nämlich aus Cellulose bestehende Pflanzengewebe mit Schwefelsäure und Iodtinktur befeuchtet, so färben sie sich schön blau; die Färbung verschwindet aber allmählig wieder besonders auf Zusatz von Wasser. Auch Chlorzink verwandelt die Cellulose erst in eine mit Iod blau werdende Materie, dann in Zucker und endlich in huminähnliche Substanzen.

Zusammensetzung. Dieser Stoff wurde von *Mulder* = $C_{24} H_{21} O_{31}$ zusammengesetzt angenommen, allein nach *Mitscherlich's* ¹⁾ neueren Untersuchungen ist er dem Stärkmehl vollkommen isomer.

Vorkommen. Wie schon der Name dieses Körpers lehrt, ist er die Grundlage aller Pflanzenzellen; man hat ihn jedoch auch in niedern Thieren gefunden; so entdeckte ihn *C. Schmidt* ²⁾ im Mantel der *Phallusia mammillaris*, eines zu den Tunicaten gehörigen Weichthiers; *Löwig* und *Kölliker* ³⁾ fanden ihn später in der knorpeligen Hülle der einfachen *Ascidien*, in dem lederartigen Mantel der *Cynthien* und im äussern Rohre der *Salpen*. Am reinsten erhält man die Cellulose aus Hollundermark oder jungen Wurzeln, wenn man dieselben mit verschiedenen, indifferenten, so wie sauren und alkalischen Lösungsmitteln behandelt, um die ihm anhängenden löslichen Stoffe zu entfernen. Schwedisches Filterpapier ist reine Cellulose.

Farbstoffe.

Leider gehören mehr noch die thierischen, als die pflanzlichen Farbstoffe zu denjenigen Körpern, deren chemische Natur sehr wenig erforscht ist, so dass ihnen immer noch die irrationelle Eintheilung nach der Farbe verbleiben muss.

Haematin. $C_{44} H_{22} N_3 O_6 F_e$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper wird für das eigentliche rothe Pigment der Blutkörperchen gehalten; leider ist es aber noch keineswegs entschieden, ob er erst ein Umwandlungsproduct des eigentlichen Blutfarbstoffs ist, oder ob der von uns dargestellte Körper sich zu dem in den Blutkörperchen enthaltenen nur etwa so verhält, wie das geronnene Eiweiss zum nicht geronnenen. Im löslichen Zustande lässt es sich nicht von der Krystallsubstanz des Blutes isoliren; daher wir es nur im coagulirten oder wesentlich modificirten Zustande kennen. Gereinigt stellt es eine dunkelbraune, schwach metallglänzende Masse dar, die sich beim Reiben an das Pistill ansetzt; sie ist ohne Geruch und Geschmack, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, essigsauerm Aethoxyd, fetten und

1) *Mitscherlich*, Ber. der Ak. d. Wiss. zu Berlin. 1850. S. 402—411.

2) *C. Schmidt*, Zur vergl. Physiol. der wirbellosen Th. 1845. S. 62.

3) *Löwig* und *Kölliker*, Ann. de scienc. nat. 3 Sér. T. 5, p. 493—232.

flüchtigen Oelen; nach *Mulder* löst es sich jedoch etwas in fetten und ätherischen Oelen auf.

Sehr leicht wird das Haematin von schwach mit Schwefelsäure oder Salzsäure versetztem *Alkohol* aufgelöst; die Lösung ist braun, wird aber durch Sättigung mit Alkalien blutroth; mit denselben *Säuren* angesäuertes *Wasser* besitzt kein Lösungsvermögen für Haematin, deshalb werden auch die alkoholischen Haematinlösungen durch Wasserzusatz gefällt. Die genannten Säuren lösen in concentrirtem Zustande das Haematin nicht auf, sondern entziehen ihm nur etwas Eisen. Mit schwefelsaurem Natron zusammengerieben, löst es sich grösstentheils in Wasser auf. Selbst sehr verdünnte Lösungen ätzender und kohlenaurer *Alkalien* in Wasser und Alkohol lösen das Haematin fast in jedem Verhältnisse auf. Kocht man die Lösung des Haematin in Kali und sättigt dann mit einer Säure, so ist das Haematin nicht mehr in mit Ammoniak vermischem Alkohol auflöslich; die Farbe der Haematinkalilösung geht durch Kochen ins Dunkelrothe, ja ins Grüne über. Die ammoniakalische Lösung giebt beim Verdunsten das Ammoniak wieder aus; auch wird Ammoniakgas nicht von Haematin absorhirt. *Kohlensäure*, *Sauerstoff* und *Stickstoffoxyd* verändern die Farbe der ammoniakalischen Haematinlösung nicht, von *schwefliger Säure* wird sie indessen hellroth gefärbt; *Schwefelwasserstoffgas* färbt die Haematinlösungen nur wenig dunkler.

Aus der ammoniakalischen Lösung wird das Haematin durch *Silber-*, *Blei-* und *Kupferoxydsalze* vollständig gefällt. Kocht man die Auflösung des Haematin in schwefelsäurehaltigem Alkohol mit Bleioxyd, so wird sie gänzlich entfärbt.

Beim *Erhitzen* im verschlossenen Raume bläht sich das Haematin auf, ohne zu schmelzen, giebt brenzliche, ammoniakalische Dämpfe, ein rothbraunes Oel und hinterlässt ein Wenig voluminöse, poröse Kohle, die beim Verbrennen eine rothe Asche liefert. Mit *Phosphor* oder *schwefelsaurem Eisenoxydul* kann das Haematin ohne alle Veränderung gekocht werden.

Von concentrirter *Salpetersäure* wird es in der Kälte mit brauner Farbe unter Entwicklung von salpetriger Säure aufgelöst, beim Kochen vollständig zerstört.

Lässt man *Chlor* auf mit Wasser angerührtes Haematin einwirken, so löst sich alles Eisen desselben als Eisenchlorid auf, während weisse Flocken sich abscheiden. Diese sind in Alkohol und Aether, aber nicht in Wasser löslich, entwickeln beim Trocknen (bei 400°) etwas chlorige Säure, und stellen dann ein leichtes strohgelbes Pulver dar, welches von Salzsäure nicht verändert, von Alkalien aber mit röthlicher Farbe aufgelöst wird; nach *Mulder* besteht dieser Körper aus chloriger Säure und eisenfreiem Haematin. Wird über trocknes Haematin Chlorgas geleitet, so bildet sich ohne Abscheidung irgend einer Substanz eine dunkelgrüne Verbindung, welche in Alkohol sich auflöst, nicht auf Pflanzenfarben einwirkt, von

Säuren und Alkalien nicht verändert, von Schwefelwasserstoff-Ammoniak aber beim Erwärmen roth gefärbt wird.

Mit trockenem *Salzsäuregas* bildet trocknes Haematin eine violette Masse, welche mit schön rother Farbe und saurer Reaction sich in Wasser und Alkohol auflöst.

Wird Haematin mit reiner concentrirter Schwefelsäure stehen gelassen und dann die Flüssigkeit mit Wasser verdünnt, so löst sich unter Entwicklung von Wasserstoffgas schwefelsaures Eisenoxydul auf; durch Wiederholung dieses Verfahrens kann dem Haematin das Eisen bis auf eine Spur entzogen werden, ohne dass es seine Eigenschaften verliert und ohne dass es ausser dem Eisenverluste eine Veränderung in seiner elementaren Zusammensetzung erleidet.

Die Darstellung des eisenfreien oder eisenarmen Haematins rührt von *Mulder* und *van Goudoever*¹⁾ her; indessen hatten *Sanson* und *Scherer*²⁾ schon früher die Beobachtung gemacht, dass durch concentrirte Schwefelsäure dem Cruor oder Blutkörperchenresiduum alles Eisen entzogen werden könne, ohne dass dasselbe seine dunkelbraune Färbung verliert.

Zusammensetzung. *Mulder*³⁾ hat aus seinen Analysen die obige Formel für das Haematin berechnet, wornach es besteht aus:

Kohlenstoff	44 At.	65,347
Wasserstoff	22 „	5,445
Stickstoff	3 „	40,396
Sauerstoff	6 „	44,884
Eisen	1 „	6,934
		400,000

Mulder's Analysen des eisenfreien Haematins stimmen mit der Formel: $C_{44} H_{22} N_3 O_6$. Aus dem Chlorhaematin berechnet *Mulder* das Atomgewicht des Haematins zu 5175.

Das Chlorhaematin, aus trockenem Chlorgase und Haematin erhalten, besteht aus 4 Aequiv. Haematin und 6 Aequiv. Chlor; wie übrigens diese Verbindung zusammengesetzt gedacht werden muss, darüber lässt sich zur Zeit noch nichts vermuthen. Die aus trockenem Chlorwasserstoffgas und Haematin erhaltene Verbindung besteht nach *Mulder* aus 2 Aequiv. Haematin und 3 Aequiv. Salzsäure; wird dieselbe bis 400° erhitzt, so verliert sie die Hälfte ihrer Säure und besteht dann aus 4 Atomen Haematin und 3 Atomen Säure. In den Verbindungen des Haematins mit Metallen scheint nach einem Versuche *Mulder's* 1 Atom Haematin mit 1 Atom Basis verbunden zu sein.

Eine Frage, welche Chemiker und Physiologen lange Zeit hindurch beschäftigt hat, war die, in welchem Zustande das Eisen im Blute vorhanden sei, oder von welcher Eisenverbindung die rothe Farbe des Blutes herrühre. Ohne zu bedenken, dass man mit gleichem Rechte nach der Ursache der Farbe des Indigos, des Carmins und des Eisenoxyds selbst fragen könnte, glaubte man doch von letzterem die Blutfarbe herleiten zu müssen, und suchte nur nach der Verbindung, in welcher das Eisenoxyd verborgen sei. Es würde überflüssig sein, wollten wir die verschiedenen An-

1) *Mulder* und *van Goudoever*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 32, S. 186 ff.

2) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 30.

3) *Mulder*, Journ. f. pr. Chemie. Bd. 20, S. 340.

sichten über die Verbindungen aufführen, in denen man sich das Eisenoxyd im Blute dachte. Ganz unerwähnt können wir jedoch nicht lassen, dass eine Entdeckung *Engelhardt's* die Erklärer ausser Fassung brachte; derselbe fand nämlich, dass das Eisen im Blute durch Alkalien und Schwefellebern fällbar gemacht werden könne, wenn während hinlänglich langer Zeit Chlorgas durch das Blut geleitet würde; er zog hieraus den keineswegs logisch gerechtfertigten Schluss, das Eisen könne nicht oxydirt, sondern müsse metallisch im Blute enthalten sein; denn *Rose's* Entdeckung, dass die Fällung des Eisenoxyds und anderer Metalloxyde aus ihren Lösungen durch alle nicht flüchtigen organischen Säuren verhindert werden könne, bewies, dass trotz der Erfahrung von *Engelhardt* das Eisen im Blute hätte als Oxyd enthalten sein können. *Lecanu* entdeckte endlich den eigentlichen Farbstoff des Bluts, das Haematin, und da in diesem fast alles Eisen des Blutes angesammelt war, so war man wieder geneigt, die Färbung dieses Pigments vom Eisenoxyd abzuleiten. Wir wissen aber erst durch *Scherer's*, *Sanson's* und *Mulder's* Versuche, dass das Eisen in einer andern Verbindung als in nächster Verbindung mit Sauerstoff enthalten sein müsse, und dass dem rothen Blutpigment das Eisen ohne Veränderung seiner Farbe entzogen werden könne. Dass das Eisen unmittelbar mit dem Atomencomplex des Haematins verbunden sei, ist nicht recht wahrscheinlich; indessen ist noch keine hierauf bezügliche Thatsache bekannt, nach der etwa die Eisenverbindung näher bezeichnet werden könnte.

Den weissen Körper, der durch Einwirkung von Chlor und Wasser auf Haematin entsteht, fand *Mulder* eisenfrei und entsprechend der Formel: $C_{24} H_{22} N_2 O_6 + 6 Cl O_2$ zusammengesetzt.

Darstellung. Man versetzt Blut mit ungefähr der achtfachen Menge einer Lösung von schwefelsaurem Natron oder Kochsalz, filtrirt und wäscht den Rückstand auf dem Filter so viel als möglich mit der gleichen Salzlösung aus; jener vom Serum möglichst befreite Rückstand (die Blutkörperchen) wird in Wasser gelöst und durch Erhitzen coagulirt; das ausgewaschene getrocknete und fein zerriebene Coagulum wird nun mit schwefelsäurehaltigem Weingeist so lange ausgekocht, als die Flüssigkeit noch gefärbt durch das Filter geht. Die erhaltene braunrothe Flüssigkeit setzt nach dem Sättigen mit Ammoniak schwefelsaures Ammoniak und etwas Globulin ab; hiervon abfiltrirt, wird sie zur Trockenheit verdunstet, der feste Rückstand mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirt und dann zu vollständiger Reinigung von beigemengtem Globulin nochmals in ammoniakhaltigem Weingeist gelöst, filtrirt, verdunstet und der Rückstand mit Wasser ausgezogen.

Prüfung. Sollte eine Flüssigkeit etwa wegen vermutheter Gegenwart von Blüt auf Haematin untersucht werden, so würde es weit passender sein, sich des Mikroskops zu bedienen und mittelst desselben nach Blutkörperchen oder deren Rudimenten zu suchen. Selten nur dürfte es aber gelingen in Exsudaten oder imbibirten Massen, in denen keine Blutkörperchen mehr vorhanden sind, das rothe Pigment des Blutes mit Sicherheit nachzuweisen, da seine Menge so gering ist, dass man kaum auf dem so eben angegebenen Wege so viel erhalten kann, um damit einige Proben anzustellen. Sehr charakteristisch für den rothen Farbstoff des Blutes ist, dass derselbe, wie *Persoz* ¹⁾ zuerst gefunden und später

1) *Persoz*, Ann. d'Hygiène. T. 34, p. 413.

*Orfila*¹⁾ und *Braun*²⁾ bestätigt haben, durch wässrige *unterchlorige Säure* (ganz nach des Entdeckers Angabe aus Quecksilberoxyd, Chlor und Wasser darzustellen) dunkel, ja fast schwarz gefärbt wird, wenn er im Blute aufgelöst ist, während alle vegetabilischen und andre thierischen Pigmente durch diese Säure bekanntlich entfärbt werden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Haematin ist bis jetzt nur in den Blutkörperchen der höhern Thiere gefunden worden. Mit der Krystallsubstanz innig vereinigt bildet es den zähflüssigen Inhalt der gefärbten Blutzellen.

Berzelius fand in den getrockneten Blutkörperchen vom Menschen oder Rinde 0,38% metallisches Eisen; da nun *Mulder* im Haematin 6,64% Eisen gefunden, so würde sich hieraus berechnen lassen, dass in den Blutkörperchen 5,72% Haematin neben Fett, Proteinkörpern und Salzen enthalten sei; sonach würden im frischen Blute, in welchem durchschnittlich etwa 12,8% gefärbte Blutkörperchen enthalten sind, = 0,732% Haematin vorkommen. Legt man *Becquerel's* Resultate, der 1000 Th. Blut = 0,565 Th. Eisen und 441,4 Th. Blutkörperchen fand, der Rechnung zu Grunde, so stellt sich ein dem oben berechneten sehr ähnliches Resultat heraus, nämlich 100 Th. Blutkörperchen enthalten 6,02 Th. Haematin. Es versteht sich von selbst, dass solche Rechnungen nur zu sehr ungefähren Resultaten führen können; man hat zwar versucht, den Haematingehalt des Blutes auch direct zu bestimmen; allein noch ist die Scheidungs-methode zu unsicher, als dass auf die gewonnenen Zahlen viel gegeben werden könnte. *Lecanu* fand offenbar zu wenig im Blute, nämlich 0,227%, während *Simon's* Zahl = 0,718% der berechneten näher kommt.

C. Schmidt stellte aus defibrinirtem Kalbsblut durch Behandlung derselben mit Kochsalz die Körperchen rein dar und fand in denselben nach dem Einäschern = 4,179% Eisenoxyd; hiernach würden die Blutkörperchen (wenn man *Mulder's* Analyse des Haematins zu Grunde legt) 12,41% Haematin enthalten; bei Wiederholung von *Schmidt's* Versuch mit Rindsblut fand ich 9,076 und 10,94% Eisenoxyd, ein Resultat, welches mit dem von *Schmidt* ziemlich übereinstimmt. Die grosse Differenz, welche sich zwischen diesen Resultaten directer Versuche und den Ergebnissen vorbezeichneter Berechnungen herausstellt, ist leicht erklärlich; im letzteren Falle sind die Blutkörperchen mehr oder weniger entsprechend ihrer wahren Constitution im Blute in Rechnung gebracht, während bei unsern Versuchen mit gereinigten Blutkörperchen diesen durch das Auslaugen mit Kochsalz- oder Glaubersalzlösung gewiss ein Theil des Globulins und alle löslichen Salze entzogen waren; bei der Behandlung mit Salzlösungen verlieren die Körperchen nach endosmotischen Gesetzen nicht blos Wasser, sondern auch einen Theil ihres löslichen Proteinstoffs; die Behandlung der coagulirten Körperchen mit Wasser, Alkohol und Aether entzieht aber denselben alle löslichen Salze und das Fett (letzteres beträgt meinen Untersuchungen nach gegen 2%).

Das Verhältniss des Haematins zum Gesamtblute ändert sich in *Krankheiten* wohl meist mit der Zahl der Blutkörperchen; ob aber das Verhältniss der Zahl des Haematins zum Proteinstoffe der Blutkörperchen ein constantes ist, oder ob es grössern Schwankungen als der letztere

1) *Orfila*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 57, p. 225.

2) *Braun*, Gazette médicale 1846. p. 240.

Die Thatsache, welche wohl zuerst durch *Bruch*¹⁾ ausser Zweifel gesetzt wurde, dass nämlich auch gewässertes Blut, in welchem die farbigen Blutkörperchen völlig unsichtbar und zum Theil zerstört worden sind, noch durch Sauerstoffgas etwas heller roth, durch Kohlensäure dunkler gefärbt wird, dürfte darauf hindeuten, dass die Sauerstoffabsorption doch in einer gewissen chemischen Beziehung zum Blutpigmente steht, wiewohl wir (im 2. Th.) unter »Blut« sehen werden, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen die Form der Blutkörperchen einen wesentlichen Einfluss auf die hellere oder dunklere Färbung des Blutes ausübt. Dass übrigens der Sauerstoff nach seiner Aufnahme ins Blut durch die Lungen grossentheils auch chemisch gebunden werden müsse, hat *Liebig*²⁾ aus mehreren (dort näher zu beleuchtenden) Gründen dargethan.

Was aus dem Haematin wird, wenn die Blutkörperchen mit ihrem Inhalte untergehen, darüber sind wir noch in vollkommenem Dunkel. Vielleicht giebt uns darüber einerseits *Scherer's* Entdeckung jenes haematinähnlichen Pigmentes in der Milz, theils *Virchow's*³⁾ Entdeckung des Haematöidins einst einiges Licht, wenn diese Stoffe chemisch genauer untersucht sein werden. Die nahe Beziehung, in welcher das Haematöidin, welches sich überall findet, wo blutige Extravasate im Thierkörper weiterer Veränderung unterliegen, zu dem braunen Gallenpigmente steht, lässt den Gedanken gerade nicht inept erscheinen, dass das Haematin bei seiner Benutzung im lebenden Körper allmählig in Gallenbraun umgesetzt werde.

Gallenfarbstoff.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Stoff gehört, wie so viele Farbstoffe, zu den chemisch noch sehr wenig erforschten Gegenständen; dies liegt theils daran, dass man sich denselben nur in sehr geringer Menge verschaffen kann, theils an seiner grosser Wandelbarkeit, indem er nicht nur im thierischen Organismus bereits unter verschiedenen Modificationen vorkommt, sondern auch bei der einfachsten chemischen Behandlung sich bereits umändert. Die gewöhnlichste Modification, welche auch die Ursubstanz der Gallenpigmente in den höhern Thieren zu sein scheint, ist das sog. *Gallenbraun*, *Cholepyrrhin* (*Berzelius*), *Biliphäin* (*Fz. Simon*). Dasselbe bildet ein rothbraunes, nicht krystallinisches Pulver, ohne Ge-

1) *Bruch*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 3. S. 308.

2) *Liebig*, Chem. Briefe, 3. Aufl. S. 349—423.

3) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 1. S. 383—445.

schmack und Geruch, löst sich nicht in Wasser und sehr wenig in Aether, besser in Alkohol, der sich dadurch gelb färbt, in Aetzkali aber leichter noch als in Aetzammoniak; die hellgelben alkalischen Lösungen werden an der Luft allmählig grünlichbraun. Diese Modification des Gallenpigmentes ist es, von der die bekannten Farbeveränderungen mancher gefärbten, thierischen Flüssigkeiten abhängen. Die gelbe Lösung dieses Pigments wird bei allmähligem Zusatz von *Salpetersäure* (besonders wenn diese etwas salpetrige Säure enthält (*Heintz*¹⁾), anfangs grün, dann blau (welches jedoch kaum bemerkbar ist, seines schnellen Uebergangs wegen in Violett) und roth; nach längerer Zeit geht die rothe Farbe wieder in eine gelbe über; dabei ist jedoch der Gallenfarbstoff völlig verändert. Durch *Salzsäure* wird derselbe aus der Kältilösung grün gefällt; dieser Niederschlag löst sich in Salpetersäure mit rother, in Alkalien mit grüner Farbe auf, und scheint dadurch vollkommen in die grüne Modification des Gallenpigments überzugehen. Der in frischer Galle enthaltene Farbstoff wird durch Säuren grün gefärbt; *Gmelin* fand, dass diese Färbung ohne Sauerstoffzutritt nicht statt finde; es ist daher höchst wahrscheinlich, dass die meisten jener Farbeveränderungen auf einer allmählichen Oxydation beruhen. Chlorgas wirkt auf dieses Pigment gleich der Salpetersäure, nur etwas schneller; grössere Mengen von Chlor bleichen den Farbstoff vollkommen und schlagen weisse Flocken nieder.

Dieses braune Pigment ist sehr geneigt, sich mit Basen zu verbinden, und zwar nicht blos mit Alkalien, sondern auch mit Metalloxyden und alkalischen Erden; auch mit letztern bildet es unlösliche Verbindungen, weshalb man den Stoff selbst oft für unlöslich gehalten hat.

Das *Gallengrün*, *Biliverdin* (*Berzelius*) ist eine dunkelgrüne, amorphe Substanz ohne Geruch und Geschmack, unlöslich in Wasser, in Alkohol wenig, in Aether mit rother Farbe löslich; Fette, Salzsäure und Schwefelsäure lösen es mit grüner, Essigsäure und Alkalien mit gelbrother Farbe auf. Beim Erhitzen wird dieser Körper ohne zu schmelzen und ohne merklich Ammoniak zu entwickeln unter Zurücklassung weniger Kohle zersetzt. *Berzelius* hielt diesen Stoff für völlig identisch mit dem Chlorophyll der Blätter und glaubte auch alle 3 Modificationen des Chlorophylls in verschiedenen Gallen gefunden zu haben. Dieses grüne Pigment hat nicht mehr die Eigenschaft durch Salpetersäure Farbeveränderungen zu erleiden; indessen findet man auch zuweilen grünliche Gallenpigmente, welche noch jene Eigenschaft besitzen. Meist schon nach der Behandlung mit Alkalien oder Säuren zeigt das Pigment der Galle andre Eigenschaften als der ursprüngliche Körper, theils wohl weil er mit diesen Stoffen selbst verschiedene Verbindungen eingeht, theils aber auch, weil er sich so leicht modificirt.

1) *Heintz*, Müller's Arch. 1846. S. 399—405.

Aus diesem Grunde sind die Angaben über die Eigenschaften dieser Stoffe so verschieden; man vergleiche *Berzelius*¹⁾, *Scherer*²⁾, *Hein*³⁾, *Platner*⁴⁾ und Andre.

Berzelius fand in der Galle auch einen in Alkohol löslichen, in kleinen rothgelben Krystallen anschliessenden Stoff, den er *Bilifulvin* nennt. Ich habe denselben nur in Lösung, aber nicht in fester Gestalt erhalten können; auffallender Weise fand ich ihn oft in der mit neutralem und basisch essigsauerm Bleioxyd ausgefallten Galle, so dass er also durch diese Metallsalze nicht gefällt oder vielmehr im Ueberschuss des basischen Salzes wieder aufgelöst zu werden scheint.

Mit diesem Bilifulvin von *Berzelius* ist nicht das Bilifulvin von *Virchow* zu verwechseln; das letztre ist vielmehr mit dem ebenfalls von *Virchow* entdeckten *Haematoidin* identisch. Das *Haematoidin* fand *Virchow*⁵⁾ constant in dem Blutextravasate, welches in Folge geplatzter Gräßscher Follikel bei der Menstruation oder Conception entsteht, ferner häufig in alten Extravasaten des Gehiras, in obliterirten Venen, haemorrhagischen Milzinfarcten, in Hautugillationen und in Eiterhöhlen der Extremitäten (*Virchow*). Nach *Virchow's* Forschungen können sich schon 17 bis 20 Tage nach geschehener Extravasation jene Krystalle bilden.

Das *Haematoidin* kommt ebensowohl amorph in Körnchen, Kugeln und zackigen Massen als in wohl ausgebildeten, dem monoklinischen System angehörigen Krystallen vor; es sind schiefe rhombische Säulen, den Gypskrystallen nicht unähnlich, oft stellen sie jedoch fast reine Rhomboëder dar (*F. T. 6. F. 3*); sie sind stark lichtbrechend und durchsichtig, von gelbrother, rother oder rubinrother Farbe; in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren und Alkalien unauflöslich; die kleinern lichtern Krystalle sah ich einigemal von schwefelsäurehaltigem oder ammoniakhaltigem Alkohol aufgelöst und durch Neutralisation wieder präcipitirt werden, jedoch nicht immer; *Virchow* hat das Verhalten dieses Körpers gegen concentrirte Alkalien und Mineralsäuren sehr genau studirt; indessen wirken auch diese Agentien nicht auf alle Objecte vollkommen gleich; gewöhnlich wird auf Zusatz von Kalihydrat das Pigment brennender roth, allmählig lockert sich aber die Masse auf, zerfällt in rothe Körnchen, die sich allmählig auflösen; durch Neutralisation des Alkalis wird jedoch die Substanz nicht wieder präcipitirt. Lässt man concentrirte Mineralsäuren namentlich Schwefelsäure auf das Object einwirken, so verschwinden die scharfen Contouren der Krystalle und die Farbe der rundlichen Rudimente geht zuerst in Braunroth, dann in Grün, Blau und Rosa über und verschwindet endlich in einem schmutzigen Gelb. In der durch Zersetzung des *Haematoidins* entstandenen sauren Flüssigkeit lässt sich Eisen zuweilen nachweisen, oft aber nicht.

Später fand *Virchow*⁶⁾ in der Galle solcher Personen, die an Leberkrebs oder Retention der Galle in der Leber durch Blasenkatarrh u. dergl. gelitten hatten, eigenhümliche rothgelbgefärbte, längliche, nadelförmige, oder im Zickzack stänglich aufgereichte Krystalle von 0,005 bis 0,040'' Länge und kaum messbarer Dicke (*F. T. 6. F. 2 u. 4*). In Aetzkali lösen sie sich leicht auf; die Substanz ist aber durch Ansäuern nicht wieder aus der alkalischen Lösung zu fällen, Essigsäure verändert die Krystalle nicht; concentrirte Schwefelsäure färbt sie etwas dunkler und zerstört sie nur allmählig; mässig verdünnte Salpetersäure wirkt wenig auf dieselben ein. Neben solchen stänglichen Krystallen, denen *Virchow*, wie erwähnt, den Namen Bilifulvin beilegte, fand er zuweilen auch Krystalle, die in Form

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 281—286.

2) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 377.

3) *Hein*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 40, S. 47—56.

4) *Platner*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 54, S. 445.

5) *Virchow*, a. o. a. O.

6) Ders., a. a. O. S. 427—431.

und Farbe denen des Haematoïdins vollkommen gleichen. Während *Virchow* schon vielfach auf die grosse Aehnlichkeit dieses Bilifulvins mit dem Haematoïdin hingewiesen hatte, entdeckte kürzlich Dr. *Zenker*¹⁾ (in Dresden), wo nicht die völlige Identität doch die nächste Beziehung beider Stoffe zu einander, indem er zeigte, dass das Bilifulvin sehr leicht in Haematoïdin umgewandelt werden könne. Lässt man nämlich bilifulvinhaltige Galle längere Zeit (mehrere Wochen lang) mit Aether stehen, so verschwinden die Bilifulvinstäbchen sämmtlich und an ihrer Stelle erscheinen Haematoïdinkrystalle von zum Theil sehr beträchtlicher Grösse, welche sich in Krystallform, Farbe und mikrochemischen Reactionen vollkommen ebenso wie die im Körper gebildeten Haematoïdinkrystalle verhalten. *Funke*²⁾ kam gleichzeitig mit *Zenker* zufällig zu demselben Resultate, indem er bilifulvinhaltige Galle eintrocknen liess; beim Wiederaufweichen derselben fand er anstatt der stänglichen Krystalle die lichtrothen Krystalle von Haematoïdin. *Zenker* ist durch seine sorgfältigen Beobachtungen zu dem Resultate gelangt, dass so wie sich Haematoïdin überall bildet, wo Blut im Körper im stagnirenden Zustande sich befindet, so auch überall Bilifulvin, d. h. also dieselbe Materie auftritt, wo Galle stagnirt.

Zusammensetzung. Bei unsrer Unbekanntschaft mit dem reinen unveränderten Gallenfarbstoffe ist es nicht zu verwundern, dass seine elementare Zusammensetzung noch nicht bekannt ist. *Scherer* und *Hein* haben Gallenpigmente untersucht; allein es geht aus ihren Analysen hervor, dass sie sehr verschiedene Substanzen unter den Händen gehabt haben, und *Scherer* hat insbesondere gezeigt, dass das Gallenpigment durch Einwirkung von Luft, Alkalien und Säuren viel Kohlenstoff und Wasserstoff verliert. Man hat übrigens 7 bis 9% Stickstoff in dem Gallenpigmente gefunden.

Darstellung. Früher empfahl man gewöhnlich zur Darstellung des Gallenfarbstoffs, die aus solchem vorzugsweise bestehenden Gallenconcremente mit Wasser und Aether zu extrahiren; der Rückstand hat aber in der Regel nicht die oben angegebene Eigenschaft, sich in Alkohol zu lösen, da er mit Kalk in unlöslicher Verbindung ist (wie *Bramson*³⁾ ganz richtig angegeben hat und jeder vorurtheilsfreie Beobachter sich leicht überzeugen kann), selbst in solchen Concrementen, die grösstentheils aus Cholesterin bestehen.

Die *Bramson'sche* Untersuchungsweise, die ich oft wiederholt habe, scheint mir gar keinen Zweifel an der Richtigkeit seiner Ansichten übrig zu lassen; übrigens stimmen damit auch die Gallensteinanalysen von *Schmid*⁴⁾ und *Wackenroder*⁵⁾ überein.

Berzelius stellte das Biliverdin aus der Rindsgalle dar, indem er den alkoholischen Auszug derselben mit Chlorbaryum fällte; der Niederschlag ward erst mit Alkohol, dann mit Wasser ausgewaschen und durch Salz-

1) F. A. *Zenker*, Privatmittheilung, die Veröffentlichung erfolgt demnächst in *Henle's* Zeitschr.

2) *Funke*, Privatmittheilung.

3) *Bramson*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 193—208.

4) *Schmid*, Arch. der Pharm. Bd. 44, S. 294—293.

5) *Wackenroder*, ebendas. S. 294—296.

säure zerlegt, welche den Baryt anzog; der Rückstand wurde durch Aether von Fett befreit und dann in Alkohol gelöst.

Platner fällt den Gallenfarbstoff aus der Galle durch Digestion derselben mit Zinnoxidhydrat; dieses bildet damit einen hellgrünen Niederschlag, der nach gehörigem Ausstüßen mit Wasser mit schwefelsäurehaltigem Weingeist geschüttelt wird; aus der filtrirten grünen Lösung wird durch Wasser der Farbstoff in grünen Flocken gefällt.

Scherer schied aus gallenfarbstoffhaltigem Harn den Farbstoff durch Chlorbaryum aus, stellte ihn aber daraus auf 2 Wegen dar: entweder zerlegte er die Barytverbindung mit kohlensaurem Natron, und schlug aus der Natronlösung das Pigment durch Salzsäure nieder, wo es dann durch Auflösen mit ätherhaltigem Alkohol, Auswaschen mit Wasser u. s. w. gereinigt wurde, oder die Barytverbindung ward mit salzsäurehaltigem Alkohol extrahirt, die Lösung verdunstet, mit Wasser extrahirt und dann wie oben behandelt.

Prüfung. Ist die Gegenwart von Gallenfarbstoff in einer Flüssigkeit nicht zu gering, so giebt Salpetersäure, namentlich wenn sie etwas salpetrige Säure enthält, das oben erwähnte sehr charakteristische Farbenspiel. Man wendet zu dem Behufe oft mit Vortheil ein Gemeng von Salpetersäure mit Schwefelsäure an. Bei kleinen Mengen von Farbstoff giebt jedoch die Salpetersäure oft keine recht deutliche Reaction, so wie auch dann, wenn das Pigment schon zum Theil modificirt ist. *Schwertfeger*¹⁾ empfiehlt in solchen Fällen die Flüssigkeit mit basisch essigsaurem Bleioxid zu fällen, und den Niederschlag mit schwefelsäurehaltigem Alkohol zu extrahiren; dieser färbt sich bei Gegenwart des Pigments grün. *Heller*²⁾ räth der zu untersuchenden Flüssigkeit lösliches Eiweiss zuzusetzen, sobald sie nicht schon solches enthält, und dann durch überschüssige Salpetersäure zu präcipitiren; das coagulirte Eiweiss ist dann durch das Pigment bläulich oder grünlich blau gefärbt. Nach *Heller* bildet sich auf vorsichtigen Zusatz von Ammoniak zu Harn, der bereits umgewandeltes Gallenpigment enthält, wenn man nicht umschüttelt, auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine rothe Scheibe.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Gallenfarbstoff findet sich in frischer Galle gewöhnlich aufgelöst vor, doch oft auch nur aufgeschlemmt; fast immer bildet er die Kerne zu Gallensteinen; zuweilen findet man auch ästige, knotige Concremente in der Gallenblase und den Gallengängen, die fast nur aus Gallenfarbstoff bestehen. Diesen Gallenfarbstoff hat man nicht bloß in der Galle des Menschen und der Rinder gefunden, sondern auch

1) *Schwertfeger*, Jahrb. f. prakt. Pharm. Bd. 9, S. 375.

2) *Heller*, Arch. f. phys. u. pathol. Ch. Bd. 2, S. 95.

in der anderer fleisch- und pflanzenfressender Thiere, jedoch in den verschiedensten Modificationen, wie schon die verschiedene Färbung der Galle nicht nur verschiedener Genera, sondern selbst verschiedener Individuen derselben Species lehrt; so ist die Hundegalle gelbbraun, die Rindsgalle bräunlich grün, die Galle der Vögel, Fische und Amphibien meist smaragdgrün.

In den *Darm contentis* wird der Gallenfarbstoff sehr bald verändert, so dass er nicht mehr die gewöhnliche Reaction mit Salpetersäure giebt; er scheint hier sehr bald dieselbe Umwandlung zu erleiden, die wir künstlich durch Salpetersäure hervorrufen. In dieser Modification findet es sich auch in den festen Excrementen, wenn nicht durch Dirarrhöen unverändertes Pigment in dieselben übergeführt wird. Nur selten sind die Excremente von der grünen Modification des Gallenpigments grün gefärbt; häufiger hängt die grünliche Färbung der Excremente von beigemengtem theilweise zersetzten Blute ab. Ganz fehlt das Gallenpigment in den Excrementen nur in den seltnern Fällen von Icterus, die mit vollkommener Verhinderung der Gallenausscheidung verbunden sind.

Im Blute und in serösen Flüssigkeiten findet man Gallenpigment bei allen Arten von *Icterus*; indessen fehlt dasselbe zuweilen oder ist nicht nachweisbar bei *Entzündungen*, während Cholsäure oder ihre gepaarten Säuren in solchem Blute nachzuweisen sind; häufiger ist jedoch der umgekehrte Fall, d. h. es wird Gallenpigment im Blute, aber keine Cholsäure gefunden, jedoch hierüber mehr im zweiten Theile.

In Krankheiten lagert sich der Gallenfarbstoff insbesondere auch in den Flüssigkeiten des Zellgewebes ab, in der wässrigen Feuchtigkeit, dem Glaskörper, der Krystalllinse und vorzüglich in der Sklerotika; ja man hat Fälle, wo selbst Speichel und Schweiss gelb gefärbt waren; zuweilen kann der Organismus bei dieser Blutverunreinigung so lange bestehen, dass jenes Pigment selbst die Knorpel, Bänder und Knochen¹⁾ durchdringt, ja sogar in den Nerven wahrnehmbar wird.

*Scherer*²⁾ entdeckte im Harn gesunder Individuen besonders in der heissen Jahreszeit oft deutliche Spuren von Gallenfarbstoff. Bei Störungen der Leberfunction stellt sich derselbe sehr häufig im Harn ein und giebt sich gewöhnlich durch eine braunrothe oder zimmtbraune, dunkle Färbung zu erkennen, die zuweilen beim Stehen des Harns, wenn derselbe sauer wird (*Scherer*), in eine dunkelgrüne Farbe übergeht. Allein auch hier fehlt er zuweilen, während andere Gallenstoffe darin enthalten sind. Indessen vermisst man zuweilen ebensowohl das Gallenpigment als die Cholsäure, selbst bei vollkommener Unterdrückung der Lebersecretion, z. B. bei eigentlicher granularer Leber, wo der Harn sich oft gerade durch ein intensiv scharlachrothes Sediment auszeichnet, neben welchem keine Spur von Gallenpigment oder Gallensäure aufzufinden ist.

1) *Kerkring*, *spicil. anat. obs.* 57, p. 118.

2) *Scherer*, *Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 57, S. 180—195.

Ursprung. Da man leider noch nicht einmal im Stande gewesen ist, für die Zusammensetzung des Gallenpigments eine empirische Formel zu finden, so lässt sich über die Genesis dieses Körpers vom chemischen Standpunkte aus durchaus nicht rechten. Man hat indessen schon längst die Meinung geäußert, das Gallenpigment möge aus dem Haematin hervorgehen, hat sich aber dabei freilich nur auf die grünlichen Farbennüancen berufen, welche ausgetretenes Blut, z. B. nach Contusionen unter der Haut, in den Sputis von Pneumonikern und zuweilen in typhösen Stuhlgängen anzunehmen pflegt. So nahe in der That dieser Gedanke liegt, wenn wir namentlich die Blutkörperchen des Pfortaderblutes untersuchen und in ihnen den farbigen Inhalt wesentlich verändert finden, so fehlt es doch an genügenden physiologischen Thatsachen, durch die jene Ansicht einigermaßen unterstützt würde. Der scharfsinnige *Virchow*¹⁾ deutete aber auch in Bezug auf dieses Pigment den Weg an, um die Frage zur Entscheidung zu bringen, und *Zenker* hat nun die Identität beider Stoffe und somit wohl auch das Entstehen des Gallenpigments aus dem Blutpigmente ausser Zweifel gesetzt.

Nutzen. Ob das Gallenpigment der Verdauung diene und welchen Nutzen es im Darmcanale überhaupt bringe, diese Fragen müssen wir vorläufig ganz dahingestellt sein lassen.

Solche Krystalle, die möglicher Weise mit dem von *Berzelius* auch in bereits veränderter Galle (*Fel tauri inspissatum*) gefundenen Bilifulvin identisch sind, findet *Virchow* auch auf der Wand von Echinococcussäcken, welche in Folge von Rupturen und theilweiser Resorption der Wandungen mit Gallengängen communiciren.

Melanin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das Melanin bildet eine schwarze, zusammenhängende Masse oder ein schwarzbraunes Pulver, ohne Geruch und Geschmack, lässt sich in Wasser nur aufrühren und erhält sich einige Zeit darin schwebend, löst sich aber weder in Wasser noch in Alkohol, Aether, verdünnten Mineralsäuren oder concentrirter Essigsäure; von verdünnter Kalilauge wird es nach längerer Digestion aufgelöst, hieraus aber durch Salzsäure mit lichter brauner Farbe wieder niedergeschlagen; von concentrirter Salpetersäure wird es beim Kochen zersetzt, von Chlor aber nicht verändert, wenn man seine Einwirkung nicht sehr lange fortsetzt. Es leitet die Electricität, ist unschmelzbar, lässt sich an der Luft entzünden und verbrennt mit lebhaftem Lichte, die Kohle verglimmt von selbst an der Luft zu einer weissgelblichen Asche, welche aus Kochsalz, Kalk, Knochenerde und etwas Eisenoxyd besteht. Bei der trocknen Destillation

1) *Virchow*, a. a. O. S. 427—434.

giebt es empyreumatische Substanzen und kohlensaures Ammoniak. Durch Chlorwasser wird nach *Gmelin* dieses Pigment blässer und zur Hälfte aufgelöst, der ungelöste Theil wird indessen durch Kali wieder dunkelbraun.

Ob die schwarzen Krystalle, welche *Mackenzie*¹⁾, *Guillot*²⁾ und *Virchow*³⁾ in melanotischen Massen gesehen haben, mit dem Melanin identisch sind oder nicht, muss bei unsrer geringen Kenntniss des Pigmentes selbst noch dahingestellt bleiben. *Virchow* erkannte diese Krystalle als flache, rhombische Tafeln mit ausserordentlich spitzen Winkeln.

Zusammensetzung. *Scherer*⁴⁾ fand diesen Körper zusammengesetzt im Mittel dreier Analysen aus:

Kohlenstoff	58,084
Wasserstoff	5,917
Stickstoff	13,768
Sauerstoff	22,231
	100,000

Schwarzes Pigment, welches sich pathologisch in der Lunge abzulagern pflegt, fand *C. Schmidt*⁵⁾ sehr verschieden zusammengesetzt, nämlich in zwei verschiedenen Fällen:

Kohlenstoff	72,95	66,77
Wasserstoff	4,75	7,33
Stickstoff	3,89	8,29
Sauerstoff	18,41	17,61
	100,00	100,00

Darstellung. Man erhält diesen Körper am Besten aus dem Auge; nachdem man nämlich die Retina entfernt hat, zieht man die Choroidea von der Sklerotika ab, bringt erstere in einen reinen Lappen, und wäscht mit reinem Wasser den Farbstoff aus, gleich wie man die Stärkemehlkörnchen aus leinenen Säcken ausspült; in dem Wasser bleibt das Pigment zwar lange suspendirt, doch lässt es sich leicht abfiltriren; auch kann man die Flüssigkeit abdampfen und den Rückstand mit Wasser ausziehen.

Prüfung. Dieser Körper charakterisirt sich durch seine physischen Eigenschaften in einer solchen Weise, dass er leicht zu erkennen und leicht zu trennen ist; indessen findet er sich in der Regel nur in so geringen Mengen, dass über die Identität des vorliegenden Objectes mit dem Melanin des Auges nicht zu entscheiden ist, zumal da das letztere selbst chemisch noch so wenig untersucht ist. Aus der blossen Farbe und Unlöslichkeit in indifferenten Menstruis darf man nicht sofort auf

1) *Mackenzie*, a practical treatise of the diseases of the eye. Lond. 1835. p. 668.

2) *Guillot*, Arch. génér. 4 Sér. T. 7, p. 166.

3) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anat. u. s. w. Bd. 1, S. 399.

4) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 63.

5) *C. Schmidt*, Jul. Vogel's pathol. Anat. S. 161.

Anwesenheit schwarzen Pigments schliessen, da sich zuweilen, wie *Jul. Vogel*¹⁾ zuerst beobachtet hat, Schwefeleisen in Gewebe infiltriren kann. Hiervon ist das schwarze Pigment bekanntlich sehr leicht durch Säuren zu unterscheiden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieses Pigment findet sich als dichter Ueberzug auf der Choroidea des Auges. Ob dasselbe auch in andern Theilen des thierischen Organismus vorkomme, lässt sich durchaus nicht entscheiden, da die andern Pigmente gleicher Farbe in krankhaften Ablagerungen entweder nicht genau untersucht worden sind oder ihrer geringen Menge wegen nicht untersucht werden konnten; dies gilt von den schwarzen Bronchialdrüsen, dem Malpighi'schen Schleimnetz der Neger, den melanotischen Geschwülsten, dem schwarzen Serum und Pigment im Lungengewebe.

Das Melanin kommt in der Choroidea in besondern hexagonalen Zellen eingeschlossen vor, in den Häuten der Blutgefässe der Frösche und anderer Amphibien aber in zackigen verstellten Zellen. An andern Orten des Thierkörpers namentlich in melanotischen Geschwülsten ist es andern Zellen oder Geweben nur eingestreut. Ob die obsolescirten Körnchenzellen, wie man sie in alten Exsudaten findet, wirkliches Melanin enthalten, muss noch dahin gestellt bleiben. Blutige Extravasate werden aber nicht selten in eine Masse umgewandelt, welche von schwarzem Pigment vollkommen schwarz gefärbt ist.

Ursprung. Der Eisenreichthum dieses Pigments deutet darauf hin, dass es aus dem Haematin hervorgehen möge. Chemisch wird man eine solche Umwandlung direct nicht eher nachweisen können, als bis man im Stande ist darzuthun, dass die pathologischen Pigmentablagerungen wahrhaftes Melanin enthalten. Die schwarzpigmentirten Entzündungskugeln mögen entstehen, wie sie wollen, so muss man doch *Bruch*²⁾ darin bestimmen, dass, wenn man auch nicht, wie *Hasse*³⁾, *H. Müller* und *Pestalozzi*⁴⁾ wahrhafte Blutkörperchen in diesen Zellen gesehen hat, sie Blutfarbstoff und Rudimente der Blutkörperchen mit einschliessen; man untersuche nur den Auswurf bei einer sich sehr allmählig lösenden Pneumonie und man wird bei ganz vorurtheilsfreier Beobachtung sehr viele dieser Zellen finden, die vollkommen die Farbe der Blutkörperchen tragen. *Virchow*⁵⁾ hat die Umwandlung isolirter Blutgerinsel bei obliterirten Venen in amorphes und krystallinisches Pigment mikroskopisch sehr genau verfolgt und es lässt sich nach diesen morphologischen Untersuchungen

1) *Jul. Vogel*, *Pathol. Anat.* S. 463 u. 344.

2) *Bruch*, *Untersuchg. zur Kenntniss des körnigen Pigments der Wirbelthiere.* Zürich 1844. S. 42 ff. u. *Zeitschr. f. rat. Med.* Bd. 4, S. 24 ff.

3) *Hasse* und *Kölliker*, *Zeitschr. f. rat. Med.* Bd. 4, S. 4—15.

4) *Pestalozzi*, *Ueber Aneurysmata spuria der kleinen Hirnarterien* u. s. w. Würzburg 1849.

5) *Virchow*, *Arch. f. pathol. Anat.* u. s. w. Bd. 4, S. 404.

kaum noch daran zweifeln, das wenigstens das Melanin der pathologischen Producte aus dem Haematin hervorgeht. Auch Kölliker¹⁾ ist zu der Ueberzeugung gelangt, dass in den von der Umhüllungsmembran eingeschlossenen Blutkörperchen das Haematin den Stoff zur Bildung des schwarzen Pigments in den Körnchenzellen hergebe. Es bleibt daher dem Chemiker nur noch übrig, diesen Gegenstand zu durchforschen, um den vollgültigen wissenschaftlichen Beweis für diese Umwandlung zu liefern.

Nutzen. Dass der Nutzen des Pigments im Auge hauptsächlich darin bestehe, das Auge zu achromatisiren, ist jedem aus der Physik bekannt. Wozu es in den Gefässwänden der Amphibien diene, wissen wir nicht.

Harnfarbstoff.

Dieser Körper gehört in chemischer wie in physiologischer Hinsicht zu den unerquicklichsten Gegenständen der ganzen physiologischen Chemie. Angefangen wurden oft schon Untersuchungen über diesen Gegenstand, allein die unendlichen Schwierigkeiten, welche sich solchen Untersuchungen entgegenstellen, haben die meisten Experimentatoren bestimmt, sich ein ergiebigeres Feld für ihre Mühen und Arbeiten zu suchen. Leider fallen dem Arzte am Krankenbette oft die grellsten Farbveränderungen in die Augen, und doch kann der Chemiker keinen Aufschluss über den chemischen Zusammenhang solcher Erscheinungen geben.

Hier die Gründe, auf denen die Schwierigkeit der Untersuchung dieses Stoffes beruht: Die Menge dieses Stoffes im Harn ist äusserst gering; dieses Pigment hat, viele andre, sehr viel Körper, d. h. eine sehr kleine Menge desselben ist im Stande eine ausserordentlich grosse Menge anderer Stoffe zu färben.

Schon beim vorsichtigsten Abdampfen des Harns fängt dieser Stoff an sich zu zersetzen; man vergleiche nur, um sich hiervon zu überzeugen, durch Abdampfen concentrirten Harn mit solchem, dem man durch Gefrierenlassen einen grossen Theil des Wassers entzogen hat.

Selbst an der Luft oder unter der Luftpumpe beginnt die Zersetzung dieses Stoffes.

Gleich vielen Farbstoffen hängt er an andern Substanzen hartnäckig an und theilt deren Löslichkeit und Unlöslichkeit.

Neben dem Farbstoffe finden sich im Harn noch Substanzen, die mit ihm gleiche Löslichkeit und Unlöslichkeit haben, nicht krystallisirbar und nicht flüchtig sind, und weder mit andern Körpern in bestimmten Verhältnissen verbunden noch durch deren verschiedene Löslichkeit oder Unlöslichkeit von den ähnlichen Substanzen getrennt werden können.

Der Farbstoff kommt im Harn selbst in verschiedenen Modificationen vor; daher die verschiedenen Färbungen krankhaften Harns und seiner Sedimente.

Endlich wird der Harnfarbstoff auch sehr leicht durch chemische Reagentien, namentlich Säuren und Alkalien, umgewandelt.

¹⁾ Kölliker. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 4, S. 360 367.

Scherer's Untersuchungen ¹⁾ über diesen Gegenstand beweisen insbesondere, dass dieser Stoff in steter Umwandlung begriffen ist, dass er sich durch neutrales und basisches essigsaures Bleioxyd in zwei Materien zerlegen lässt, die sich namentlich durch verschiedenen Gehalt an Kohlenstoff unterscheiden, und dass diese Stoffe im gesunden Zustande ärmer an diesen beiden Elementen gefunden werden, als in krankhaften Zuständen, wo die Lungen- oder Hautausdünstung oder die Ausscheidung durch die Leber gehemmt ist. Der kohlenstoffreichste Theil jenes Farbstoffs bildet, wie *Scherer* und *Heller* ²⁾ gefunden haben, ein dunkelblaues Pulver, welches getrocknet einen dem Indigo ähnlichen Kupferglanz besitzt und sich in Alkohol mit prächtig purpurbrauner Farbe auflöst. Besonders häufig kommt letzteres im *Bright'schen* Harn vor. *Virchow* ³⁾ sah jüngst dieses blaue Pigment in krankhaftem Harn in krystallinischem Zustande. *Heller* unterscheidet drei solcher Farbstoffe: *Urooxanthin*, *Uroglaucin* und *Urrhodin*; leider hat derselbe seit der Taufe dieser Stoffe noch nicht Muse gefunden, dieselben einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen. *Scherer* ⁴⁾ hat dagegen die von ihm genauer charakterisirten Pigmente seitdem auch in den Flüssigkeiten des Muskelfleisches und besonders auch neben andern Producten regressiver Stoffmetamorphose in den Milzflüssigkeiten vorgefunden.

Es ist eine gewöhnliche Erfahrung in der Wissenschaft im Allgemeinen und in der Chemie insbesondere, dass über die dunkleren und noch wenig erforschten Theile derselben gerade am umständlichsten und am ausführlichsten verhandelt zu werden pflegt, und dass man das mangelhafte Wissen durch Aufzählen zusammenhangloser oder ungenau beobachteter Thatsachen und durch weilläufigere Deductionen zu ergänzen sich bemüht. Wir ziehen es jedoch vor, auch hierin lieber offen unsre Unwissenheit zu bekennen, und verschonen den Leser mit Anführung der Einzelheiten, die uns noch kein treffendes Bild von dem bezüglichen Gegenstande geben können. Die Chemiker zählen die Harnpigmente zur Zeit noch zu den sog. Extractivstoffen, und geben sich somit im Betreff dieser Substanzen ein aufrichtiges *testimonium ignorantiae*.

E x t r a c t i v s t o f f e .

Durch die oben gemachten Bemerkungen über die Farbstoffe oder Extractivstoffe des Harns werden wir auf die Extractivstoffe im Allgemeinen und die des Blutes insbesondere geleitet. Der Chemiker nennt Extractivstoffe solche Körper, welche, mögen sie erst durch die chemische Procedur gebildet oder praeformirt in einem thierischen Saft enthalten

¹⁾ *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 480—495.

²⁾ *Heller*, Arch. f. physiol. u. pathol. Ch. u. Mikrosk. 1845. S. 161—173.

³⁾ *Virchow*, Verh. der physik. med. Ges. zu Würzburg. Bd. 2.

⁴⁾ *Scherer*, ebendas. S. 298.

sein, wenig distinguirende Eigenschaften zeigen (d. h. nicht krystallisirbar sind, mit andern Stoffen keine krystallisirbaren und stoechiometrisch constituirten Verbindungen eingehen, nicht bei einem bestimmten Temperaturgrade flüchtig sind u. s. w.) und deshalb nicht von einander getrennt d. h. rein dargestellt werden können. Die neuere Zeit hat zwar auch darin einen Fortschritt gethan, dass sie einerseits die künstliche Bildung solcher Körper durch die chemischen Proceduren möglichst zu vermeiden gelehrt hat, andererseits aber einige derselben getrennt und einer genauern chemischen Untersuchung zugänglich gemacht hat. Um die nähere Untersuchung solcher Stoffe hat sich nächst *Liebig* namentlich *Scherer* verdient gemacht; denn Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure, Inosit, Hypoxanthin, Paralbumin, Metalbumin u. dergl. sind alles Stoffe, die man früher den Extractivstoffen beizählte, da man sie rein aus jenen Gemengen nicht darzustellen vermochte. Erwägen wir nämlich, dass gerade die im Blute kreisenden Stoffe aus physiologischen Gründen fast in immerwährender Umwandlung begriffen sind, so ist leicht einzusehen, wie schwer es dem Chemiker werden muss, solche Materien auf einem gewissen Stadium ihrer Umwandlung zu erhaschen, zumal da sie nur in geringen Mengen das Blut durchheilen, um entweder in irgend einem Gewebe abgelagert oder durch die Excretionsorgane an die Aussenwelt abgegeben zu werden.

Die Extractivstoffe müssen deshalb wohl auch als wichtige Factoren des thierischen Stoffwechsels betrachtet werden. Nach *Berzelius'* Vorgänge sah man diese Körper meist als Producte der Gewebismetamorphose an, die, in Folge der Function der Gewebe zu weitern Zwecken untauglich geworden, im Blute zu den bekanntern excrementitiellen Stoffen verarbeitet würden. Indem man aber diesen Stoffen eine rein excrementitielle Natur zuschrieb, fasste man wohl ihren Werth etwas zu einseitig auf. Denn namentlich im Blute treffen ebensowohl die Elemente zur Bildung der Gewebe als die Producte ihrer Umsetzung zusammen; es ist daher nicht nur möglich, sondern wahrscheinlich, dass man zu den Extractivstoffen nicht blos die Producte der Rückbildung, sondern auch noch plastische, nützliche Stoffe gerechnet hat; lässt sich doch überhaupt, wie wir bereits oben (S. 25) bemerkt, der Begriff von progressiver und regressiver Stoffmetamorphose keineswegs consequent durchführen.

Erwägt man aber, dass im Blute auch die Umwandlungsstufen oder Uebergangsglieder der stickstofflosen Körper, wie der Fette und Kohlenhydrate, die Zahl der Extractivstoffe vermehren, so kann es nur Wunder nehmen, dass ihre Summe im Blute nicht grösser ist, als sie gewöhnlich gefunden wird. Gerade dies beweist aber, dass von allen jenen Stoffen, die nothwendiger Weise im Blute sich begegnen müssen, nur sehr wenig auf einmal vorkommen können, und dass dadurch die Schwierigkeit der Untersuchung unendlich gesteigert wird. Die Gründe also, warum wir leider noch immer von Extractivstoffen sprechen müssen, sind vollkommen klar; gerechtermaassen müssen wir aber erstaunen, dass man es bei einem solchen Stande der Dinge gewagt hat, von verschiedenen Krasen

des Bluts zu sprechen und damit eine vermeintlich exacte Humoralpathologie zu begründen.

Dass man übrigens den Extractivstoffen schlechthin keine grosse Geltung bei Erklärung physiologischer Prozesse einräumen darf, möchte aus mehr als einem Grunde einleuchtend sein; denn abgesehen davon, dass es unziemlich erscheinen dürfte, auf irrationelle Beobachtungen rationale Folgerungen bauen zu wollen, beweisen auch die empirischen Thatsachen, dass die Extractivstoffe ebenso verschieden in ihrer physiologischen Geltung als in ihren chemischen Eigenschaften sind. So hat man z. B. ziemlich allgemein angenommen, dass die Extractivstoffe im Harn bei allen Krankheiten in Folge verminderter Oxydation vermehrt gefunden würden, während *Scherer*¹⁾ z. B. jüngst eine erhebliche Vermehrung derselben gerade bei ganz gesunden Kindern wahrnahm. Hier ist Extractivstoff und Extractivstoff offenbar als etwas ganz verschiedenes und zwar ebensowohl chemisch als auch physiologisch zu betrachten.

Stickstoffhaltige, histogenetische Stoffe.

Die in diese Classe gehörigen Stoffe bieten gleich den Fetten und Kohlenhydraten in ihrer Zusammensetzung und selbst in ihren wesentlichsten Eigenschaften so grosse Aehnlichkeiten dar, dass der Chemiker auch ohne Kenntniss ihres Vorkommens im Thierkörper und ihres grossen physiologischen Werthes dieselben in eine Gruppe gestellt haben würde, wie man aus folgenden, allen diesen Stoffen angehörigen Eigenschaften ersehen wird:

Im getrockneten Zustande sind sie sämmtlich fest, pulverförmig oder sie bilden leimartige, spröde, durchscheinende Lamellen; im feuchten Zustande sind sie bald durchscheinend gelblich, bald undurchsichtig weiss, bald fest und elastisch, bald weich, zäh und klebrig, bald gallertartig und schlüpfrig. Sie sind meist amorph, schwer oder gar nicht zum Krystallisiren zu bringen, ohne Geschmack und Geruch, wenn solcher nicht durch beigemengte Substanzen bedingt ist; in Wasser ist die grosse Mehrzahl derselben unlöslich, und die wenigen, die in Wasser löslich sind, können leicht in eine darin unlösliche Modification verwandelt werden; obgleich vom Wasser ihre physischen Eigenschaften wesentlich bedingt und modificirt werden, obgleich sie getrocknet ausserordentlich schnell Wasser aus der Luft condensiren (also äusserst hygroskopisch sind), so sind sie doch wenig geneigt, mit Wasser entschiedene Hydrate, d. h. chemische Verbindungen zu bilden; in Alkohol, Aether und indifferenten Menstruis sind sie unlöslich; kein einziger dieser Stoffe ist flüchtig; beim Erhitzen schmelzen zwar viele derselben, aber stets erst, nach-

1) *Scherer*, Verh. d. med. physik. Ges. zu Würzburg. Bd. 3, S. 487—490.

dem ihre Zersetzung bereits begonnen hat; bei höherer Temperatur entwickeln sie nach Abgabe von Wasser neben Ammoniak eine grosse Anzahl stickstoffhaltiger und stickstofffreier, basischer und neutraler Producte; dabei entwickelt sich ein widriger Geruch, den man gewöhnlich mit dem verbrannten Horns vergleicht.

Von *Essigsäure* und andern organischen Säuren, so wie von gewöhnlicher Phosphorsäure werden sehr viele der hieher gehörigen Substanzen unverändert aufgelöst, und zum Theil auch durch andre Mineralsäuren, wenn diese in hohen Graden von Verdünnung angewendet werden. Von *concentrirten Mineralsäuren* werden sie dagegen fast sämmtlich zersetzt: in *Schwefelsäure* quellen viele derselben gallertartig auf, ebenso in *Salzsäure*; es bilden sich bei längerer Digestion neben Ammoniaksalzen braune, humusartige Substanzen, welche hauptsächlich Leucin und Tyrosin (vergl. S. 434 u. 447) und eine krystallisirbare, übelriechende flüchtige Substanz enthalten, die noch nicht genauer untersucht ist. Von *concentrirter Salpetersäure* werden sie alle, namentlich beim Erwärmen, mehr oder weniger intensiv gelb gefärbt.

Schon durch anhaltendes *Kochen mit Wasser* werden sie sämmtlich metamorphosirt; man hat sie daher nach den Veränderungen, die sie beim Erhitzen mit Wasser erleiden, eingetheilt in *eiwässartige* und *leimgebende*.

Am genauesten sind von *Schlieper*¹⁾ und *Guckelberger*²⁾ die Veränderungen studirt worden, welche die fraglichen Stoffe bei Einwirkung *oxydirender Substanzen*, z. B. Chromsäure oder Braunstein und Schwefelsäure erleiden; merkwürdiger Weise gehören die stickstofffreien Producte dieses Oxydationsprocesses sämmtlich den lipogenen Säuren an, und zwar von der Ameisensäure an bis zur Capronsäure und deren Aldehyden; ausser diesen bildet sich noch Benzoessäure und Benzoylwasserstoff; neben Ammoniak und Blausäure entstehen dabei aber nur wenig stickstoffhaltige Producte, nämlich die Nitrile einiger der eben-erwähnten Säuren.

Von *ätzenden fixen Alkalien* werden die wenigsten jener Substanzen so aufgelöst, dass sie durch Säuren wieder unverändert ausgefällt werden könnten; die meisten erfordern zu ihrer Lösung eine concentrirtere Lauge und dazu anhaltende Anwendung von Wärme; sie werden dadurch vollständig zersetzt. Da die meisten der hieher gehörigen Substanzen neben den gewöhnlichen Elementen organischer Körper noch Schwefel enthalten, so ist der nächste Erfolg der Einwirkung erwärmter verdünnter alkalischer Laugen der, dass ihnen der Schwefel unter Bildung von Schwefellebern und unterschwefligsauren Alkalien entzogen wird; Ammoniakentwicklung findet hierbei immer statt, wahrscheinlich bilden sich aber neben dem Ammoniak auch flüchtige Alkaloide, wie Methylamin,

1) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 4—82.

2) *Guckelberger*, ebendas. Bd. 64, 89—100.

Anilin, Picolin, Petinin u. dergl.; weit bedeutender wird dieselbe aber bei Anwendung concentrirter alkalischer Laugen; neben dem Ammoniak und den flüchtigen Alkaloiden verflüchtigt sich noch Kohlensäure und Ameisensäure, in dem Decocte aber entstehen neue Körper, saure, stickstoffhaltige basische und indifferente, z. B. Leucin, Glycin u. s. w. Werden endlich diese Stoffe mit Alkalien gemengt und gelind geschmolzen, so bildet sich neben den gewöhnlichen Producten der trocknen Destillation stickstoffhaltiger Körper sehr viel Cyankalium, Leucin, Tyrosin u. s. w.

Besonders hervorzuheben ist die Fähigkeit dieser Substanzen, ohne sichtliche oder erkennbare Mitwirkung anderer Materien lediglich durch den Einfluss atmosphärischer Agentien im feuchten Zustande der *Fäulniss* zu unterliegen. Während erwiesen ist, dass andre organische und zwar sehr leicht zersetzbare Substanzen, z. B. Harnstoff, selbst unter den günstigsten Bedingungen durch die Atmosphäre keine Zersetzung erleiden, sobald sie chemisch rein sind: wird der Zusammenhang der Elementarmoleculé dieser Substanzen durch die gewöhnlichsten atmosphärischen Einflüsse so leicht erschüttert, dass sie namentlich bei Gegenwart von Wasser und bei mittlerer Temperatur schon nach wenigen Stunden oder Tagen sich zu zersetzen anfangen. Die Dauer ihres Widerstandes gegen jene Einflüsse, d. h. der Anfang ihrer Zersetzung hängt sehr von dem Cohäsionszustande ab, in welchem ihre Moleculé sich befinden. Die in den thierischen Geweben zu dichteren, unlöslicheren Massen abgelagerten Stoffe gehen weit langsamer in Fäulniss über, als die fein vertheilten oder in Wasser gelösten. Sehnensubstanz geht später in Fäulniss über als Zellgewebe und geronnenes Eiweiss, und letzteres später als lösliches Eiweiss. Die Fäulnisproducte dieser Substanzen sind noch nicht ausreichend untersucht; indessen treten folgende Stoffe unter den Producten immer mit auf: kohlen-saures, buttersaures und baldriansaures Ammoniak, Schwefelammonium, Leucin, Tyrosin und wahrscheinlich auch flüchtige Alkaloïde.

Bemerkenswerth ist noch, dass alle histogenetischen Stoffe *stets von Fetten, Alkalien und Kalksalzen begleitet* vorkommen, von denen man sie völlig zu trennen bisher vergeblich versucht hat. Bei vielen derselben ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie chemisch mit ihnen verbunden sind; bei andern mögen jedoch die eigenthümlichen Cohäsionsverhältnisse dieser Stoffe der Grund sein, weshalb sie Fette und einige Mineralstoffe so hartnäckig zurückhalten.

Man kann schon aus den angeführten Eigenschaften dieser Stoffe leicht entnehmen, dass sie *in chemisch reinem Zustande nur äusserst schwierig oder gar nicht dargestellt* werden können. Die Schwierigkeit oder die Unmöglichkeit, sie krystallisirt zu erhalten, ihre Unfähigkeit, sich unzer-setzt zu verflüchtigen, entzieht uns schon zwei der wichtigsten Mittel, sie von andern Substanzen leicht zu isoliren. Ihre leichte Zersetzbarkeit hat uns aber bisher verhindert, darüber in's Klare zu kommen, welche von den oben erwähnten Mineralstoffen mit ihnen chemisch verbunden oder

nur beigemengt sind. Besonders gilt dies von den löslichen Stoffen dieser Classe, die Erbsen, Gerst u. s. w. in der löslichen Form ist noch keiner derselben oben schon dargestellt worden. Rücksichtlich der unlöslichen in den Geweben abgelagerten Stoffe sind wir in noch grössern Zweifeln, denn können wir nicht aus diesen alle Mineralsubstanzen ausziehen, was nur selten gelingt, so haben wir doch keine Garantie dafür, dass in der vollständigen Gewebsanalyse nur eine einfache organische Substanz abgelagert sei, es wird vielmehr durch mikroskopische und mikroskopisch-chemische Untersuchungen wahrscheinlich, dass in sehr vielen thierischen Geweben mehrere chemische Substanzen neben einander mechanisch abgelagert sind, wie im Granit Quarz, Glimmer und Feldspath und im Pflanzenzellgewebe die Cellulose und der incrustirende Stoff. Es ist nämlich oft unmöglich zu entscheiden, ob nach Behandlung thierischer Gewebe mit kraftigern Lösungsmitteln das Gelöste mit dem Ungelösten ursprünglich nur gemengt war, oder ob es als Zersetzungsproduct eines Körpers von complicirterer Zusammensetzung zu betrachten ist.

Noch würde vielleicht die Darstellung dieser Substanzen in chemisch reinem Zustande und eine genauere Kenntniss ihrer chemischen Constitution zu erzielen sein, wenn sie sich nur mit andern Stoffen in bestimmten Proportionen und wo möglich zu einer einzigen neutralen Verbindung vereinigen liessen: allein leider ist diess nur bei den wenigsten der Fall. Viele gehen zwar mit Alkalien, mit den Oxyden schwerer Metalle, ja selbst mit Säuren offenbar chemische Verbindungen ein, allein trotz dem bleiben diesen Verbindungen andre Körper und andre Verbindungen beigemengt, welche verhindern, dass durch die Analyse ein bestimmtes Verhältniss zwischen dem einen und dem andern Stoffe ausfindig gemacht werden kann. Sehen wir auch ab von den beigemengten Alkali- und Erdsalzen, so lässt sich doch z. B. aus den Verbindungen solcher Thierstoffe mit Bleioxyd kein bestimmter Schluss ziehen; denn gerade das Bleioxyd (welches nebst Silberoxyd andern Metalloxyden vorgezogen wird, da es fast nur wasserfreie oder leicht zu entwässernde Verbindungen mit organischen Materien eingeht) pflegt sich in mehr als einer Proportion mit jenen zu verbinden; diese Verbindungen bestehen dann gleichzeitig neben einander und können nicht von einander getrennt werden; man findet bei der Analyse bald mehr bald weniger Bleioxyd, je nachdem der neutralen Verbindung mehr oder weniger von einer basischen beigemengt ist. Hiernach dürfte es wohl begreiflich werden, weshalb es den Chemikern noch bei keinem dieser Thierstoffe gelungen ist, die Sättigungscapazität und das Atomgewicht mit Sicherheit zu bestimmen.

Was die Eintheilung der Körper dieser Classe betrifft, so sind wir zu wenig, hier wiederum einem physiologischen Eintheilungsprincipe zu folgen; dies dürfte aber um so weniger unpassend erscheinen, als uns die Chemie für jetzt noch fast gänzlich im Stiche lässt. Bei der mangelhaften Kenntniss, die wir über die chemischen Qualitäten der Stoffe dieser Classe besitzen, lässt sich ein rein chemisches Element für ihre Gruppierung

nicht geltend machen. Die Physiologie kommt uns aber hier insofern zu Hilfe, als sie uns andeutet, welche dieser Stoffe als die ursprünglichen, als die protogenen im Thierkörper zu betrachten sind, und welche erst durch animalisch-chemische Processe aus jenen entsprossen, als jener Abkömmlinge anzusehen sind. Die Protogenen oder Aborigenes jener Stoffe, wie sie sich z. B. im Ei schon theilweise finden, sind einander so ausserordentlich ähnlich, dass die Chemiker nur sehr geringe, schwankende und oft nur relative Unterschiede zwischen ihnen finden konnten. Es war daher nichts natürlicher, als dass man in diesen bis dahin *eiweissartige* genannten Körpern ein gemeinschaftliches Radical, einen gemeinsamen Grundstoff muthmaasste. *Mulder* glaubte diesen gefunden zu haben und nannte ihn seiner hohen Bedeutung wegen *Protein*; die natürlich vorkommenden eiweissartigen Stoffe sah er als Combinationen dieses Proteins mit Schwefel und Phosphor oder bloß mit Schwefel an und nannte sie daher *Proteinverbindungen*. Können wir dieselben aber nach dem heutigen Stande unsrer Kenntnisse nicht füglich mehr als *Verbindungen* eines solchen Radicals ansehen, so möchte es doch vorläufig vergönnt sein, den von *Mulder*, der sich um ihre Untersuchung so sehr verdient gemacht hat, ihnen ertheilten Namen *Proteinkörper* für diese wichtigsten Bestandtheile des thierischen Organismus beizubehalten. Wir ziehen daher in der ersten Gruppe der histogenetischen Stoffe die Proteinkörper oder eiweissartigen Stoffe in nähere Betrachtung. Da nun aber die physiologische Chemie mit höchster Wahrscheinlichkeit erwiesen hat, dass alle andern stickstoffhaltigen Thiersubstanzen aus jenen Proteinkörpern hervorgehen, so fassen wir unter der zweiten Gruppe alle diejenigen allgemeiner im Thierkörper verbreiteten Stoffe zusammen, die als *nähere Derivate* jener Stoffe zu betrachten sind.

Die entferntern Derivate dieser Körper sind Harnstoff, Harnsäure, Kreatin u. s. w. Da wir diese bereits oben nach einem mehr chemischen Eintheilungsprincip betrachtet haben, so kommen sie hier nicht wieder in Frage.

Proteinkörper.

Die in diese Gruppe gehörigen Körper finden sich nicht bloß im Thierreiche, sondern zum Theil auch im Pflanzenreiche.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Ermittlung der wahren Constitution dieser Stoffe entgegenstellen, sind leicht einzusehen, wenn wir die Eigenschaften derselben vergleichen und die obige Bemerkung über die Bestimmung der Atomgewichte (S. 27 ff.) in Erwägung ziehen. Gewiss wird man sich eher darüber wundern, dass man überhaupt gewagt hat, schon eine Theorie ihrer Zusammensetzung aufzustellen, als darüber, dass man bis heute noch nichts Positives über ihre Zusammensetzung und

ihr gegenseitiges Verhältniss erforscht hat. Es liegen uns über die Proteinkörper die genauesten Analysen vor, und dennoch lässt sich kein entscheidendes Urtheil über ihre innere Constitution fallen. An der Genauigkeit der Analysen eines *Mulder* ist nicht zu zweifeln; allein diese Analysen können eben nicht genauer sein, als die Hilfsmittel der heutigen analytischen Chemie es gestatten, d. h. die empirischen Resultate der Untersuchungen dieser Körper sind noch nicht der Art, dass mit wissenschaftlicher Sicherheit sich aus ihnen ein Schluss über ihre theoretische Zusammensetzung ziehen liesse; eine aus den jetzt vorliegenden Analysen abgeleitete Formel bleibt daher eine Fiction und zwar um so mehr, als sich mit gleichem Rechte aus einer und derselben Analyse oft mehrere Formeln ableiten lassen. Ja es fehlen uns sogar hier noch die analytischen Grundlagen, um eine einigermaassen logisch berechnete *Hypothese* aufzustellen.

Die gemeinsamen Eigenschaften der Proteinkörper sind folgende: die meisten derselben kommen in zwei Zuständen vor, einem löslichen und einem unlöslichen oder schwerlöslichen; im ersteren finden sie sich meistens natürlich in thierischen Säften, im letzteren werden sie vorzüglich durch Kochen erhalten. Die lösliche Modification bildet im trocknen Zustande eine schwachgelbliche, durchscheinende, zerreibliche Masse, ohne Geruch und ohne eigenthümlichen Geschmack, löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol und Aether; aus der wässrigen Lösung wird sie durch Alkohol präcipitirt und dadurch gewöhnlich unlöslich in Wasser; die wässrige Lösung pflegt schwach alkalisch oder schwach sauer zu reagiren, allein diese Reaction rührt weniger von der Substanz selbst als von beigemischtem Alkali oder Säure her. Die wässrige Lösung wird durch die meisten Metallsalze gefällt; im Niederschlage findet man neben dem Proteinstoffe meist Säure und Base des angewendeten Salzes. Durch Alkalien, so wie durch die meisten vegetabilischen Säuren werden die meisten aus ihrer wässrigen Lösung nicht gefällt, wohl aber durch Mineralsäuren (ausser gewöhnlicher Phosphorsäure) und durch die Gerbsäuren.

In den *unlöslichen Zustand* werden sie übergeführt: die meisten durch Kochen, einige durch Essigsäure, fast alle durch Mineralsäuren; mit letztern bilden sie gewöhnlich in reinem Wasser zwar lösliche, aber in säurehaltigem unlösliche Verbindungen, aus denen sie nach Sättigung der Säure mit einer Basis nicht in die lösliche Modification zurückgeführt werden können. Auch die durch Salze gefällten Proteinkörper sind dadurch oft in die unlösliche Modification übergeführt.

Die unlöslichen Proteinkörper sind getrocknet weiss, pulverisirbar; frisch gefällt gewöhnlich schneeweiss, flockig oder klumpig oder zäh und leimartig, geruch- und geschmacklos, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether und allen indifferenten Menstruis; von *Alkalien* werden sie sämmtlich mehr oder weniger leicht aufgelöst und daraus durch blosse Neutralisation mit Säuren gefällt. Gegen verschiedene *Säuren* verhalten sie sich sehr verschieden; von concentrirter

Essigsäure und andern organischen Säuren, so wie von gewöhnlicher Phosphorsäure werden sie sämmtlich *aufgelöst* und daraus *durch gelbes sowohl als rothes Blutlaugensalz gefüllt*. Mässig concentrirte Mineralsäuren lassen sie ungelöst, verbinden sich aber damit, und diese Verbindungen haben das Eigenthümliche, dass sie zwar in saurem Wasser unlöslich sind, sich aber in reinem Wasser auflösen, nachdem sie vorher gallertartig aufgequollen sind. In concentrirter Schwefelsäure schwellen sie zwar auch gallertartig an, allein sie werden dadurch gebräunt und zersetzt. Sehr charakteristisch ist ihr Verhalten gegen *concentrirte Salpetersäure* und Salzsäure; durch erstere Säure werden sie nämlich beim Erhitzen intensiv *citrongelb* gefärbt, von *concentrirter Salzsäure* dagegen bei gelinder Wärme und hinlänglichem Luftzutritt allmählig intensiv *blau* gefärbt und zum Theil zu einer blauen Flüssigkeit aufgelöst. Eine Flüssigkeit, die durch Auflösen von 1 Th. Quecksilber in 2 Th. einer $4\frac{1}{2}$ Aeq. Wasser enthaltenden Salpetersäure gewonnen worden ist, bildet das empfindlichste Reagens auf Proteinstoffe (*Millon*¹⁾, mögen dieselben in einer Flüssigkeit aufgelöst oder in einem Gewebe nur eingestreut sein. Man erwärmt zu dem Zwecke die damit versetzte Flüssigkeit oder das damit angefeuchtete Gewebe auf 60° bis 100°, und erhält eine intensiv rothe Färbung, welche selbst nach längerer Zeit weder durch Kochen noch an der Luft verschwindet. Durch *Jodlösung* werden sie intensiv braungelb gefärbt (ein bei mikroskopischen Untersuchungen schon längst gebräuchliches Reagens).

Zu mikroskopischen Untersuchungen thut man wohl, nicht die von Histologen gewöhnlich benutzte Jodtinktur anzuwenden, sondern eine wässrige Lösung von Jod in Jodwasserstoff (sg. hydriodige Säure).

Bei der trocknen Destillation, bei der Fäulniss, bei der Zersetzung durch Oxydationsmittel verhalten sich die Proteinkörper ganz so, wie wir dies eben (S. 302) von den histogenetischen Stoffen im Allgemeinen gezeigt haben; es entstehen die dort namhaft gemachten Zersetzungsproducte, nur in verschiedenen Mengenverhältnissen.

Alle Proteinkörper enthalten *Schwefel*; derselbe ist in den natürlichen und gekochten Stoffen sehr leicht nachzuweisen, entweder durch Erhitzen derselben mit etwas Alkali auf Silberblech (durch den gelbbraunen Fleck von Schwefelsilber) oder dadurch, dass ihre alkalische Lösung, wenn sie einige Zeit gekocht worden ist, mit stärkern Säuren Schwefelwasserstoff entwickelt oder mit essigsaurem Bleioxyd Schwefelblei ausscheidet. Merkwürdig ist aber, dass die Proteinstoffe auch Schwefel in einem Zustande oder in einer Verbindung enthalten können, wo, wie *Mulder* fand, die genannten Prüfungsmittel keine Reaction auf Schwefel geben.

Solche Körper waren es, die *Mulder* früher für Protein, d. h. für den schwefelfreien Bestandtheil der eiweissartigen Stoffe hielt. *Mulder*²⁾ hat sich jetzt überzeugt,

1) *Millon*, Compt. rend. T. 27, p. 42—44.

2) *Mulder*, Chem. Untersuch., übers. v. Völcker. H. 2, S. 479—372.

dass das vordem sogenannte Protein Schwefel enthält. Bei der Behandlung der eiweissartigen Stoffe mit verdünnter Kalilauge, wie sie zur Darstellung des vermeintlichen Proteins empfohlen wurde, verlieren dieselben die Eigenschaft, auf Anwendung jener Prüfungsmittel die Gegenwart von Schwefel anzuzeigen. *Mulder* sucht nun diese Erfahrung durch folgende Hypothese zu deuten: es sei nämlich in denjenigen Verbindungen, welche eine Schwefelreaction geben, der Schwefel an Amid gebunden, also *Sulphamid*, $H_2 N S$, enthalten; bei der Behandlung mit Kali würden 2 At. Sulphamid unter Aufnahme von 2 At. Wasser in Ammoniak, welches entweicht, zerlegt und in dithionige Säure (unterschweflige Säure), welche sich mit dem schwefelfreien Atomencomplex zu jenen Verbindungen vereinige, die keine Schwefelreaction gegen Silberblech mehr geben. Thatsache ist es allerdings, dass alle jene Stoffe bei der Digestion mit ätzenden, feuerbeständigen Alkalien Ammoniak entwickeln, und dass die, welche die Schwefelreaction geben, mehr Stickstoff enthalten, als jene, welche diese Reaction nicht geben: allein trotzdem bleibt die Annahme von Sulphamid in jenen Stoffen immer eine etwas gewagte Hypothese, erstens, weil jenes Sulphamid an und für sich noch gänzlich unbekannt ist und zwar ebensowohl im isolirten als im gebundenen Zustande; zweitens ist eine Verbindung von dithioniger Säure und einer organischen, kaum basischen Substanz ebenso unerwartet als die Erfahrung, dass solche nicht durch stärkere Säuren aus ihrer Verbindung mit dem Protein ausgetrieben werden soll; und endlich geben dithionigsaurer Salze, namentlich beim Erhitzen mit organischen Substanzen auf Silberblech die deutlichste Schwefelreaction. Ebenso nimmt *Mulder* z. B. im Eiweiss den Phosphor als Phosphamid $H_2 N P$ an; auch dieser Körper ist rein hypothetisch (das *Gerhard'sche* Phosphamid ist eine ganz andere Substanz, deren Amidnatur übrigens noch zu bezweifeln ist). Dies nur einige der Gründe, welche uns bestimmen, die *Mulder'sche* Ansicht einstweilen nur als eine wissenschaftliche Fiction gelten zu lassen. *Mulder* erhielt, indem er von der Zusammensetzung der eiweissartigen Stoffe, welche die Schwefelreaction geben, die Elemente des Sulphamids und von der jener, welche eine solche Reaction nicht zeigen, die Elemente der dithionigen Säure abzog, einen Complex von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff, der bei allen jenen Verbindungen vollkommen gleiche Verhältnisse oder höchstens eine geringe Zunahme von Sauerstoff zeigte; dieser Complex enthält in 100 Th. = 54,7 Kohlenstoff, 6,8 Wasserstoff, 14,2 Stickstoff und 24,3 Sauerstoff. Für diesen Complex, der nach *Mulder* die wahre Zusammensetzung des vollständig schwefelfreien Proteins ausdrückt, berechnet er die Formel: $C_{56} H_{23} N_4 O_{10} + 2 HO$.

Der durch obige Reactionen nicht nachweisbare Schwefel kann nur auf trockenem Wege entdeckt und quantitativ bestimmt werden, d. h. man schmilzt die trockne organische Substanz mit einem Gemeng von salpetersauren und kohlen-sauren oder ätzenden Alkalien im Silbertiegel zusammen, bis die geschmolzene Masse vollkommen weiss geworden ist, und bestimmt aus der rückständigen Salzmasse die gebildete Schwefelsäure. Eine bei nicht allzu geringem Schwefelgehalt organischer Stoffe sehr gute Methode, den Schwefel qualitativ nachzuweisen, ist von *Dana*¹⁾ empfohlen worden. Man macht nämlich eine Mischung von Soda, Stärkmehl und der auf Schwefel zu prüfenden Substanz und glüht auf Platindraht im Reductionsfeuer, bringt dann die Probe mit einem Tropfen Wasser in ein Uhrglas und setzt einen kleinen Krystall von dem von *Playfair*²⁾ entdeckten Natriumnitroprussid hinzu; ist Schwefel vorhanden, d. h. hat sich Schwefelnatrium gebildet, so wird die Flüssigkeit prachtvoll purpurfarben; gewöhnlich tritt zuerst eine rothe Färbung ein, die immer intensiver wird, dann einen Stich ins Blaue annehmend, purpurn wird und endlich in ein sehr intensives Lasurblau übergeht; allein auch dieses ist nicht beständig; die Flüssigkeit verliert nämlich endlich ihre Farbe gänzlich.

1) *Dana*, Chemical Gaz. 1854. p. 459—460.

2) *Playfair*, Philosoph. Magaz. 3 Sér. V. 86, p. 197—221, 271—284 u. 348—360.

Seit Beendigung der *Mulder'schen* Untersuchungen über die Proteinkörper haben sich in der theoretischen Chemie mehrere andre Anschauungen über die *Constitution* complexer organischer Körper geltend gemacht. Man hat sich von der starren Theorie der organischen Radicale (in der die *Mulder'sche* Ansicht noch wurzelt) entfernt, und mehr den Vorstellungen von Paarung, salzähnlicher Vereinigung u. dergl. Raum gegeben. Die unerwarteten Entdeckungen der Spaltungsweisen des Amygdalins (*Liebig* und *Wöhler*), Asparagins, Salicins und Populins (*Piria*), die Entdeckungen der Ammoniakalkaloide (*Wurtz*) und ihrer theoretischen Constitution (*Hoffmann* und *Kolbe*), endlich die Beobachtung, dass viele stickstoffhaltige Körper bei verschiedenen Zersetzungsweisen einzelne jener flüchtigen Alkaloide liefern (*Anderson*, *Rochleder*, *Wertheim* u. Andre) geben dem Glauben einigen Halt, dass auch die Proteinsubstanzen jenen complexen Körpern analog constituirte Stoffe sein möchten, in welchen mehrere nähere Bestandtheile gepaart oder salzartig verbunden enthalten seien. So hat z. B. *Wurtz*¹⁾ aus dem Casein durch Behandlung desselben mit Alkalien und *Rochleder*²⁾ durch Zersetzung desselben mit Chlor Methylamin erhalten, und letzterer demzufolge das Methylamin als einen der nähern Bestandtheile des Caseins betrachtet. Für eine solche Anschauungsweise möchte auch der merkwürdige Umstand sprechen, dass ein eiweissartiger Stoff des Bluts fleischfressender Thiere in Prismen, der entsprechende des Meerschweinchen- und Rattenbluts in Tetraedern krystallisirt. Offenbar deutet dies auf Verbindungen analoger Art, in die nur ein differenter Bestandtheil eingegangen ist, der die Differenz der Krystallform des sonst ganz analogen Körpers bedingt; so könnte z. B. (wenn wir einen Augenblick die *Rochleder'sche* Hypothese beibehalten), in dem einen Methylamin, im andern Aethylamin mit demselben Atomaggregat verbunden sein. Allein zur weitem Durchführung einer solchen Hypothese fehlt es heute noch an allen Anhaltspunkten, theils weil die Proteinstoffe in diesen Richtungen noch wenig durchforscht sind, theils weil die bisher bekannt gewordenen Zersetzungsformen derselben darüber noch keinen Aufschluss gegeben haben.

Albumin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Der *Eiweissstoff*, der Hauptrepräsentant dieser Gruppe von Körpern, zeichnet sich dadurch aus, dass er in sehr verschiedenen Modificationen vorkommt; dieselben sind aber wohl weniger in einer verschiedenen Lagerung der Atome dieses Stoffes, d. h. in einer

1) *Wurtz*, Compt. rend. T. 30, p. 9.

2) *Rochleder*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 73, S. 56.

Polymerie oder Metamerie zu suchen, als vielmehr von den beigemengten Stoffen, namentlich von Alkalien und Salzen abzuleiten; daher ist nicht nur das Eiweiss des Blutes von dem der Hühnereier und dieses von dem der Taubeneier in mancher Hinsicht verschieden, sondern selbst das Eiweiss des Blutes verschiedener Individuen, ja selbst das Eiweiss verschiedener eiweisshaltiger Flüssigkeiten eines und desselben Individuums zeigt nicht ganz gleiche Reactionen. Indessen finden sich auch in einer und derselben Flüssigkeit eiweissartige Stoffe von sehr ähnlichen Reactionen, die jedoch einzelne wesentliche Verschiedenheiten zeigen, so dass man sie chemisch auseinanderhalten muss, so lange man nicht die Ursache der Verschiedenheiten solcher Reactionen ermittelt hat; ja man ist dieser auffallenden Verschiedenheiten halber für jetzt noch gezwungen, anzunehmen, dass das, was man bisher Eiweiss, Casein u. s. w. genannt hat, sämtlich Gemenge verschiedener, obwohl sehr ähnlicher Körper sind, darf aber nicht ausser Acht lassen, dass die Proteinkörper viel leichter wandelbare oder zersetzbare Körper sind, als man bis heute geglaubt hat und dass schon die atmosphärische Luft, d. h. der Sauerstoff und die Kohlensäure derselben Umwandlungen und Zersetzungen hervorbringen, die um so schwerer erkannt worden sind, als sie gewöhnlich nur allmählig vor sich gehen und nur einen geringern oder grössern Theil der Substanz erfassen.

Dies die Gründe, warum unsre Literatur so reich ist an verschiedenen, oft sich widersprechenden Angaben über einzelne Eigenschaften des Eiweissstoffs. Man hätte daher wohl nicht aus beliebigen Quellen das Eiweiss zu Anstellung qualitativ chemischer Versuche benutzen sollen, sondern damit beginnen, vorher ein chemisch möglichst reines Albumin darzustellen und dann zu prüfen, welche Modificationen seine Eigenschaften und Reactionen durch Beimengung verschiedener Stoffe in verschiedenen Verhältnissen erleiden; denn nicht nur ein Körper an sich bedingt in dem Eiweiss oft auffallende Verschiedenheiten, sondern sogar die verschiedene Proportion, in welcher er jenem beigemischt ist. Von diesem Gesichtspunkte aus haben zuerst *Scherer*¹⁾ und ich²⁾ die Eigenschaften des Eiweissstoffs geprüft, später *Melsens*³⁾, *Panum*⁴⁾ und *Lieberkühn*⁵⁾; allein leider sind dadurch immer nur einzelne Punkte aufgeklärt oder hervorgehoben, aber noch kein vollkommenes, wissenschaftlich befriedigendes Resultat erzielt worden. Wir werden daher hier nur die wichtigsten und allgemeinsten, den Eiweissstoff betreffenden Verhältnisse hervorheben, um nicht durch ein Eingehen in die kleinsten Einzelheiten den Ueberblick über das Ganze zu sehr zu trüben. Wenn aber schon geringe Beimengungen die Eigenschaften des Albumins modificiren können, um wie viel mehr werden dies nicht chemische Veränderungen (in der Zusammensetzung oder Zusammenlegung der Atome) thun, wenn diese auch noch so gering sind; wir kennen Eiweiss von

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 4 — 65 u. Unters. z. Pathol. S. 82 u. a. a. O.

2) *Lehmann*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 4, S. 234.

3) *Melsens*, Compt. rend. T. 33, p. 247—249 et Ann. de Chim. et de Phys. T. 33, p. 470—485.

4) *Panum*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 3, H. 2 u. Bd. 4, H. 3.

5) *Lieberkühn*, Poggend. Ann. Bd. 86, S. 417 ff. u. Arch. f. path. Anat. Bd. 5, S. 462—470.

verschiedenem Gehalte an Schwefel ebenso wie Eiweiss von sehr verschiedener Sättigungscapacität; auch dieses sind Verhältnisse, deren Untersuchung bis heute noch nicht zu Ende geführt ist.

Seit der zweiten Auflage dieses Bandes (im Anfang des Jahres 1850), wo ich das vorstehende Urtheil über unsre Kenntniss des Albumins schrieb, ist dasselbe trotz der höchst verdienstvollen, in *Scherer's* Laboratorium ausgeführten Arbeit kein anderes geworden, sondern hat vielmehr durch dieselbe nur die vollste Bestätigung erhalten. Wir beschränken uns daher auch diesmal, trotz dem Bekanntwerden vieler interessanter Einzelheiten, nur auf die Mittheilung der allgemeinsten betreffs dieser Körper feststehenden Thatsachen, da eine Experimentalkritik allein jene zahllosen Einzelheiten gehörig zu sichten vermöchte. Seit einiger Zeit mit Versuchen über die Constitution dieser Stoffe beschäftigt, bin ich auf Wege gelangt, einzelne derselben krystallisirt oder wenigstens chemisch rein darzustellen; die Resultate derselben gestatten aber leider noch nicht, den Maassstab der Experimentalkritik an das bisher Bekanntgewordne anzulegen und das ganze Bereich unsrer Kenntnisse dieser Stoffe in übersichtlicher Weise darzulegen.

Wir halten, wie früher, die alte Eintheilung des Albumins in lösliches und geronnenes fest, theils weil diese Eintheilung zur Zeit noch für physiologische Zwecke ausreichend ist, theils weil diese Trennung des löslichen und unlöslichen Albumins, Caseins, Globulins u. s. w. nicht »confuser« ist, als alle unsre Kenntniss der Proteinkörper.

Das *lösliche Albumin* bildet lufttrocken eine blassgelbliche, durchscheinende Masse, die sich ziemlich leicht reiben und in ein weisses Pulver verwandeln lässt; das specifische Gewicht des salzhaltigen Hühner-eiweisses fand *C. Schmidt*¹⁾ = 1,3144; eliminirt man durch Berechnung daraus die Salze, so würde die Dichtigkeit des reinen Albumins = 1,2617 sein; durch Reiben wird es positiv electricisch; es ist ohne Geruch, Geschmack und Reaction auf Pflanzenfarben; in Wasser quillt es zu einer gallertartigen Masse auf, welche sich nur wenig in reinem Wasser, aber leicht in solchem, welches etwas Kochsalz oder ein andres Alkalisalz enthält, auflöst; in Alkohol und Aether ist es unlöslich.

Im Vacuo oder unter 50° getrocknet, lässt es sich bis 400° erhitzen, ohne in den unlöslichen Zustand überzugehen; die wässrige Lösung wird dagegen schon bei 60° trübe, gerinnt vollständig bei 63° und scheidet sich bei 75° in Flocken ab; grosse Verdünnung kann bewirken, dass erst bei 90° eine Trübung bemerkbar wird und nur nach längerem Kochen sich Coagula abscheiden.

*Panum*²⁾ hat unsre Kenntniss der eiweissartigen Körper und ihrer verschiedenen Reactionen durch viele interessante Thatsachen wesentlich bereichert und besonders dazu beigetragen, lautere Begriffe über die Coagulation des Albumins und ähnlicher Materien in der Hitze zu gewinnen: er hat insbesondere durch zahlreiche, mühsame Versuche dargethan, welchen Einfluss die Gegenwart von Salzen oder geringe Mengen von Säuren auf die Ausscheidung der Proteinkörper durch höhere Temperatur ausübt; so fand er z. B., dass in der Regel die Fällung bei um so niedriger Temperatur eintritt, je grösser die zugesetzte Salzmenge ist, und dass eine um so geringere Säuremenge nöthig ist, um bei derselben Temperatur eine permanente Fällung zu erzeugen, je grösser die Salzmenge ist, welche der Albuminlösung zugesetzt war. *Panum* glaubt sich diesen und ähnlichen Versuchen nach berechtigt, den von

1) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 156—167.

2) *Panum*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 4, S. 17 ff.

jeher eingebürgerten Begriff der Coagulation confus zu nennen: allein gerade aus seinen Versuchen geht deutlich genug hervor, dass wir präcipitirtes Albumin von coagulirtem sehr wohl unterscheiden müssen; so wie in *Panum's* Versuchen die Salze, verhält sich meinen Beobachtungen nach der Alkohol in Bezug auf die Fällung und Coagulation albuminöser Materien; durch allmählichen Zusatz von Alkohol kann man den Coagulationspunkt der Flüssigkeiten von Grad zu Grad herabdrücken, bis man auf einen Punkt kommt, wo die albuminöse Substanz zwar gefällt, aber nicht coagulirt wird; sie ist dann wo nicht in Wasser, so doch in neutral reagirenden Alkalisalzen löslich. Was bei der Coagulation, d. h. bei derjenigen Fällung albuminöser Substanzen eigentlich geschieht, wo sie unter gleichzeitiger Einwirkung höherer Temperatur mit ihrer Löslichkeit mehrere andre ihrer frühern Eigenschaften verlieren, darüber sind wir freilich noch völlig im Dunkeln und auch durch *Panum* nicht aufgeklärt worden.

Durch verdünnten *Alkohol* wird das Albumin zwar aus wässriger Lösung niedergeschlagen, jedoch nicht coagulirt; wird indessen wasserarmer Alkohol in grösserer Menge zugesetzt, so geht es in den unlöslichen oder geronnenen Zustand über; durch weingeistfreien *Aether* wird das gewöhnliche Albumin nicht unlöslich, indessen kommen Modificationen vor, welche auf Aetherzusatz sich zum Theil aus wässriger Lösung ausscheiden.

Fette und flüchtige *Oele* wirken weder auflösend noch coagulirend auf das Albumin ein; durch *Kreosot* und *Anilin* wird es coagulirt.

Durch die meisten *Säuren* wird das Albumin in eine unlösliche Modification verwandelt, dabei aber nur von den Mineralsäuren (ausser dreibasischer Phosphorsäure) präcipitirt, wenn diese in einigem Ueberschusse zugesetzt werden; die organischen Säuren, ausser den Gerbsäuren, schlagen das Eiweiss nicht nieder.

Panum hat auch über diesen Gegenstand sehr interessante Versuche angestellt, aus denen hervorgeht, dass selbst durch Essigsäure und gewöhnliche Phosphorsäure die albuminösen Materien wesentliche Veränderungen erleiden, so dass es sogar nicht unwahrscheinlich wird, dass diese Säuren, katalytisch wirkend, das Albumin in zwei neue Körper zerlegen. Eine bestimmte Verbindung scheinen diese Säuren nach *Panum's* Versuchen nicht mit dem Albumin einzugehen. Der eine ans der Einwirkung von Essigsäure oder Phosphorsäure hervorgehende Körper, *Acidalbumin*, zeichnet sich durch seine Unlöslichkeit in concentrirten Lösungen neutraler Alkalisalze und durch seine Löslichkeit in Wasser vor dem ursprünglichen Albumin aus.

Alkalien präcipitiren das Eiweiss nicht, führen es aber gewöhnlich in eine andre schwerlösliche Modification über.

Die meisten *Metallsalze* schlagen das Albumin nieder, und zwar so, dass im Niederschlage entweder eine Verbindung eines basischen Salzes mit Albumin oder ein Gemeng zweier Verbindungen enthalten ist, nämlich eine, welche aus der Säure des Salzes und Albumin besteht, und eine andere, welche die Basis des Salzes mit Albumin enthält; in den meisten Fällen geht das Albumin durch diese Verbindungen in den unlöslichen Zustand über.

Das Eiweiss findet sich in den normalen thierischen Flüssigkeiten gewöhnlich *nicht isolirt* in Lösung, sondern in Verbindung mit ein wenig *Alkali*, dessen Menge sich wegen der ausserdem dem Albumin beigemengten

Salze nicht genau bestimmen lässt; nach einigen am Hühnereiweiss angestellten Untersuchungen fand ich die Menge des unmittelbar mit Albumin verbundenen Natrons = 4,58 Th. auf 100 Th. salzfrei berechneten Albumins. Dieses Eiweiss reagirt schwach alkalisch, ist leichter in Wasser löslich, als das reine, unterscheidet sich aber von diesem hauptsächlich durch die Form, in welcher es beim Erhitzen seiner wässrigen Lösung gerinnt (*Scherer*); es scheidet sich nämlich nicht in Flocken wie reines Eiweiss aus, sondern bildet bloß eine weisse, fast mehr gallertartige Masse, oder, wenn die Flüssigkeit mehr oder weniger verdünnt war, eine milchige, oder nur weisslich opalisirende Trübung. Die vorher schon alkalische Flüssigkeit reagirt nach dem Kochen noch stärker alkalisch, ein Beweis, dass sich wenigstens ein Theil des Alkalis von dem Eiweiss bei der Gerinnung des letztern getrennt hat; dieses frei gewordene Alkali verbindet sich aber mit einem geringern Theile Eiweiss zu dem sg. Natronalbuminat, welches aufgelöst bleibt. Jenes Eiweiss aber, welches durch diese Coagulation ausgeschieden ist, geht beim Filtriren immer zum Theil mit durchs Filter und verstopft auch sehr bald dessen Poren. Sättigt man aber die Lösung solchen Albuminnatrons mit etwas Essigsäure oder einer andern organischen Säure, so gerinnt es gleich reinem Eiweiss beim Erhitzen in leicht filtrirbaren Flocken. Wird eine so neutralisirte Eiweisslösung stark mit Wasser verdünnt (etwa mit der 20fachen Menge), so trübt sich die Flüssigkeit und ein grosser Theil des Albumins schlägt sich aus der Lösung salzarm und alkalifrei nieder (*J. Scherer*).

Die Erklärung der letztern Erscheinung ist die: das vom Alkali durch die Essigsäure befreite Albumin wird durch die Salze gelöst erhalten, durch starke Verdünnung verlieren diese aber ihre Lösungskraft und das Albumin scheidet sich allmählig aus. Diese Materie hat *Panum* für identisch mit dem Casein oder wenigstens für eine eigenthümliche vom Albumin ganz verschiedene Substanz, *Serumcasein*, erklärt.

Wird jenes Albuminnatron mit verdünntem Alkohol versetzt, so fällt alkalifreies und salzarmes Albumin nieder; ein anderer Theil bleibt aber mit mehr Alkali verbunden aufgelöst und stellt die nächstfolgende Verbindung, das eigentliche Natronalbuminat dar; jener Niederschlag löst sich aber wenig in reinem Wasser, leicht in salzhaltigem.

Setzt man zu dem normalen in thierischen Flüssigkeiten enthaltenen Eiweiss noch etwas Alkali, so erleidet es wiederum eine wesentliche Veränderung seiner Eigenschaften; war die Lösung sehr concentrirt, so bildet sich beim Erhitzen eine durchscheinende, in Wasser fast unlösliche Gallert, in welcher (nach meinen Untersuchungen) auf 100 Th. salzfreien Albumins 4,69 Th. Kali oder 3,44 Th. Natron kommen. Wurde die Lösung mit Wasser verdünnt, so scheidet sich beim Erhitzen nicht nur jene farblose Gallert nicht aus, sondern es bildet sich überhaupt kein Niederschlag; das Albumin scheint seine Gerinnbarkeit gänzlich verloren zu

4) *Panum*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 3, S. 254 ff.

haben; dies ist jedoch nicht der Fall, denn es geht selbst, ohne erhitzt zu werden, bei überschüssigem Alkali in den coagulirten Zustand über; neutralisirt man nämlich die Lösung mit einer das Eiweiss sonst nicht präcipitirenden Säure (Essigsäure, Weinsäure, dreibasische Phosphorsäure), so wird coagulirtes Eiweiss ausgeschieden. Die Lösung dieses vorzugsweise sogenannten *Alkalialbuminats* zeichnet sich aber beim Kochen dadurch aus, dass es am Boden des Gefässes viel Blasen bildet, die so hartnäckig haften bleiben, dass theilweise Bräunung der jene bildenden organischen Materie stattfindet; andererseits macht es aber beim Abdampfen auf der Oberfläche eine durchsichtige Haut geronnenen Albumins (*Scherer*; deshalb wurde dieses Natronalbuminat in thierischen Flüssigkeiten oft für Casein angesehen); man kann jedoch aus dieser alkalischen Lösung durch Kochen ein vollkommenes, flockiges oder klumpiges Coagulum erhalten, wenn man vor dem Kochen ein neutrales Alkalisalz (schwefelsaures Natron, Kochsalz oder Salmiak) in gesättigter Lösung oder trocken zusetzt.

Säuren und *Metallsalze* verhalten sich zu diesen alkalischen Albuminlösungen mit kleinen Abänderungen fast ebenso, wie zu denen des reinen Albumins; nur bringt die Menge des zugesetzten Metallsalzes oft Abänderungen hervor, insofern das neugebildete Albuminat bald löslich im Ueberschuss des Metallsalzes oder des Natronalbuminats, bald darin unlöslich ist. Die meisten dieser Verbindungen sind aber in Alkalien löslich.

Leitet man in Lösungen eiweissartiger Körper, z. B. in Blutserum, in Wasser gelöstes Eiereiweiss, Krystalllinsenlösung u. dergl. einen Strom von Kohlensäure, so wird immer ein grösserer oder geringerer Theil der albuminösen Materie ausgeschieden.

Panum spricht diesen Stoff als Casein an, allein gerade das Milchcasein besitzt diese Eigenschaft im geringsten Grade. *Melsens* hat diese Beobachtung am Eiereiweiss gemacht und bei der mikroskopischen Untersuchung des Präcipitats im Verein mit *Gluge* membranöse Materien gesehen, weshalb er diese Substanz *tissu cellulaire artificiel* nennt. Ich habe alle bekannten Proteinkörper mit Kohlensäure behandelt, aber niemals das Präcipitat unter dem Mikroskop anders gefunden, als es auch bei andern Präcipitationsmitteln zu sein pflegt. Mit einer organisirten Substanz, mit Bindegewebe oder dergl. hat der Niederschlag niemals die geringste Aehnlichkeit. Uebrigens hat *Harting*¹⁾ sich die Mühe genommen, jenen Irrthum *Gluge's* und *Melsens* zu widerlegen.

Organische Säuren, im Ueberschuss zu Albuminlösungen gesetzt, bewirken gleich überschüssigen Alkalien, dass das Eiweiss beim Kochen gelöst bleibt; jedoch scheidet es sich auch aus diesen Lösungen in Flocken oder Klumpen aus, wenn man diesen neutrale Alkalisalze, wie schwefelsaures Natron, Kochsalz oder Salmiak in hinreichender Menge zusetzt. Uebrigens bilden auch solche saure Lösungen beim Abdampfen auf der Oberfläche eine Haut, ganz wie Casein in saurer oder alkalischer Milch.

1) *Harting*, Nederl. Lancet. Sept. 1854.

Wie schon im Eingange dieses Capitels erwähnt, ist das Verhalten der eiweissartigen Stoffe bei gleichzeitiger Einwirkung von Säuren und Salzen von *Melsens*, *Lieberkühs* und besonders von *Panum* unter der Leitung *Scherer's*, des besten Kenners der Proteinkörper, sorgfältig studirt und dadurch eine Menge auffälliger, wiewohl noch nicht satzsam ermittelter Thatsachen beobachtet worden.

Das *geronnene* oder *gekochte Albumin* hat alle die Eigenschaften, welche wir oben von den unlöslichen Proteinkörpern im Allgemeinen angeführt haben. Wir erwähnen daher in Betreff desselben nur folgendes: beim Uebergange aus dem löslichen in den unlöslichen Zustand erleidet das Eiweiss bereits einen Grad von Zersetzung, was schon daraus zu schliessen ist, dass es einen Theil seines Schwefels verliert, wobei es Schwefelwasserstoff entwickelt; mit Säuren geht es Verbindungen ein, die meistens in säurehaltigem Wasser unlöslich sind, in reinem Wasser aber gallertartig aufquellen und sich dann leicht darin auflösen. Mit ätzenden Alkalien kann es so verbunden werden, dass deren alkalische Reaction völlig schwindet. Von concentrirter Salzsäure wird es beim Erwärmen mit einem Blau aufgelöst, welches sich mehr in Purpur oder Violett zieht, als das anderer Proteinkörper. Wird Eiweiss längere Zeit mit Wasser bei Zutritt der Luft gekocht, so löst es sich allmählig auf und bildet eine nicht gelatinirende Flüssigkeit, die sogenanntes Proteintritoxyd enthält (*Mulder*¹⁾. Das Albumin liefert endlich bei der Behandlung mit starken Oxydationsmitteln, z. B. chromsaurem Kali und Schwefelsäure oder Braunstein und Schwefelsäure mehr Essigsäure, Benzoësäure und Benzoylwasserstoff und weniger Baldriansäure, als die verwandten Proteinstoffe; bei der Zersetzung durch Alkalien (*Wurtz*²⁾ oder durch Chlor (*Rochleder*³⁾ unter andern Producten Methylamin.

Zusammensetzung. Das Gemeng von Körpern, welches man geronnenes Albumin nennt, ist nach Extraction mit Wasser, Alkohol und Aether so oft analysirt worden, dass wir uns begnügen, nur die Mittelresultate von 5 Analysen, welche *Scherer*⁴⁾ damit angestellt hat, anzuführen und damit die neuerdings von *Mulder*⁵⁾ für die genaueste gehaltene Analyse zusammenstellen:

	<i>Scherer.</i>	<i>Mulder.</i>	<i>Rüling.</i>
Kohlenstoff	54,883	53,5	53,4
Wasserstoff	7,035	7,0	7,0
Stickstoff	15,675	15,5	
Sauerstoff	} 22,365	22,0	
Schwefel		1,6	
Phosphor		0,4	
	100,000	100,0	

1) *Mulder*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 47, S. 300, u. Bullet. de Néerlande. 4839, p. 304.

2) *Wurtz*, Compt. rend. T. 30, p. 9.

3) *Rochleder*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 73, S. 56.

4) *Scherer*, ebendas. Bd. 40, S. 36.

5) *Mulder*, Scheik. Onderz. D. 3, p. 385.

*Rüling*¹⁾ fand im Albumin des Blutserums (nach Abzug der Asche im Mittel mehrerer Versuche) = 4,325% Schwefel, in dem der Hühnereier = 4,748%, *Mulder* dagegen in ersterem durchschnittlich 4,8%, in letzterem 4,6%. Das Eiweiss hält immer hartnäckig Kochsalz zurück, so dass es durch Auswaschen kaum vollständig von demselben befreit werden kann. Besonders aber ist sein Gehalt an phosphorsaurem Kalk bemerkenswerth; dessen Menge ist sehr variabel, doch beträgt sie gewöhnlich ungefähr 4,6%. Die Bleioxydverbindung zu Grunde legend, fand *Mulder* das Atomgewicht des Albumins = 22488,9; aus der Silberoxydverbindung berechnete er = 22490,2. *Mulder* betrachtete nach der oben erwähnten Hypothese das Eialbumin als zusammengesetzt aus 96,2% Protein, 3,2% Sulphamid und 0,8% Phosphamid und berechnete darnach für dasselbe die Formel: $20(C_{36}H_{25}N_4O_{10} \cdot 2HO) + 8H_2NS + H_2NP$.

Umwandlungsproducte. Man hat schon längst den Gedanken gehegt, dass sich wohl noch am besten aus dem Studium der Zersetzungsproducte der Proteinkörper eine Formel für die Zusammensetzung der Proteinkörper werde ableiten lassen, und daher sind jene Anzahl schöner Untersuchungen entstanden, welche theils von *Liebig*, theils von *Mulder* und deren Schülern ausgeführt wurden: die Entdeckung des Tyrosins durch *Liebig*, die Zerlegung der Proteinkörper durch oxydirende Mittel von *Guckelberger* und *Schlieper* hatten nur in jenem Gedanken ihren Grund. Allein alle diese Forschungen führten nicht zu dem vorschwebenden Ziele, da sie meistens nur zur Ermittlung der entferntern Zersetzungsproducte dienten. *Mulder* hatte dagegen, nach einem Radicale suchend, mehrere nähere Umwandlungsproducte jener Stoffe hergestellt, ohne jedoch glücklich in Erreichung seines Zweckes zu sein. *Scherer*, der, einer der ersten, verschiedene Proteinkörper sorgfältigen Elementaruntersuchungen als weiteren Forschungen über ihre qualitativen Analogien und Differenzen unterworfen hatte, war fortwährend bemüht, den nähern Umwandlungsformen der Proteinkörper, wie sie theils im gesunden oder kranken Organismus, in einzelnen Organen oder im Blute sich vorfinden, theils auch durch minder stark einwirkende Agentien sich bilden, mehr auf die Spur zu kommen. Zwar ist man bis jetzt dadurch noch keineswegs zu einem gewissen Abschlusse oder auch nur zu einigen Aufschlüssen gelangt, indessen dünkt uns doch dieses für jetzt der einzige Weg, um zu einiger Klarheit zu gelangen. Ist auch durch die Entdeckung der Krystallisationsfähigkeit einiger jener Stoffe ein Mittel gewonnen, sie reiner als bisher darzustellen, so haben doch auch die bis jetzt von mir dargestellten Analysen der Materien von verschiedener Krystallform keinen bestimmten Entscheid gegeben, daher können wir hier nur historisch über einige Umwandlungsproducte der Proteinkörper referiren, die sich als nähere Zersetzungsproducte dieser Stoffe betrachten lassen.

Eiweissprotein enthält nach *Mulder* 58,7% Kohlenstoff, 7,0% Wasserstoff, 44,2% Stickstoff, 23,5% Sauerstoff und 4,6% Schwefel; er stellt dasselbe dar, indem er reines geronnenes Eiweiss in einer Lauge, die $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{400}$ Aetzkali enthält, auflöst und eine Stunde lang einer Temperatur von 60° bis 80° aussetzt; es

1) *Rüling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 310.

ist dann in der Flüssigkeit Schwefelkalium durch die bekannten Reagentien nachweisbar; würde man ohne Weiteres die Flüssigkeit mit Essigsäure neutralisiren, so müsste man fürchten, dass der entstandene Niederschlag eingemengten Schwefel enthalte, da sich neben Schwefelkalium auch dithionigsäures Kali in der Flüssigkeit befinden muss (welches an sich auf Zusatz einer Säure Schwefel ausscheidet und schweflige Säure bildet, die aber wiederum mit dem entwickelten Schwefelwasserstoff bekanntlich Schwefel liefert); daher ist jene Flüssigkeit so lange an der Luft unter öfterem Umrühren stehen zu lassen, bis sie keine Reaction auf Schwefelkalium mehr zeigt; dann erst ist der gewünschte Körper durch Essigsäure zu fällen.

Das Eiweissprotein ist, frisch gefällt, schneeweiss, kleinflockig, getrocknet blassgelb, hart und spröde, quillt in Wasser zu einer Gallert auf, ist in diesem, so wie in allen indifferenten Menstruis unlöslich, verhält sich im Uebrigen wie geronnenes Albumin, nur mit dem Unterschiede, dass es nach der Behandlung mit Kali weder mit Bleisalzen, noch gegen Silberblech die Schwefelreaction giebt.

Paralbumin ist eine von Scherer¹⁾ entdeckte, eiweissartige Substanz, welche er mehrmals in dem Inhalte hydropischer Ovarien vorfand. Dasselbe wird aus der wässrigen Lösung durch Alkohol in körnigen Flocken gefällt; diese lösen sich aber in Wasser bei 35° in wenigen Stunden wieder auf und geben dieselben Reactionen, wie der vorher gelöste Körper; beim Kochen der wässrigen Lösung entsteht nur schwache Trübung, jedoch dichte Flocken auf Zusatz von Essigsäure, die in der Kälte ganz wirkungslos ist; Salpetersäure bewirkt in der gewöhnlichen Lösung einen bedeutenden Niederschlag, Salzsäure dagegen nur bei Zusatz einer grössern Menge eine schwache Trübung, dagegen Blutlaugensalz, Chromsäure, Quecksilberchlorid, basisch essigsäures Bleioxyd und Gerbsäure starke Fällungen.

Metalbumin hat Scherer²⁾ eine andre in einer hydropischen Flüssigkeit gefundene Substanz genannt, welche ebenfalls aus der wässrigen Lösung durch Alkohol gefällt wird und dann wieder in Wasser löslich ist, gleich dem Paralbumin; sie wird aber nicht durch Essigsäure und Blutlaugensalz gefällt; übrigens tritt in der Lösung beim Kochen nach Zusatz von Essigsäure nur Trübung, aber keine Fällung ein.

Ähnliche Stoffe sind es, die man oft im Harn, namentlich bei Bright'scher Krankheit, aber auch in andern Krankheiten gefunden und zum Theil mit verschiedenen Namen belegt hat.

Mialhe und Pressat³⁾ glauben einige successive Umwandlungen des Albumins näher verfolgt zu haben, ohne jedoch genügende chemisch-experimentelle Stützen für ihre Behauptungen beizubringen. Nach ihnen ist das normale, physiologische Albumin in einem moleculären Zustande in den Flüssigkeiten und daher nicht wahrhaft gelöst und der Endosmose unfähig; es charakterisire sich übrigens durch seine Coagulirbarkeit in der Hitze und Unlöslichkeit des durch Salpetersäure erzeugten Niederschlags im Ueberschuss der Säure. Die nächste Umwandlungsstufe desselben sei das amorphe, käseartige Albumin, durch Einwirkung des Magensaftes entstanden; dieses sei endosmotisch, aber nicht assimilirbar (?), werde durch Hitze und Salpetersäure unvollständig (?) gefällt; das durch letztere entstandene Präcipitat sei im Ueberschuss der Säure löslich. Den endosmotischen und assimilirbaren Stoff, der endlich aus der Einwirkung des Magensaftes auf Eiweiss hervorgeht, nennen sie Albuminose. Jenen durch Alkohol fällbaren, in Wasser aber wieder löslichen Körper, welchen Verdeil und Dollfus⁴⁾ im normalen Rindsblute fanden und Albumin nannten, erklärt Mialhe⁵⁾ ohne Weiteres für identisch mit seiner Albuminose. Mialhe⁶⁾

1) Scherer, Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 244.

2) Ders. ebendas. S. 278.

3) Mialhe und Pressat, Compt. rend. T. 33, p. 450.

4) Verdeil und Dollfus, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 74, S. 218.

5) Mialhe, Compt. rend. T. 34, p. 745.

6) Ders., Journ. de Pharm. et de Chim. 3 Sér. T. 40, p. 461-467.

hat aber allerdings das Verdienst, das Umwandlungsproduct der albuminösen Materialien bei der Magenverdauung zuerst näher untersucht zu haben; er sah aber irriger Weise die aus der Verdauung von Proteinkörpern sowohl als leitgebenden Geweben hervorgehenden löslichen Substanzen für vollkommen identisch an. Folgende Eigenschaften, die *Mialhe* seiner Albuminose zuschreibt, sind allerdings richtig beobachtet und den meisten der Peptone gemein: im festen Zustande sind die verdauten Substanzen weiss oder schwachgelblich, von geringem Geschmack und Geruch, leicht löslich in Wasser, auch etwas in Spiritus, aber völlig unlöslich in absolutem Alkohol. Die wässrigen Lösungen dieser Stoffe werden nicht gefällt durch Kochen, Säuren oder Alkalien, wohl aber durch Metallsalze, sowie durch Chlor und Gerbsäure.

Meinen eigenen Untersuchungen nach sind sämmtliche Peptone weisse, amorphe Körper, ohne allen Geruch und höchstens von schleimigem Geschmacke, fast in jedem Verhältnisse in Wasser löslich, unlöslich in Alkohol von 83%; ihre wässrigen Lösungen röthen Lackmus; sie verbinden sich leicht mit Basen und zwar mit Alkalien ebensowohl als mit Erden zu neutralen in Wasser sehr leicht löslichen Salzen. Die wässrigen Lösungen dieser Salze werden nur durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid und mit Aetzammoniak versetztes essigsäures Bleioxyd gefällt; dagegen bewirken alle andern Metallsalze und selbst salpetersaures Silberoxyd oder Aesun keine Niederschläge, selbst basisch essigsäures Bleioxyd bedingt nur eine geringe Trübung, welche durch einen Ueberschuss des Reagens wieder aufgelöst wird. Säuren, organische wie mineralische, bewirken weder im concentrirten, noch im höchst verdünnten Zustande Fällungen oder Trübungen, auch Chromsäure nicht; durch Kaliumeisencyanür oder -cyanid entstehen aus den mit Essigsäure angesäuerten Lösungen nur geringe Trübungen.

Die Peptone ganz von Mineralstoffen zu befreien, gelang mir nicht; jedoch erhielt ich sie frei von phosphorsauren und salzsauren Salzen, so dass die Asche nur kohlen-saures Alkali oder kohlen-sauren Kalk nebst etwas schwefelsaurem Alkali enthielt. Was zunächst den Schwefelgehalt der Peptone betrifft, so fand ich denselben constant gleich dem der Muttersubstanzen, d. h. z. B. im Pepton aus Eiereiweiss nach Abzug des Alkalis oder Kalks im Mittel von 3 Versuchen (4,579, 4,659 u. 4,600) = 4,609% Schwefel, also zufällig fast bis auf die Decimaten mit den *Mulder'schen* Bestimmungen des Schwefelgehalts des Eieralbumins übereinstimmend. Dieser Schwefel scheint aber in dem Pepton ganz in derselben Form wie im Albumin enthalten zu sein, wenigstens giebt jenes, mit Alkalien behandelt, gegen Bleisalze wie gegen Silberblech dieselbe sehr deutliche Schwefelreaction. Im Stickstoffgehalte habe ich bei wiederholten Analysen ebensowenig als im Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalte einen Unterschied von den entsprechenden Muttersubstanzen wahrnehmen können; aus meinen Elementaranalysen kann ich nicht einmal schliessen, dass die Umwandlung der Proteinkörper in Peptone unter Aufnahme von Wasser geschehe, was man zu glauben geneigt sein möchte; die Umwandlung ist höchstens der des Stärkmehls in Dextrin oder besser vielleicht der der Cholsäure (*Cholals. Str.*) in Choloidinsäure zu vergleichen.

Dargestellt wurden von mir die Peptone, indem ich natürlichen Magensaft von Hunden oder künstliche Verdauungsflüssigkeit, aus den Pepsindrüsen von Schweinemagen gewonnen, mit möglichst rein dargestelltem geronnenen Albumin, Fibrin, Casein, Legumin, Glutin und Chondrin so lange bei der nöthigen höhern Temperatur in Berührung liess, bis der grösste Theil der zu verdauenden Substanz in Lösung übergegangen war; hierauf wurde das ganze Gemisch gekocht und filtrirt; die saure Flüssigkeit bis zur Honigconsistenz concentrirt. Zusatz von Alkohol (von 88%) präcipitirte die Peptonkalkverbindung, löste aber das Chlorcalcium nebst Chlornatrium auf; das Ungelöste, welches jetzt an der Luft noch sehr hygroscopisch war und leicht firnissähnlich zusammentrat, wurde nun mit absolutem Alkohol ausgekocht und endlich mit alkoholhaltigem Aether heiss extrahirt. Aus der Kalkverbindung liess sich durch kohlen-saure Alkalien leicht die Alkali-Verbindung darstellen. Wo nicht frei, doch arm an Mineralstoffen, wurden die Peptone erhalten, wenn deren

Barytverbindungen durch Schwefelsäure vorsichtig von Baryt oder einem grössern Theile desselben befreit wurden.

Durch kohlen-saure Alkalien konnte das Kalkpepton nur theilweise von Kalk, dagegen vollkommen von phosphorsaurem Kalk befreit werden; wurde nämlich die alkalische Peptonlösung von dem durch kohlen-saures Kali gefällten kohlen-sauren Kalk abfiltrirt, mit Essigsäure schwach angesäuert, abgedampft und durch Extraction mit Alkohol von essigsaurigen Salzen befreit, so gab aus der wässrigen Lösung kohlen-saures Natron oder Ammoniak keinen Niederschlag, wohl aber oxalsaures Ammoniak; die Asche bestand fast nur aus kohlen-saurem Kalk. Das Eiweisspepton enthielt z. B. alsdann noch 5,53% Kalk. Die Sättigungscapacität des Eiweisspeptons würde demnach = 4,67 und dessen Atomgewicht = 5960 sein.

Das oben (S. 312) bereits erwähnte *Acidalbumin Panum's* ist nach dessen sorgfältigen Untersuchungen ebenfalls ein Umwandlungs- oder Spaltungsproduct der Proteinkörper unter Einwirkung von Säuren; dasselbe, welches auch von *Melsens*, obwohl weniger genau untersucht wurde, bildet sich nicht bloß aus dem Albumin des Blutes und der Eier, sondern auch aus Fibrin und andern Proteinkörpern; ich sah es z. B. auch aus den krystallisirbaren Proteinstoffen hervorgehen. Der aus mit Salz gesättigten Albuminlösungen durch Essigsäure gefällte Körper hat nach *Panum* folgende Eigenschaften: er bildet frisch gefällt weisse Flocken, die sich in reinem Wasser sehr leicht wieder auflösen, diese Löslichkeit aber durch Austrocknen oder überhaupt durch Liegen an der Luft bald verlieren; das letztere geschieht auch durch Erhitzen mit Salzlösungen; dagegen wird seine Lösung in salzfreiem Wasser durch Erhitzen nicht getrübt. Hierbei tritt der merkwürdige Umstand ein, dass, je mehr Salz neben dem Stoffe in Lösung ist, der Stoff bei desto geringerer Erwärmung ausgeschieden wird; je weniger aber Salz vorhanden ist, ein desto höherer Temperaturgrad ist zu seiner Ausfällung nothwendig. Gegen Alkohol ist sowohl als gegen Metallsalze zeigte dieser Körper ein nicht ganz gleichartiges Verhalten. *Panum's* Analysen dieses Körpers beweisen, dass derselbe weder eine Verbindung mit der angewendeten Säure noch mit Salz enthält. Schwefel und Phosphor wurde weit weniger in diesem Stoffe, als im ursprünglichen Albumin gefunden.

*Laskowski*¹⁾ erhielt aus dem Albumin, so wie aus Fibrin und Casein, indem er dieselben mit verdünnter Kalilauge und nachmals mit Essigsäure behandelt hatte, ein Spaltungsproduct dieser Proteinkörper, welches bei grosser Aehnlichkeit mit denselben sich durch seine Löslichkeit in Alkohol auszeichnete.

Proteintritoxyd. Dieser Körper ist von *Mulder*²⁾ entdeckt und analysirt worden; er fand ihn zusammengesetzt im Durchschnitt von mehr als 5 Analysen aus: Kohlenstoff 54,69, Wasserstoff 6,64, Stickstoff 45,09, Sauerstoff 26,58.

Zuerst wurde dieser Körper von *Mulder* dargestellt, indem er sein Eiweissprotein mit Chlor behandelte, wodurch er jenen Körper erhielt, den er damals chlor-saures Protein nannte; dieser Stoff bildete bei der Zersetzung durch Ammoniak den fraglichen Körper. Später lehrte ihn *Mulder* durch längeres Kochen von Fibrin oder Albumin mit Wasser an der Luft darstellen; er geht hierbei in Lösung über; diese wird filtrirt, abgedampft und der Rückstand mit Alkohol ausgezogen, das in Alkohol unlösliche wieder in Wasser gelöst und durch basisch essigsaurigen Bleioxyd gefällt; der ausgesüsste Niederschlag wird dann durch Schwefelwasserstoff zersetzt und die vom Schwefelblei abfiltrirte Lösung verdunstet. Neuerdings hat *Hoppe*³⁾ diesen Körper auch ohne Zutritt der Luft durch Kochen eiweissartiger Stoffe im Papinianschen Digestor bei 3 Atm. Druck erhalten.

Getrocknet ist diese Substanz spröde und leicht pulverisirbar, feucht dagegen

1) *Laskowski*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 460.

2) *Mulder*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 22, S. 340. Bull. de Néerlande. 4839. p. 404. Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 47, S. 300—320.

3) *Hoppe*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 5, S. 174.

zäh, klebrig, fadenziehend, riecht beim Erwärmen leimähnlich; löslich in Wasser, nicht in Alkohol und Aether, fetten oder flüchtigen Oelen, ohne Reaction auf Pflanzenfarben; aus ihrer Lösung wird sie gefällt durch verdünnte Mineralsäuren, Chlorwasser, Gerbsäure, Quecksilberchlorid, Blei-, Silber-, Zink- und Eisenoxydsalze; nicht gefällt wird sie durch Blutlaugensalz, Alkalisalze oder Chlorbaryum. Mit Alkalien geht sie neutrale Verbindungen ein, aus welchen sie ebenfalls durch Metallsalze präcipitirt wird. Mit ätzenden Alkalien gekocht, entwickelt sie Ammoniak und verwandelt sich in eine Substanz, welche nach *Mulder* das eigentliche Tritoxyd seines Proteins nach der neuern Formel ist, nämlich $C_{26} H_{25} N_4 O_{10} + 3 O + 3 HO$.

Nach *Mulder* soll dieser Körper im normalen Blute und in allen Exsudatflüssigkeiten, daher auch im Eiter vorkommen; erheblich vermehrt soll er sich im Blute bei Entzündungskrankheiten vorfinden. *Güterbock's* Pysin des Eiters hält *Mulder* für völlig identisch mit diesem Stoffe.

»Proteindeutoxyd« siehe unter »Fibrin«.

Darstellung. Dass das Albumin nicht völlig rein erhalten werden kann, geht aus Allem hervor, was wir bereits oben über seine Eigenschaften und sein ganzes chemisches Verhalten bemerkt haben. Am reinsten gewinnt man noch eine jener löslichen Modificationen, wenn man nach *Scherer* Serum oder in Wasser gelöstes Eiereiweiss mit etwas Essigsäure neutralisirt und nun entweder durch die 20 bis 30fache Menge destillirten Wassers oder durch verdünnten Spiritus extrahirt. Gewöhnlich stellt man das vermeintliche reine Eiweiss dar, indem man Blutwasser oder Eiereiweiss im luftleeren Raume oder bei einer 50° nicht übersteigenden Temperatur in Platingefässen eindampft, den gelben Rückstand pulverisirt, mit Aether und endlich mit Alkohol extrahirt.

Noch weniger verstehen wir coagulirtes Eiweiss in chemisch reinem Zustande darzustellen, obgleich man hier Säuren zur Entfernung der Salze und Alkohol und Aether zur Abscheidung der Fette zu Hülfe nehmen kann. Gewöhnlich hält man das coagulirte Eiweiss für rein, welches erhalten wird, wenn man den durch Salzsäure aus Eiweisslösungen entstandenen Niederschlag zunächst zur Entfernung der Salzlauge und insbesondere des phosphorsauren Kalks mit verdünnter Salzsäure auswäscht, das salzsaure Albumin darauf in reinem Wasser auflöst und mit kohlensaurem Ammoniak fällt; der Niederschlag wird dann getrocknet, pulverisirt und durch kochenden Alkohol und Aether von Fett befreit.

*Wurtz*¹⁾ hat ein lösliches, aber jedenfalls essigsäurehaltiges Albumin dargestellt, indem er Hühnereiweiss mit basisch essigsaurem Bleioxyd behandelte und dann das Eiweiss vom Blei durch Kohlensäure und Schwefelwasserstoff befreite; solches Albumin röthet Lackmus.

*Hruschauer*²⁾ hat auch ein Lackmus röthendes Albumin dargestellt, indem er Eiweiss mit Schwefelsäure präcipitirte; nach 6 wöchentlichem Auswaschen röthete es Lackmus, war aber frei von Schwefelsäure.

Prüfung. Im Allgemeinen ist die Gegenwart von Eiweiss sehr leicht nachzuweisen, indem man aus der Gerinnbarkeit einer Flüssigkeit in der Hitze auf die Gegenwart von Eiweiss schliesst; allein wenn wir auch hier

1) *Wurtz*, Compt. rend. T. 48, p. 700.

2) *Hruschauer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 46, S. 348.

davon absehen, dass es noch mehrere (weiter unten zu betrachtende) Substanzen giebt, welche ebenfalls beim Kochen gerinnen, so ist diese Eigenschaft des Eiweisses doch schon deshalb nicht als einziges Mittel zu seiner Erkennung zu benutzen, weil es, wie wir oben gesehen haben, unter manchen Verhältnissen gar nicht gerinnt oder kaum wahrnehmbare Trübungen bildet. Wir haben bereits die Mittel näher bezeichnet, in sehr sauren oder sehr alkalischen Flüssigkeiten die Gegenwart von Eiweiss darzuthun; man neutralisirt die Flüssigkeit entweder, oder versetzt sie mit einer sehr gesättigten Salmiaklösung und kocht alsdann. Früher empfahl man noch mehrere Mittel, das Albumin in solchen Fällen und zwar noch bei sehr geringen Mengen kenntlich zu machen; zu diesen Mitteln gehören hauptsächlich Salpetersäure, Quecksilberchlorid, saures chromsaures Kali, dem etwas Schwefelsäure beigefügt wird, und Gerbsäure; allein alle diese Mittel haben nur eine Geltung, wenn sie neben der Coagulation angewendet werden, da die Mehrzahl der Proteinkörper auch durch dieselben präcipitirt wird; man hält sie aber meist für beweisend, wenn sie Reactionen in einer Flüssigkeit geben, in welcher man sonst keinen andern Proteinkörper als Eiweiss zu finden gewohnt ist. Wenn z. B. der Harn beim Erhitzen gerinnt, und von Salpetersäure, Quecksilberchlorid, Chromsäure und andern Mitteln präcipitirt wird, so hält man sich von der Gegenwart des Albumins überzeugt, obgleich jene Mittel mit den meisten andern Proteinstoffen dieselben Reactionen geben. Wenn aber selbst alle diese Reagentien in ihrer Gesammtheit nur eine relative Gewissheit über die Gegenwart von Eiweiss verschaffen, so darf man noch weniger sich auf die blosse Gerinnbarkeit einer Flüssigkeit durch Erhitzen verlassen; denn thierische Flüssigkeiten, namentlich Urin, scheiden beim Erhitzen gar nicht selten einen dichten amorphen Niederschlag aus, der keine Spur von Albumin enthält, sondern nur aus phosphorsauren Erden besteht; diess geschieht sehr oft, wenn der Harn sehr wenig sauer ist; will man daher diesen Niederschlag von geronnenem Eiweiss unterscheiden, so setze man nur eine Mineralsäure zu; die Erden werden sich darin leicht auflösen; oder man säure den Harn vor dem Kochen mit etwas Essigsäure an; es wird alsdann kein Niederschlag beim Kochen entstehen, sobald jener von den Erdsalzen des Harns herrührte.

Bei der Prüfung thierischer Flüssigkeiten und namentlich pathologischer muss man besonders auf die Form der Coagulation des Eiweisses Acht haben, da hieraus, wie oben näher erörtert, noch auf viele andre Verhältnisse geschlossen werden kann; ein flockiges, leicht filtrirbares Coagulum würde beweisen, dass das Eiweiss nicht an Alkali gebunden ist, und dass ihm dieses durch eine Säure entzogen worden sein muss, da im normalen Zustande alle eiweisshaltigen Säfte des Körpers ein alkalhaltiges (als Milch oder weisse undurchsichtige Gallert gerinnendes) Eiweiss enthalten. Entsteht ferner beim Abdampfen einer thierischen Flüssigkeit, aus der vorher schon Eiweiss durch das Kochen entfernt worden sein kann, eine dünne, farblose Haut, so ist hieraus keineswegs auf

Proteinkörper.

Gegenwart von Käsestoff zu schliessen (wie man so oft gethan hat), sondern es beweist, dass die Flüssigkeit noch soviel Alkali enthält, dass dieses die gewöhnliche Coagulation des Albumins verhindert, kurz dass, wenn auch schon ein Theil des Eiweisses durch Kochen entfernt war, doch noch in der Flüssigkeit das vorzugsweise sogenannte Natron- oder Kalialbuminat enthalten ist.

Krankhaftes Blut und Exsudate enthalten oft reines Albumin nur durch Salze gelöst; aus diesen wird, wie Scherer zuerst gefunden, durch Verdünnung mit grossen Mengen destillirten Wassers der grösste Theil des Albumins anfangs als milchige Trübung, später in Flocken ausgefällt.

Bei der Bestimmung des Albumins müssen wir uns immer daran erinnern, dass wir es mit jener wissenschaftlichen Genauigkeit, mit welcher wir die meisten andern organischen Substanzen nachzuweisen im Stande sind, von den ihm ähnlichen Proteinkörpern zu unterscheiden nicht vermögen. Wir werden zwar bei den ähnlichen Stoffen auf die Unterschiede in einzelnen Reactionen aufmerksam machen: allein leider kommt das Eiweiss selbst in mehreren Modificationen vor, die bald mehr diesem bald jenem Proteinkörper gleichen; die Bestimmung der Sättigungscapacität oder die Elementaranalyse lassen uns aber hier gerade gänzlich im Stiche, weil auch hierin diese Körper kaum geringe Unterschiede zeigen. Unsere Bestimmung des Eiweisses in thierischer Flüssigkeit wird daher immer höchstens eine relative Sicherheit geben; in noch höherm Grade gilt dies aber, wenn coagulirtes Eiweiss nachgewiesen werden soll; glücklicher Weise kommt dieses selten oder vielleicht nie im thierischen Organismus vor; es geht aber schon aus den oben (S. 306) angeführten, den geronnenen Proteinkörpern gemeinsamen Eigenschaften hervor, dass an eine Unterscheidung derselben nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse nicht zu denken ist. Da Atomgewichtsbestimmung und Elementaranalyse uns hier keine Garantie geben können, so könnte man auf den Gedanken kommen, aus dem Schwefelgehalte einer als Proteinkörper (vergl. oben S. 307) nachgewiesenen Substanz auf dessen Identität mit coagulirtem Eiweiss, Faserstoff, Käsestoff u. dergl. zu schliessen; allein leider scheint es, als ob dieser Schwefelgehalt in einem und demselben Körper nicht einmal constant sei z. B. im Eiweiss.

Wir müssen also zur Zeit völlig darauf verzichten, im thierischen Körper geronnene Proteinkörper von einander zu unterscheiden, und es ist daher völlig absurd, zu fragen, ob in den Tuberkeln oder im Carcinom geronnener Faserstoff oder Eiweiss enthalten sei, ein Punkt, den freilich manche Verfechter der pathologisch-anatomischen Schule, ohne einen Chemiker zu fragen, vollkommen entschieden zu haben glauben.

Zur quantitativen Bestimmung des Eiweisses in thierischen Flüssigkeiten empfiehlt man gewöhnlich einfacher Weise das Eiweiss durch Hitze zu coaguliren, zu filtriren, zu trocknen und zu wägen; für den ersten Blick scheint diese Bestimmung ganz praktisch; allein wenn

wir an die Ausführung selbst gehen, so stossen wir auf unerwartete Schwierigkeiten, sobald wir uns nicht etwa mit so unreinlichen und mangelhaften Analysen begnügen wollen, wie sie leider in der pathologischen Chemie sehr gebräuchlich sind. Zuerst ist nämlich zu bemerken, dass das gewöhnliche in schwach alkalischen Thiersäften enthaltene Eiweiss nach seiner Coagulation gar nicht filtrirbar zu nennen ist; denn einerseits geht seiner mehr gallertartigen oder milchigen Beschaffenheit halber immer ein Theil desselben mit durch's Filter, und andererseits wird das letztere wegen derselben Eigenthümlichkeit des in dieser Weise geronnenen Albumins so schnell verstopft, dass an ein Aussüssen nicht zu denken ist; oder die Flüssigkeit sickert so langsam durch's Filter, dass das auf demselben befindliche Eiweiss in Fäulniss übergeht. Wenn man gegen diese Uebelstände die Anwendung leinener oder wollener Gewebe als Filter empfohlen hat, so beweist dies nur, dass man keinen Begriff von der bei jeder chemischen Analyse nöthigen Genauigkeit gehabt hat. Leider können wir aber die Bemerkung nicht unterdrücken, dass die grosse Mehrzahl der Analysen thierischer, eiweisshaltiger Flüssigkeiten nach jener Methode ausgeführt sind, ohne dass man jener Uebelstände auch nur Erwähnung gethan hat. Nur *Scherer* hat diese Hindernisse einer genauen Bestimmung des Eiweisses gewürdigt und sie zu überwinden gelehrt. Will man nämlich die Menge Eiweiss in einer schwach alkalischen Flüssigkeit genau bestimmen, so muss man dieselbe vor der Coagulation mit verdünnter Essigsäure neutralisiren oder schwach ansäuern; beim Erhitzen gerinnt das Eiweiss alsdann in Flocken und ist nun nicht nur gut und vollkommen, sondern auch schnell filtrirbar; die Flüssigkeit läuft vollkommen klar ab. Durch diese Methode wird aber noch ein anderer Fehler der gewöhnlichen Eiweissbestimmung vermieden; kocht man nämlich die normalen eiweisshaltigen Flüssigkeiten, so wird stets Alkali frei, wie wir oben gesehen haben, die Flüssigkeit zeigt stärker alkalische Reaction nach dem Kochen, als vor demselben; dieses Alkali bildet aber mit einer geringern Menge Eiweiss das gewöhnlich sogenannte alkalische Albuminat, welches trotz des Kochens vollständig gelöst bleibt; wir würden also, selbst wenn das nach der gewöhnlichen Methode coagulirte Eiweiss gut filtrirbar wäre, dennoch einen Verlust an demselben haben, da ein Theil desselben als wirklich gelöste Substanz mit durch's Filter ginge. Auch dieser Fehler wird nach der angeführten Methode *Scherer's* vollkommen vermieden; nur muss man sich hüten, zu viel Essigsäure zuzusetzen, da man sonst in den entgegengesetzten Fehler verfiel, und wieder Verlust an Eiweiss erlitt, indem ein Theil desselben durch die Essigsäure gelöst mit durch's Filter gehen würde. Anstatt der Essigsäure kann man sich auch des Salmiaks bedienen; nur ist hierbei ein längeres Kochen nothwendig, um das Albumin vollständig aus der Flüssigkeit auszufällen und gut filtrirbar zu machen. Es hängt lediglich von dem übrigen Gange der Analyse ab, ob man zu dem genannten Zwecke die Anwendung der Essigsäure oder des Salmiaks vorzieht.

*Becquerel*¹⁾ hat neuerdings zur quantitativen Bestimmung des Albumins in thierischen Flüssigkeiten einen optischen Apparat empfohlen, nachdem *Biot* und *Bouchardat* gefunden hatten, dass der polarisirte Lichtstrahl auch durch Eiweiss, wie durch Zucker abgelenkt wird. Die Polarisationssebene des Lichts wird nämlich nach links gedreht; nach *Becquerel* ist nun der Grad dieser Ablenkung proportional der vorhandenen Eiweissmenge, das Drehungsvermögen desselben ist = $37^{\circ} 36'$; jede Minute entspricht 0,480 grm., jeder Grad 10,800 grm. Nach Controlversuchen *Becquerel's* scheint diese Methode sehr empfehlenswerth zu sein.

Hier dürfte wohl die passendste Gelegenheit sein, auf einen Punkt aufmerksam zu machen, der bei der *quantitativen Analyse thierischer Flüssigkeiten* so wie organischer Theile überhaupt von der höchsten Wichtigkeit ist; dies ist nämlich die Art und Weise, die zu wägenden Substanzen völlig auszutrocknen. Das Austrocknen ist namentlich bei thierischen, an sich hygroskopischen Substanzen oder bei den mit solchen gemengten Proteinkörpern, den sog. Extractivstoffen u. s. w. keineswegs so leicht auszuführen, wie bei den zum Behufe von Elementaranalysen vollkommen rein dargestellten und vor dem Wägen im pulverförmigen Zustande getrockneten Substanzen. Dass das Austrocknen ebenso vollkommen geschehen muss, wie bei der Vorbereitung zu einer Analyse im Verbrennungsrohr, versteht sich von selbst, wenn nicht das ganze Resultat der Analyse darunter leiden soll; allein der Umstand, dass wir hier die Substanzen meist auf Filtern (deren Gewicht im trocknen Zustande vorher bestimmt sein musste und die an sich sehr hygroskopisch sind) wägen müssen, und die zu wägenden Substanzen nicht erst pulverisirt werden können, macht genaue Bestimmungen weit schwieriger. Die thierischen Substanzen backen meist zu hornartigen Massen zusammen und überziehen sich beim Austrocknen gleichsam mit einer Cruste trockner Substanz, die für das noch im Innern der Stücke enthaltene Wasser impermeabel ist; daher ohne Anwendung höherer Temperatur im blossen Vacuo selbst neben Schwefelsäure solche Substanzen oft nicht vollkommen entwässert werden können. Man muss deshalb wo möglich höhere Temperatur, Luftpumpe und hygroskopische Körper gleichzeitig im Gebrauch ziehen. Aus der allgemeinen analytischen Chemie ist bekannt, auf wie verschiedenen Wegen jene drei Entwässerungsmittel angewendet werden können; daher sei hier nur erwähnt, dass folgende zwei Wege uns zur Erreichung einer vollkommenen Austrocknung als die kürzesten erschienen sind: entweder man erhitzt ein kleines unter den Recipienten der Luftpumpe passendes Sandbad auf ungefähr 110° , setzt alsdann auf dieses das Uhrglas oder Gefäss, auf welches man die sammt dem Filter auszutrocknende Substanz gelegt hat; bringt dann das Sandbad mit der Substanz unter die Luftpumpe über Schwefelsäure und evacuir; oder man bringt die zu wägende Substanz sammt dem Filter in ein gewogenes Probirgläschen, welches einerseits mit heissem Sande umgeben und an eine mit Chlorcalciumrohr versehene Handluftpumpe angebracht und eva-

1) *Becquerel*, Compt. rend. T. 28, p. 89.

cuirt wird, ganz in derselben Weise, wie dies *Liebig*¹⁾ bei Anstellung von Elementaranalysen angegeben hat. In jedem Falle muss das Austrocknen so lange fortgesetzt werden, als bei wiederholtem Wägen die Substanz noch einen Gewichtsverlust erleidet. Will man ohne Benutzung der Luftpumpe durch blosse Anwendung von Wärme, z. B. mittelst des sehr brauchbaren *Rammelsberg'schen*²⁾ oder *Liebig'schen*³⁾ Luftbades, austrocknen, so muss man erstens die Temperatur immer bis 110° und 115° steigern, dann aber die Substanz *nicht an der Luft* erkalten lassen; Filter und thierische Substanz würden in diesem Falle während des Erkalten Wasser aus der Luft anziehen und somit eine Gewichtszunahme erleiden; fast noch unstatthafter ist aber das von *Becquerel* und *Rodier* vorgezogene Wägen noch heisser Substanzen; wir wissen, dass durch Erwärmen der einen Waagschale der aufsteigende Luftstrom die zu wägende Substanz scheinbar leichter macht, und haben in der analytischen Chemie gelernt, dass hygroskopische Substanzen nach dem Trocknen in höherer Temperatur erst über Schwefelsäure im verschlossenen Raume erkalten müssen, ehe man sie einer Wägung unterwerfen darf. Die Wiederholung des Wägens bis zu einem constanten Resultate ist daher hier fast nothwendiger, als bei den erstgenannten Verfahrungsweisen.

Bedenkt man, dass gerade von einer guten Austrocknung alle Resultate der Analyse organischer Körper abhängig sind, so wird der Glaube an die Zuverlässigkeit vieler der vorliegenden Analysen pathologischer Producte mehr als wankend. *Becquerel* und *Rodier*, die nächst *Scherer* unstreitig die besten Analysen krankhaften Blutes ausgeführt haben, glauben es als etwas Besonderes hervorheben zu müssen, dass sie auf die quantitative Analyse des Blutes dieselbe Genauigkeit verwendet hätten, wie solche nur bei Elementaranalysen nöthig sei; es scheint uns aber überhaupt gar kein Grund vorzuliegen, weshalb man bei den noch weit weniger controlirbaren Analysen thierischer Flüssigkeiten weniger genau zu sein brauche, als bei Elementaranalysen. Bei jeder Analyse, aber insbesondere bei einer organischen, ist stets die äusserste Sorgfalt des Experimentators nothwendig; sonst mag er lieber das Analysiren gänzlich unterlassen; denn er wird Zeit und Mühe verlieren und der Wissenschaft selbst nur schaden. Freilich sind in der pathologischen Chemie die meisten Analysen nur von chemischen Dilettanten ausgeführt, die mit ungefähren Schätzungen die Wissenschaft zu bereichern und wohl gar eine exacte Medicin zu begründen wänten. Solche Analysen sollte die Wissenschaft lieber gänzlich ignoriren, als sich mit einem eben so nutzlosen als unreinlichen Ballast zu überladen.

Im Betreff der zoochemischen Analyse verweisen wir ein für allemal auf v. *Gorup-Besanez*⁴⁾ ausgezeichnetes Werk, welches in jeder Hinsicht dem von *Fresenius* für anorganische Analyse an die Seite gestellt zu werden verdient.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Albumin findet sich in allen denjenigen thierischen Flüssigkeiten, welche dem ganzen Körper oder einzelnen Theilen

1) *Liebig*, Handwörterb. d. Chemie. Bd. 4, S. 360.

2) *Rammelsberg*, Anleit. zur quant. min. Analyse. S. 50.

3) *Presenius*, Anleit. zur quant. chem. Analyse. S. 37.

4) v. *Gorup-Besanez*, Anleitung zur qualit. u. quant. zoochem. Analyse von E. C. F. v. Gorup-Besanez. Nürnberg 1850.

das Material zur Ernährung und zum Wiederersatz zuführen. Daher ist das Albumin auch ein Hauptbestandtheil des Bluts, der Lymphe und des Chylus, so wie aller serösen Flüssigkeiten. Es findet sich in den Flüssigkeiten des Zellgewebes, im Weissen des Eies, in den *Graaf'schen* Bläschen u. s. w. Hierbei ist aber besonders bemerkenswerth, dass in diesen Theilen stets nur ungeronnenes Eiweiss vorkommt: denn wir haben bereits oben erwähnt, dass es zu den wissenschaftlichen Unmöglichkeiten gehört, im thierischen Körper geronnenes Eiweiss von andern unlöslichen Proteinkörpern zu unterscheiden.

Da wir auf die quantitativen Verhältnisse des Albumins im Blute im zweiten Theile genauer eingehen werden, so reiche hier nur hin, zu erwähnen, dass die neuern Untersuchungen von *Becquerel* und *Rodier*¹⁾ mit den ältern von *Lecanu*²⁾, *Denis*³⁾, *Simon*, *Nasse* und Andern ziemlich darin übereinstimmen, dass im normalen Blute der Eiweissgehalt zwischen 6,3% und 7,4%, und im normalen Blutserum 7,9% und 9,8% schwankt. *Scherer*⁴⁾ hat unstreitig für jetzt die beste Methode angewendet, das Albumin im Blute zu bestimmen; er fand im Blute gesunder Männer 6,3 bis 7,0% Eiweiss. Im Blute der meisten Thiere fanden sowohl *Nasse*⁵⁾ als *Poggiale*⁶⁾ durchgängig weniger Eiweiss, als im Blute des Menschen, höchstens 6,7%. Im Blute der Männer kommt übrigens nach übereinstimmenden Zeugnissen der Experimentatoren etwas weniger Eiweiss vor, als in dem der Frauen.

Im *Chylus* ist die Menge des Albumins geringer als im Blute; sie ist aber auch ziemlich variabel, wie schon aus der physiologischen Natur dieser Flüssigkeit zu schliessen ist; man hat ungefähr 3 bis 6% Albumin im Chylus gefunden (*Nasse*⁷⁾).

In der *Lymphe* von Menschen fanden *Marchand* und *Colberg*⁸⁾ nur 0,434%, und in der von Pferden mit dem Faserstoff *Nasse*⁹⁾ nur 0,349%, *Schlossberger* und *Geiger*¹⁰⁾ 0,62% Eiweiss.

Das *Weisse der Hühnereier* enthält nach *Berzelius*¹¹⁾ 42 bis 43,8% Albumin.

Die *serösen Flüssigkeiten* oder *Transsudate* des Thierkörpers, physiologische sowohl als pathologische, enthalten weit weniger Albumin als das Blutwasser; indessen fehlt Eiweiss niemals in denselben.

1) *Becquerel* und *Rodier*, *Gaz. méd.* 3 Sér., T. 4, p. 508 ff. u. *Gaz. de Paris*, No. 33 et 36 1846.

2) *Lecanu*, *Etudes chim. sur le sang hum.* Paris 1837.

3) *Denis*, *Arch. de Médec.* 1838, Févr.

4) *Scherer*, *Holler's Arch.* Bd. 40, S. 194.

5) *Nasse*, *Journ. f. pr. Chem.* Bd. 28, S. 446.

6) *Poggiale*, *Compt. rend.* T. 25, p. 498—204.

7) *Nasse*, *Handwörterb. d. Physiol.* Bd. 4, S. 333.

8) *Marchand* und *Colberg*, *Pogg. Ann.* Bd. 43, S. 625—28.

9) *Nasse*, *Beitr. z. phys. u. pathol. Ch.* Bd. 4, S. 449—55.

10) *Geiger* und *Schlossberger*, *Arch. f. physiol. Hlk.* Bd. 5, S. 394—96.

11) *Berzelius*, *Lehrb. d. Ch.* Bd. 9, S. 650.

Die *thierischen Gewebe* finden wir fast alle von eiweisshaltiger Flüssigkeit umgeben; indessen rührt bei vielen der Reichthum an Albumin von dem Inhalte der sie reichlich durchsetzenden Capillargefässe her; dies gilt namentlich von Organen wie Leber, Nieren und Gehirn.

In die *Secrete*, z. B. Speichel, Magensaft, Galle und Schleim geht wohl im normalen Zustande kein eigentliches Albumin über; es finden sich in diesen Flüssigkeiten auch im normalen Zustande Spuren von Proteinkörpern; diese sind aber verschieden vom gewöhnlichen Eiweiss. Der pankreatische Saft enthält dagegen im normalen Zustande eine dem Albumin höchst ähnliche Substanz, die beim Erhitzen gerinnt und dadurch den Saft vollständig consolidirt (wie im Hühnereiweiss). Bei krankhaftem Befinden jener absondernden Organe kann es aber in allen jenen Säften auftreten; besonders hat *Jul. Vogel*¹⁾ von den Schleimhäuten nachgewiesen, dass sie bei erhöhter Thätigkeit in Folge irgend einer Reizung neben den Schleimkörperchen auch Eiweiss absondern (daher der Eiweissgehalt einer eiterähnlichen Flüssigkeit kein Beweis für die Gegenwart wahren Eiters oder vielmehr einer eiternden Fläche ist).

Im *Fruchtwasser* ist von *Mack*²⁾, *Vogt* und *Scherer*³⁾ Albumin gefunden worden; die beiden letztern Forscher überzeugten sich, dass die Amniosflüssigkeit in den frühern Perioden des Foetuslebens reicher an Albumin ist, als in den spätern.

Vogt fand in der Flüssigkeit einer 4monatlichen Frucht 40,77% und in der einer 6monatlichen 6,67% Albumin, *Scherer* dagegen in der einer 5monatlichen 7,67%, in der eines ausgetragenen Kindes aber blos 0,82%.

Auch in den *Excretionen* findet sich im physiologischen Zustande kein Eiweiss. Das Erscheinen desselben in den Excreten deutet stets entweder auf ein Leiden des excernirenden Organes oder eine vollkommene Alteration der Blutmischung hin.

Was das Vorkommen des Eiweisses im *Harn* betrifft, so kann dieses sehr verschiedene pathologische Zustände begleiten, obwohl man früher auch hieraus eine besondere Krankheit gemacht hat. *Simon* behauptet sogar, im Urin einiger wenigstens scheinbar gesunder Personen Eiweiss gefunden zu haben. In vielen acuten und chronischen Krankheiten, welche nicht mit einer Nierenaffection verbunden sind, erscheint nicht selten, oft nur auf kurze Zeit, Albumin im Harn, z. B. bei Entzündungen der Brustorgane, acutem Gelenkrheumatismus, intermittirenden Fiebern, Typhus, Blattern, Cholera, Insufficienz der Klappen oder Stenose der Ostien des Herzens, auch chronischen Leberaffectionen, Tuberculose der Lungen und des Peritoneums, besonders wenn sich diese Krankheiten ihrem traurigen Ende nähern. In diesen Zuständen scheint der zeitweilige Uebergang des Albumins in den Harn auf einer veränderten Beschaffenheit des

1) *Jul. Vogel*, Untersuch. üb. Eiter, Eiterung u. s. w. Erlangen. S. 75.

2) *Mack*, Heller's Arch. 1845. S. 218.

3) *Scherer*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 4, S. 88—92.

Blutes zu beruhen, in Folge welcher das Albumin auch das Gewebe der Nieren zu durchdringen im Stande ist. Am constantesten erscheint jedoch Eiweiss im Harn bei allen Nierenaffectionen, mögen dieselben acut oder chronisch sein. Der Begriff der *Bright'schen* Krankheit ist bekanntlich ein sehr weiter; wenn wir ihn aber möglichst eng fassen und unter ihm eine Entartung der Nierensubstanz, besonders der Rindensubstanz, verstehen, möge dieselbe fettiger oder anderer Natur sein, so können wir den Eiweissgehalt des Harns als constantes Symptom jener Krankheit bezeichnen. Allein auch bei vorübergehenden Katarrhen der Nieren, wie sie z. B. bei Erysipelas eben so oft als nach Scarlatina eintreten, erscheint mit den bekannten Epithelialcylindern der *Bellini'schen* Röhren (*F. T. 14. F. 4.*) wie bei Nierenentzündungen mit den Faserstoffpfröpfen (*F. T. 14. F. 2. u. 3.*) aus denselben Canälen ebenso constant Eiweiss im Harn, wie bei der eigentlichen *Bright'schen* Krankheit. Dass übrigens bei Gegenwart von Eiter oder Blut im Harn derselbe auch Eiweissgehalt zeigen muss, bedarf nicht erst der Erwähnung, wohl aber, dass auch bei reinen, heftigern Katarrhen der Blasenschleimhaut neben den Schleimkörperchen immer etwas Eiweiss gefunden wird.

*Finger*¹⁾, der den Harn von 600 Kranken auf Eiweiss untersuchte, fand in 88 Fällen von Typhus 29 Mal, in 46 Fällen von Puerperalfieber 32 Mal, in 83 Fällen von Pneumonie 45 Mal Eiweiss, seltner fand er dasselbe bei Intermittens, Pleuritis, Peritonitis, Intestinalkatarrh; gar nicht in 48 Fällen von acutem Rheumatismus.

Von dem Vorkommen des Albumins in den *festen Excrementen* gilt fast dasselbe, was eben von dem im Harn bemerkt worden ist. Bei Diarrhöen, die von einem Darmkatarrh abhängen, oder bei Krankheiten, zu welchen sich ein solcher gesellt, pflegt immer in den Excrementen Eiweiss gefunden zu werden; je mehr aber neben dem Darmkatarrh das Blut eine Alteration erlitten hat, desto mehr Eiweiss wird durch den Stuhlgang ausgeschieden; deshalb sehen wir nicht blos in der Dysenterie, sondern auch zuweilen bei *Bright'scher* Krankheit das Eiweiss in solchen Massen neben ganzen Fetzen von Cylinderepithelium (oft vollkommen fingerhutförmigen Ueberzügen der Darmzotten) durch den Mastdarm abgehen.

Ursprung. Ueber die Entstehung des Albumins aus den stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln wissen wir zur Zeit noch nichts Bestimmtes. Dass die Quelle des Bluteiweisses hauptsächlich in den Proteinkörpern der Nahrungsmittel zu suchen sei, daran zweifelt Niemand; denn abgesehen davon, dass directe Versuche, Thiere mit proteinfreien Nahrungsmitteln am Leben zu erhalten, erwiesen, dass ohne solche Stoffe in der Nahrung der thierische Organismus sich nicht erhalten kann, zeigt auch eine vergleichende Statistik der aufgenommenen Nahrungsmittel und der beim Stoffwechsel zu Grunde gehenden stickstoffhaltigen Materien (s. d. 3. Th. »Ernährung«), dass dem thierischen Organismus selbst mit den

1) *Finger*, Prager Vierteljahrschr. Bd. 3, S. 496—560.

gewöhnlichen pflanzlichen Nahrungsmitteln Proteinkörper in mehr als ausreichender Menge zugeführt werden. Ist aber auch die Unfähigkeit des thierischen Organismus, aus andern Stoffen, als Proteinkörpern, Eiweiss zu erzeugen, noch nicht mit absoluter Gewissheit dargethan, so bleibt es doch sehr unwahrscheinlich, dass der Thierkörper überhaupt einer solchen Fähigkeit bedürfe. Wir kennen indessen noch nicht einmal die Entstehung des Blutalbumins aus den verwandten Proteinkörpern der Nahrungsmittel, wie Casein, Fibrin, Legumin u. dergl.; wir wissen weiter nichts, als dass alle diese Körper bei der Magenverdauung in Stoffe verwandelt werden, die in ihren physikalischen Eigenschaften sehr von jenen Proteinkörpern verschieden sind, unter einander aber sich in der Löslichkeit in Wasser, Unlöslichkeit in Alkohol und Unfähigkeit zu gerinnen, gleichen. Wo und wie nun diese Peptone in das normale Bluteiweiss umgewandelt werden, ist uns völlig unbekannt; besonders ist es noch sehr räthselhaft, bei welchem Prozesse das Albumin mit der ihm zugehörigen Menge Schwefel versehen werde, da jene Peptone, wie ich mich überzeugt, meist eben so viel Schwefel enthalten, als die Substanzen, aus denen sie hervorgegangen sind.

Nutzen. Dass das Eiweiss als Material zur Bildung und Reproduction der stickstoffhaltigen Gewebe des Thierkörpers diene, bedarf nach der Darlegung von dessen Vorkommen kaum noch eines Beweises; die ganze Lehre von der Ernährung beruht auf diesem Postulat. Dagegen ist es eine vielfach aufgeworfene und verschieden beantwortete Frage, ob das Eiweiss als solches unmittelbar zur Bildung von Zellen und Gewebeelementen diene oder nicht. *Jul. Vogel*¹⁾ vertritt hauptsächlich die Ansicht, dass nur fibrinhaltige Exsudate plastisch, d. h. zur Zellen- und Gewebsbildung tauglich sind. Derselbe stützt sich hauptsächlich auf die bekannten pathologisch-anatomischen Erfahrungen an Exsudaten und auf den geringen Gehalt der Lymphe an Fibrin als einer von dem zur Reproduction verwendeten Material restirenden Flüssigkeit. Schon der Mangel der Eiflüssigkeiten an Fibrin dürfte gegen diese Ansicht sprechen und zwar um so mehr, da sich gerade in diesen die höchste Plasticität zeigt. Sehen wir aber auch von den ganz eigenthümlichen Verhältnissen des Eikeims ab, so lässt selbst die Beobachtung der plastischen Exsudate an der Richtigkeit der *Vogel'schen* Behauptung zweifeln: denn wie lassen sich bei der so äusserst geringen Menge des Fibrins im Plasma (s. »Fibrin«) jene oft massigen Anhäufungen bereits in Organisation übergehender Exsudate aus dem Faserstoff ableiten, selbst wenn wir eine noch so schnelle Resorption des serösen Theils solcher Exsudate zugeben? Dass nur der Faserstoff des Exsudates in Zellen und Fasern übergehe, kann wohl nicht *Vogel's* Meinung sein. Folgende Anschauungsweise scheint uns den vorliegenden Thatsachen am meisten zu entsprechen. Wir werden den Faserstoff später als ein Mittelglied, als eine Uebergangsstufe im Stoffwechsel

1) *Jul. Vogel*, Lehrb. d. pathol. Anat. S. 80 ff.

der stickstoffhaltigen Materien kennen lernen; wir stimmen daher *Vogel* völlig bei, wenn wir annehmen, dass alles Eiweiss erst auf jene Uebergangsstufe, die wir Faserstoff nennen, gelangen müsse, ehe es in Zellen- und Gewebsmaterie umgewandelt werden könne; dieses Mittelglied solchen Stoffwechsels gelangt aber nur darum in so geringer Menge oder gar nicht zur Erscheinung, weil eben auf dieser Stufe der Stoffwechsel sich nur kurze Zeit erhält. Denken wir uns nämlich den Faserstoff als einen Körper, dessen chemischer Schwerpunkt äusserst labil ist, wie etwa der der Aldehyde, so wird er (wie ein Körper mit mechanisch labilem Schwerpunkte auf einer Treppe) nur kurze, kaum wahrnehmbare Zeit auf der fraglichen Umwandlungsstufe verharren und somit für unsre Sinne eben so wenig wahrnehmbar sein, als das Essigsäurealdehyd bei der sauren Gährung. Wir glauben also, dass bei der Organisation der Exsudate sich noch aus dem Albumin des transsudirten Plasmas Faserstoff bilde, dieser aber sehr schnell weiter metamorphosirt werde.

Es würde nach dieser Ansicht nur noch die Frage sein, warum sich aus serösen Exsudaten, d. h. aus fibrinfreien Eiweisslösungen gewöhnlich keine Zellen und Fasern bilden. Man könnte diese Frage vielleicht dahin beantworten zu müssen glauben, dass die Gegenwart des Faserstoffs nur nöthig sei, um gewissermaassen den Krystallisationspunkt für Ablagerung plastischer Materie zu bilden und dafür könnte die Erfahrung sprechen, dass ein in ungeronnenes Plasma geworfenes Stück Faserstoffcoagulum die Gerinnung des Fibrins erheblich beschleunigt: allein wir halten die Sache gerade nicht für so einfach; es scheint uns, die serösen Exsudate haben deshalb keine Neigung zur Organisation, weil diese nie reines Plasma minus Faserstoff sind, sondern oft weniger Eiweiss als Blutserum, aber immer mehr Salze und sogenannte Extractivstoffe enthalten; wir haben nun zwar noch kein Urtheil darüber, wie Salze die Umwandlung des Albumins zu Zellen verhindern können, wissen aber doch, dass andre Umwandlungen des Albumins, z. B. Fäulniss, durch Salze aufgehoben oder modificirt werden.

Fibrin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Auch bei dem Fibrin müssen wir mehrere Modificationen unterscheiden, deren Anzahl sogar ziemlich gross werden würde, wollten wir aus den verschiedenen Stoffen, die man mit diesem Namen belegt hat, besondere Species machen. Wir unterscheiden zunächst nur das Fibrin in natürlich gelöster Form, ferner das später geronnene und endlich das durch Hitze coagulirte oder gekochte Fibrin.

In der *natürlichen Lösung des Faserstoffs* können nur wenige Eigenschaften desselben erkannt werden, da er hier mit Eiweiss und andern Stoffen des Blutserums gemengt ist; wir kennen von dem gelösten

Fibrin eigentlich nichts weiter, als einige Reactionen, durch welche sich der im filtrirten (d. h. von Blutkörperchen getrennten) Froschblute gelöste Faserstoff von dem zugleich mit in Lösung befindlichen Eiweiss unterscheidet. Mehr, als *Joh. Müller*¹⁾ schon vor längerer Zeit gefunden hat, lässt sich daher auch jetzt noch nicht über diesen gelösten Fasertoff anführen. Essigsäure eben so wenig als Aetzammoniak bewirken in der Flüssigkeit des Froschblutes einen Niederschlag; eine concentrirte Aetzkalklösung giebt aber mit dem Fibrin ebensowohl einen Niederschlag, als Albumin (s. oben S. 344); Aether macht das Fibrin sogleich gerinnen, während er das Albumin des Froschblutes gelöst lässt. Die spontane Gerinnung des Fibrins aus dem Plasma aller Wirbelthiere kann durch verdünnte Lösungen von schwefelsauren, salpetersauren, salzsauren, kohlsauren und essigsauren Alkalien sehr verlangsamt, ja durch concentrirte Lösungen gänzlich verhindert werden.

Was die spontane Gerinnung des Faserstoffs betrifft (auf die wir beim Blute im 2. Th. ausführlicher zurückkommen werden), so werde hier nur Folgendes bemerkt: die (von Blutkörperchen befreite) Blutflüssigkeit wird in kurzer Zeit, nachdem sie dem lebenden Körper entlehnt ist, oft schon nach 2 Minuten dickflüssig und gallertartig, nach einiger Zeit treten aus der ziemlich consistenz gewordenen Gallert einige Tropfen Flüssigkeit hervor, die sich endlich so vermehrt, dass sie eine ganze Schicht Serum über dem nun deutlicher hervortretenden Coagulum bildet; je nach den begleitenden Umständen zieht sich das Coagulum mehr oder weniger zusammen, d. h., es wird mehr oder weniger zusammenhängend, zäh, resistent und elastisch. Verfolgen wir diesen Uebergang des Fibrins aus dem gelösten, flüssigen Zustand in den festen durch das Mikroskop, so lehrt uns ein sorgfältiges Studium Folgendes: die frische Blutflüssigkeit zeigt ausser einigen farblosen Blutkörperchen nichts morphologisches; zu der Zeit aber, wo sie gallertartig zu werden anfängt, erscheinen hie und da einzelne Punkte oder Molecularkörnchen, von denen aus sehr bald äusserst feine gerade Fäden entspringen, die zwar radienförmig von jenem Punkte ausgehen, aber nicht wie bei der Krystallisation sternförmige Massen bilden; diese Fäden verlängern sich allmählig immer mehr und kreuzen sich dann mit denen, welche von andern festen Punkten ausgegangen sind, so dass endlich das ganze Sehfeld wie mit einem feinen aber etwas verfilzten Spinnwebnetz überzogen erscheint. Später wird dieses Netz immer dichter und man erkennt oft kaum noch die darin eingebetteten farblosen Blutkörperchen.

Man hat in neuerer Zeit vielfach wieder behauptet, das Fibrin gerinne nicht in Fäden, sondern in Lamellen; von der Richtigkeit der oben gegebenen Beschreibung des Fibrins kann man sich aber leicht überzeugen, wenn man sich nur die Mühe nimmt, wie angegeben, entzündliches Blut zum Versuche zu verwenden, in welchem die rothen Blutkörperchen sich schnell senken und der Faserstoff langsam gerinnt. *Punke* hat in seinen Abbildungen (T. 9. F. 2.) die Gerinnung des Fibrins

1) *Joh. Müller*, Lehrb. d. Physiol. Bd. 4, S. 417.

nach der Methode von *E. H. Weber* aus einem frischen Tropfen Blut dargestellt: allein hier wirken die rothen Blutkörperchen einerseits störend auf die genaue Beobachtung und andererseits könnte man darnach die Gerinnung des Fibrins auch als Ausscheidung einer lamellosen Masse ansehen, die leicht Falten bildet und nur dadurch das Ansehn von Faserung erlangt. Jenes Entspringen einzelner Fäden von den zuerst sichtbar werdenden Molecularkörnchen, das Auftreten einzelner Fäden und deren allmähliche Vermehrung nach den verschiedensten Richtungen hin lässt sich nur in faserhäutigem Blute beobachten. Ob jedoch bei der endlichen Ausscheidung allen Faserstoffs jene Fäden später auch nach der zweiten Dimension d. h. in die Breite wachsen und zu Lamellen oder soliden Massen werden, darüber wage ich nicht zu entscheiden; ja beobachtet man eingetrocknetes Blut nach Wasserzusatz unter dem Mikroskop (z. B. das Schnittchen eines Blutflecks, wie das bei gerichtlichen Untersuchungen vorkommt), so löst sich bekanntlich Alles auf oder verschwindet dem Auge bis auf die sg. Lymphkörperchen und das Fibrin; in diesem Zustande zeigt sich das Fibrin allerdings in Folge des feinen Schnitts als reine Lamelle, an welcher nur einzelne, aber deutliche Falten wahrzunehmen sind.

Es bedarf heute wohl nicht mehr der Widerlegung älterer Ansichten, nach denen einerseits das Fibrin durch Zerplatzen der farblosen oder gar der rothen Blutkörperchen entstehen, andererseits aber aus dem Blute, in welchem es schon ursprünglich nur suspendirt sei, sich einfacher Weise absetzen sollte. Erstere Ansicht theilt wohl kein Physiolog mehr; die mikroskopische Beobachtung lehrt aber die Haltlosigkeit der zweiten Ansicht ebenso deutlich wie die der ersten.

Wodurch eigentlich das Fibrin im kreisenden Blute gelöst erhalten werde, oder was diesen Stoff beim Austritte des Plasma aus dem lebenden Körper zur Gerinnung disponire, sind oft aufgeworfene Fragen, die aber noch keineswegs entscheidende Lösungen gefunden haben. Dass der Zutritt der Luft, d. h. des Sauerstoffs, von wesentlichem Einflusse auf die Gerinnung des Fibrins sei, geht aus verschiedenen Thatsachen hervor; allein ob dieses die einzige Ursache der Gerinnung sei, ist noch zu bezweifeln, da diese z. B. auch vor sich geht in Gefässen des lebenden Organismus, sobald die Blutflüssigkeit darin nicht mehr kreist. Chemisch lässt sich diese Frage aber um so weniger beantworten, da wir nur das Product jenes Processes kennen; zu dessen Beurtheilung ist ja aber wesentlich nothwendig, dass wir nicht bloss das Ende, sondern auch den Anfang, d. h. den ursprünglich im Blute gelösten Stoff kennen. Wir sollten daher jetzt eigentlich nur sagen: Im Blute der Wirbelthiere ist ein Stoff aufgelöst, welcher bei seiner Umwandlung einen im Blutwasser nicht löslichen Stoff erzeugt, den wir Fibrin nennen.

Die früher verbreitete Ansicht, dass der Faserstoff im Blute durch Alkalien und Alkalisalze gelöst erhalten und die Gerinnung nur dadurch bewerkstelligt werde, dass die Kohlensäure der Luft jene Verbindung von Fibrin mit Alkali zerlege, ist von *Nasse*¹⁾ hinlänglich widerlegt worden, zumal da kohlensäurereiches Blut weit langsamer gerinnt und andererseits kohlensaure Alkalien die Gerinnung des Fibrins verlangsamen, ja sogar ganz verhindern können. Wollen wir durchaus eine Deutung unserer Erscheinung versuchen, so müssen wir uns mit einer auf Analogie begründeten Fiktion begnügen. Wir können uns nämlich vorstellen, dass der gerade in Umwandlung begriffene Eiweissstoff des Blutes durch die geringste Menge Sauerstoff zur Umwandlung und zum Unlöslichwerden disponirt wird, gleich wie der Trauben-

¹⁾ *Nasse*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 4, S. 409 ff.

saft nach *Gay Lussac's* Versuchen durch die geringste Menge Oxygen in weinige Gährung übergeführt wird.

Zu wiederholten Malen ist die Ansicht ausgesprochen worden, im lebenden oder kreisenden Blute gebe es keinen Faserstoff, kein Eiweiss im gewöhnlichen Sinne des Worts, sondern nur eine einzige Substanz, die ausserhalb des Organismus in Fibrin und Albumin zerfalle (*Cohen*¹⁾). Dies ist möglich, aber nicht recht wahrscheinlich; einen chemischen Beweis, der für diese Ansicht spräche, hat aber noch Niemand angeführt, und nur ein solcher könnte hier Geltung haben.

Das spontan geronnene Fibrin ist im feuchten Zustande eine gelbliche undurchsichtige, faserige Masse, welche beim Trocknen hart und spröde wird; ohne Geruch und Geschmack, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich; war sie getrocknet, so quillt sie im Wasser nur auf und wird wieder weich und biegsam; Wasserstoffhyperoxyd wird von ihr leicht zersetzt, in Essigsäure und Alkalien löst sie sich leichter als viele andre Proteinkörper. In salzsäurehaltigem Wasser quillt sie stark zu einer gallertartigen Masse an, löst sich aber nicht darin auf (*Liebig*), während z. B. der ihr ähnliche Hauptbestandtheil der Muskelfaser sich darin sehr leicht auflöst. An der Luft zersetzt sie sich leicht und geht in Fäulniss über, wobei sie, wenn Wasser genug vorhanden ist, sich darin auflöst und in eime in der Hitze wie Eiweiss gerinnbare Substanz übergeht; sie zieht dabei viel Sauerstoff an, entwickelt allmählig Ammoniak (wahrscheinlich auch flüchtige Alkaloide), Kohlensäure, Buttersäure, Schwefelwasserstoff und hinterlässt hauptsächlich Leucin und Tyrosin (*Scherer*²⁾, *Marchand*³⁾, *Wurtz*⁴⁾, *Bopp*⁵⁾). Man behauptet gewöhnlich, dass das spontan geronnene Fibrin in gewissen Alkalisalzlösungen aufgelöst werden könne; man würde aber sehr irren, wenn man eine so erhaltene Flüssigkeit für eine einfache Auflösung hielte; denn es bedarf zu dieser Auflösung des Fibrins in Salzwasser nicht nur längerer Zeit, als sonst zur Auflösung einer einfachen Substanz in einem indifferenten Menstruum erfordert wird, sondern auch eines höhern Temperaturgrades; die Salzlösung muss immer eine oder mehrere Stunden lang bei einer der Brutwärme nahen Temperatur (zwischen 30 und 40°) erhalten werden, ehe sich eine erhebliche Menge Fibrin auflöst. Das Fibrin darf ferner nicht zu lange der atmosphärischen Luft exponirt gewesen sein, wenn man dessen Lösung erzielen will. *Denis*⁶⁾, der zuerst diese Löslichkeit des Fibrins beobachtete, *Scherer*⁷⁾ und *Polli*⁸⁾ wendeten zu diesem Zwecke eine Auflösung von 3 Th. Salpeter in 50 Th. Wasser an, *Zimmermann*⁹⁾ hat jedoch gezeigt, dass.

1) *Cohen*, Journ. de Chim. méd. T. 32, p. 437.

2) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 35.

3) *Marchand*, Lehrb. d. physiol. Ch. S. 69.

4) *Wurtz*, Ann. de Chim. et de Pharm. T. 11, p. 253.

5) *Bopp*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 16—37.

6) *Denis*, Arch. de Médec. 1838. Févr.

7) *Scherer*, a. a. O.

8) *Polli*, Ann. univ. di med. 1839. Apr. p. 25—33.

9) *Zimmermann*, Casper's Wochenschr. Nr. 30. 1843.

	Scherer	Mulder	
Kohlenstoff	53,571	52,7	
Wasserstoff	6,895	6,9	
Stickstoff	15,720	15,4	
Sauerstoff	} 22,814	} 23,4	
Schwefel			} 1,2
Phosphor			
	400,000	400,000	

Rüling¹⁾ fand im Fibrin aus Rindsblute = 4,849%, Verdeil¹⁾ = 4,593% Schwefel. Die meisten neuern Elementaranalysen des Fibrins stimmen darin überein, dass es ein Unbedeutendes Sauerstoff mehr enthält, als das Albumin; Mulder hält es daher für eine höhere Oxydationsstufe seines hypothetischen Proteins, verbunden mit Sulphamid und Phosphamid, so dass er ihm die hypothetische Formel giebt: $(C_{36} H_{25} N_4 O_{11} \cdot 2HO) + H_2 NS + H_2 NP$. Dem Fibrin hängen immer Fette an, die jedoch noch nicht genau untersucht sind, aber hauptsächlich aus Ammoniak- und Kalkseifen zu bestehen scheinen (Berzelius²⁾, Virchow³⁾). Dieser Fettgehalt beträgt etwa 3,6% vom trocknen Fibrin.

Gleich allen Proteinkörpern enthält das Fibrin auch Mineralstoffe und unter diesen hauptsächlich phosphorsauren Kalk. Mulder fand darin 4,7%, Virchow nur 0,66%, dieses Kalksalzes gemengt mit etwas kohlensaurem Kalk.

Verbindungen. Faserstoffprotein, Proteindeutoxyd, nach Mulder's Hypothese entsprechend der Formel: $6 (C_{36} H_{25} N_4 O_{11} \cdot 2 HO) + S_2 O_2$ zusammengesetzt, findet sich nach Mulder⁴⁾ in den meisten thierischen Flüssigkeiten in grösserer oder geringerer Menge meist als Begleiter des Fibrins; es wird entweder ganz auf dieselbe Weise aus dem gekochten Fibrin erhalten, wie das Eiweissprotein aus dem Albumin, aber auch durch längeres Kochen des Fibrins mit Wasser an der Luft; ferner durch Behandlung von Haaren oder Horn mit Kalilauge, Filtriren der gekochten Flüssigkeit und Präcipitation mit Essigsäure oder Salzsäure. Durch wiederholtes Auflösen in Aetzkali und Fällen mit Essigsäure wird es gereinigt.

Dieser Körper bildet einen hellgelben, klumpigen, zähen Niederschlag, der beim Trocknen an der Luft zu einer schwarzgrünen, glänzenden, harzartigen Masse zusammenharrt; beim Zerreiben bildet er ein dunkelgelbes Pulver; in warmem Wasser wird er sehr klebrig und lässt sich in lange seidenglänzende Bänder und Fäden ziehen; Wasser macht er beim Sieden nur etwas trüb, in Alkohol und Aether völlig unlöslich; in verdünnter Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren löslich; Salpetersäure färbt ihn bei weitem nicht so gelb, wie andere eiweissartige Stoffe; seine Löslichkeit in Säuren wird durch gelbes und rothes Blutlaugensalz, durch Gerbsäure und verdünntes Bleioxyd gefällt; in Alkalien ist er leicht löslich und daraus durch Salzsäure fällbar; beim Erhitzen schmilzt er und verkohlt unter Entwicklung hornartiger Dämpfe; er enthält übrigens noch Schwefel.

Herstellung. Um die natürliche Lösung der fibringebenden Substanz zu erhalten, bedient man sich gewöhnlich des von Joh. Müller zuerst angegebenen Verfahrens, indem man Froschblut mit Zuckerwasser 1 : 100 auf 200 Th. Wasser) verdünnt und filtrirt.

¹⁾ Berzelius und Verdeil, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 58, S. 342 u. 343.

²⁾ Berzelius, Lehrb. d. Chem. Bd. 9, S. 88.

³⁾ Virchow, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 269 ff.

⁴⁾ Mulder, Naturgesch. übers. v. Völcker. H. 2, S. 253.

Um das Froschblut zu diesem Zwecke zu gewinnen, durchschneidet man deren beide Oberschenkel und lässt das Blut, dem sich viele Lymphe beimengt, in Zuckerwasser fließen; letzteres verdünnt nicht nur den Liqueur sanguinis, sondern verzögert auch die Gerinnung des Fibrins; die Blutkörperchen des Frosches sind bekanntlich, wie die der meisten andern Amphibien, viel grösser, als die der Säugethiere und Vögel und gehen daher weniger leicht durchs Filter.

Aus menschlichem Blute kann man, wenn dessen Körperchen die Eigenschaft haben, sich sehr schnell zu senken, oft nicht geringe Mengen der natürlichen Fibrinlösung erhalten, indem man die über den Blutkörperchen stehende, nur sehr langsam gerinnende Flüssigkeit abgiesst.

Zur Bereitung des spontan geronnenen und endlich des gekochten Fibrins wird der Blutkuchen in feine Stückchen geschnitten oder durch eine siebförmige Platte gepresst und dann mit Wasser ausgewaschen, bis er vollkommen weiss erscheint; er lässt sich so erhalten leichter auswaschen als aus geschlagenem Blute. Das Schlagen des Blutes besteht darin, dass man das frisch aus der Ader fließende Blut entweder in einer Flasche mit Schrotkörnern schüttelt oder mit feinen Ruthen oder Stäbchen stark umrührt; die Blutkörperchen bleiben im Serum suspendirt; der Faserstoff scheidet sich in feinen aber dichten Flocken aus; die von diesem eingeschlossenen Blutkörperchen sind aber wegen der grössern Dichtigkeit der kleinen Coagula schwerer durch Auswaschen zu entfernen und daher so gewonnener Faserstoff schwerer haematinfrei zu erhalten, als der aus dem Blutkuchen bereitete. Zu möglichst vollkommenem Auswaschen ist das Fibrin mit Wasser erst vielfach auszukneten und dann in einem sackförmig gefalteten Leinwandstück in Wasser zu hängen, wobei die Salze und der Farbstoff sich allmählig lösen und die dadurch schwerer gewordenen Flüssigkeitstheilchen im Gefässe nach dem Boden hinabsteigen, während an deren Stelle reines Wasser tritt.

Um den gekochten Faserstoff möglichst rein zu gewinnen, muss man ihn nach dem Kochen mit Wasser trocknen, pulverisiren und zur Entfernung der Reste von Blutpigment mit schwefelsäurehaltigem Alkohol, dann mit reinem Alkohol und endlich zur Entfernung des Fettes mit Aether extrahiren.

Prüfung. Es dürfte nur selten der Fall vorkommen, wo die Frage aufgeworfen werden könnte, ob der aus einer thierischen Flüssigkeit sich ausscheidende Stoff Faserstoff sei oder nicht; so gerinnt z. B. das *die Organe der Insecten umgebende Plasma* an der Luft; man kann diesen Stoff vielleicht auch Faserstoff nennen, allein identisch mit dem Faserstoff der Wirbelthiere ist er durchaus nicht; er scheidet sich erstens unter dem Mikroskop nicht in Fäden aus und ist auch in Salzlösungen, sogar in kohlen-sauren Alkalien unlöslich. Aus pathologischen Flüssigkeiten scheidet sich, wenn dieselben an die Luft kommen, zuweilen ein Sediment aus; die Form der Gerinnung, sowie die mikroskopische Textur des Sediments muss darüber Aufschluss geben, ob das Ausgeschiedene Faserstoff ist oder nicht; auch kann man zur weitem Untersuchung noch Salze

st das Ausgeschiedene aber
humöse Producte, die unter
Molecularkörnern und chemisch
Salzsäure u. dergl. zu erkennen
Materien, welche durch bekannte
zu unterscheiden sind.

u andern Proteinkörpern zu un-
es ist daher durchaus nicht zu
lösliche Masse in einem Exsudate
Faserstoff bereits in Organisation über-
dem Mikroskop Gewebelemente; oder
Morphe Masse; diese ist in der Regel
Faserstoff hervorgegangen sein, allein
Ablagerungen, keine Eigenschaft des Fa-
Proteinkörpern zukäme. An quantitative
Bestimmungen aus verschiedenen leicht einzu-
setzen nicht zu denken. Es ist daher wenig-
pathologischen Anatomen jedes nicht organi-
kennen; wir werden aber auch nicht eher
Exsudate unterscheiden lernen, als bis
Proteinkörper chemischer Seits genügend er-

Bestimmung des Faserstoffs in
betrifft, so ist diese vielleicht häufiger als die
Stoffs ausgeführt worden: allein trotzdem exi-
welche den Forderungen einer guten Analyse
wird gewöhnlich durch Auspressen und Aus-
häufiger noch durch Quirlen oder Schlagen des
Stoffs. Trocknen und Wägen quantitativ bestimmt.
lassen trotz des sorgfältigsten Auswaschens die Umhül-
Kerne der rothen Blutkörperchen dem
bleiben; auch findet bei solcher Behandlung des
aus technischen Gründen leicht Verlust an Fibrin statt. Man
die zweite Methode vorgezogen. Wir haben aber
gesehen, dass auch dem durch Schlagen gewonnenen Faser-
Rudimente einiger gefärbten und die meisten farblosen Blut-
beigemengt sind: ja es ist Thatsache, dass der durch Schla-
Faserstoff sich weit schwieriger auswaschen lässt, als der
aus dem Rätchen erhaltene, weit lockrere: jener röthet sich meistens
an der Luft wieder etwas und geht oft genug früher in Fäulniss über,
ehe er von allen löslichen Substanzen befreit ist. Der bei quantitativen
Analysen des Bluts und der Lymphe bestimmte Faserstoff ist nie oder
selten von dem ihm hartnäckig anhängenden Fett befreit worden. Ferner
scheidet sich auch in manchen Krankheiten so wie bei gewissen Thieren

beim Rühren des Bluts ein flockiger Faserstoff ab, von dem beim Aus-süssen mehr oder weniger mit durch's Filter geht.

Um den geronnenen Faserstoff, zur Bestimmung des Blutkuchens, möglichst fein zu vertheilen und schnell auswaschen zu können, bediene ich mich einer Glasspritze mit gut schliessendem Stempel; diese Spritze hat an der Stelle der gewöhnlichen Canüle eine siebförmig durchlöchernte Platte von Messing, die an die messingene Fassung der Spritze angeschraubt werden kann. Ich bringe, während der Stempel so weit als möglich herausgezogen ist, nach Entfernung der siebförmigen Platte von der Seite her den gröblich zerschnittenen Blutkuchen ein, schliesse dann die Oeffnung durch die siebförmige Platte und presse das Coagulum durch die Löcher derselben (die ungefähr $\frac{1}{4}$ mm Durchmesser haben) in ein hohes halb mit Wasser angefülltes Becherglas, in welches der Faserstoff nun in Form feiner Fäden übertritt, die ziemlich leicht auszuwaschen sind.

Wäre der ausgeschiedene Faserstoff immer von gleicher Consistenz, bestände in jedem Blute ein und dasselbe Verhältniss zwischen Fibrin, Fett und farblosen Körperchen, so könnten wir die Analysen verschiedenen Bluts rücksichtlich des Faserstoffs immerhin für vergleichsfähig halten; allein wir wissen, wie äusserst variabel selbst unter rein physiologischen Verhältnissen die Mengen der im Blute suspendirten Lymphkörperchen sind und können deshalb z. B. die Analysen des Bluts nach wiederholten Aderlässen (wo das Blut immer sehr viel farblose Körperchen enthält) nicht in stricten Vergleich stellen mit denen eines durch Aderlässe noch nicht modificirten Blutes.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Jener Stoff, der beim Gerinnen das Fibrin bildet, findet sich hauptsächlich im Blute, in der Lymphe und im Chylus.

Seine Menge im normalen Blute der Venen erreicht kaum 0,3%, nach den meisten Beobachtern schwankt sie zwischen 0,19 und 0,28%. Scherer¹⁾ fand im Blute gesunder Männer 0,203 bis 0,263%. Dieser Stoff erhält aber gerade dadurch eine höhere Bedeutung, dass seine Menge unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen grössern Schwankungen ausgesetzt ist, als die irgend eines andern Blutbestandtheils. Schon das Blut *verschiedener Gefässe* enthält verschiedene Mengen Faserstoff, obgleich die Frage, ob das venöse oder arterielle Blut mehr davon enthalte, noch unentschieden ist; nach Schmid's²⁾ zahlreichen Untersuchungen ist im Pfortaderblute dreimal weniger Fibrin enthalten als im Jugularvenenblute. Nach einigen Versuchen Zimmermann's³⁾ führen die vom Herzen entfernten Venen ein faserstoffreicheres Blut, als die jenem näher gelegenen. Im Lebervenenblute vom Pferde fand ich⁴⁾ nicht

1) Scherer, Heller's Arch. Bd. 10, S. 50.

2) Schmid, ebend. Bd. 4, S. 97—132.

3) Zimmermann, Arch. f. phys. Hk. Bd. 6, S. 586—600.

4) Lehmann, Ber. der Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1850. S. 136.

eine Spur von Fibrin, während das Pfortaderblut stets ziemlich reich daran war. *Funke*¹⁾ fand im Milzvenenblute nur in einzelnen Fällen etwas Fibrin.

Das *Geschlecht* scheint im Betreff des Faserstoffgehaltes im Blute keine Differenz zu machen, wohl aber das *Lebensalter* und die *Schwangerschaft*. Nach *Nasse's* und den neuern Erfahrungen *Poggiale's*²⁾ enthält das Blut Neugeborner weniger Fibrin, als das Erwachsener, besonders soll in der Pubertätsperiode eine Vermehrung jenes Stoffs zu bemerken sein. In der Schwangerschaft steigt die Menge des Fibrins nach *Andral* und *Gavarret* hauptsächlich in den drei letzten Monaten. Bei *animalischer Kost* fand ich in meinem Blute mehr Fibrin, als bei *vegetabilischer*; eine ähnliche Erfahrung hat *Nasse*³⁾ an Hunden gemacht. Von verschiedenen Seiten ist ferner *Nasse's* Beobachtung bestätigt worden, dass bei andauerndem *Hungern* der Fibringehalt des Blutes vermehrt werde.

*Nasse*⁴⁾ sowohl als *Poggiale*⁵⁾ haben übereinstimmend gefunden, dass das Blut *pflanzenfressender Thiere* im Allgemeinen mehr Fibrin enthält, als das *fleischfressender* (Hunde und Katzen), und das der *Vogel* wieder mehr als das der Herbivoren.

Sehr zahlreich und ziemlich übereinstimmend sind die Resultate der quantitativen Bestimmungen des Faserstoffs im Blute bei gewissen *Krankheiten*. Am constantesten und bedeutendsten wird die Zahl des Fibrins im Blute vermehrt bei Entzündungskrankheiten und besonders im acuten Gelenkrheumatismus; man hat im letztern die Menge desselben auf 1,48% und in Pneumonien auf 1,04% steigen sehen.

Bemerkenswerth ist übrigens, dass fieberlose Entzündungen ebenso wenig als Fieber ohne Entzündung eine Erhöhung des Faserstoffgehaltes des Bluts bedingen.

In andern Krankheiten scheint eine Vermehrung des Faserstoffs nur bei entzündlicher Complication vorzukommen, z. B. Chlorose, Typhus, Tuberculose, Bright'scher Krankheit und Carcinom; bei letzterm scheinen jedoch einige Beobachtungen von *Popp* und *Heller* auch ohne entzündliches Fieber eine erhebliche Faserstoffzunahme auszuweisen.

Eine Verminderung des Faserstoffs ist als constant in keiner Krankheit mit Sicherheit nachgewiesen worden; wo man eine Verringerung der Faserstoffzahl fand, war diese immer nur unbedeutend.

Freilich hat man in den Krankheiten, wo muthmaasslich eine Verminderung des Faserstoffs constanter vorkommen mag, auch nur selten Gelegenheit gehabt, das Blut zu analysiren.

1) *O. Funke*, Dissert. inaug. de sanguine venae lienalis. Lips. 1850.

2) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25, p. 198—201.

3) *Nasse*, Wörterb. d. Physiol. Bd. 1, S. 148.

4) *Nasse*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 28, S. 146 ff.

5) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25, p. 409—413.

In der Lymphe des Menschen fanden *Marchand* und *Colberg*¹⁾ 0,052%, in der des Pferdes *Geiger* und *Schlossberger*²⁾ 0,04% Fibrin.

Im Chylus eines Pferdes fand *Simon* 0,075%, und *Nasse* in dem einer Katze 0,43% Fibrin.

Was von den Behauptungen über den vermeintlich in Geweben oder Exsudaten abgelagerten geronnenen Faserstoff zu halten ist, geht aus dem genügend hervor, was wir oben über die Erkennungsweise des Faserstoffs gesagt haben.

Man wird in dieser Darlegung des Fibrins vielleicht eine Kritik der verschiedenen Arten von Faserstoff vermissen, zu deren Annahme hauptsächlich die Untersuchungen pathologischer Flüssigkeiten Veranlassung gegeben haben; wir schweigen aber hier über die Faserstoffschollen *Nasse's*, über Molecularfibrin *Zimmermann's*, über *Rokitansky's* Pseudofibrin, über das von *Virchow* hauptsächlich hervorgehobene sog. Fibrin später Gerinnung, indem wir Discussionen über dasselbe in der eigentlichen Zoochemie für unpasslich halten; denn nur nach vollendeter Zoochemie lässt sich ein Urtheil über diese Gegenstände' (in der thierischen Säftelehre) bilden und begründen.

Ursprung. Nach dem ganzen Vorkommen des Faserstoffs ist kaum daran zu zweifeln, dass derselbe erst aus dem Eiweiss hervorgehe, und nicht unmittelbar aus den proteinführenden Nahrungsmitteln gebildet werde; denn sein Vorkommen im Chylus spricht nicht dagegen, theils deshalb, weil, wie *Henle* nachgewiesen, das Fibrin demselben von Lymph- und Blutgefässen zugeführt werden kann, theils weil, wie ich mich überzeugt habe, alle Säfte des Thierkörpers neben freier Kohlensäure auch freien Sauerstoff enthalten. Man glaubte daher früher sehr bald die Entstehung des Fibrins aus dem Albumin errathen zu haben; da nämlich nach der ältern Bestimmung von *Mulder* das Fibrin um die Hälfte weniger Schwefel enthielt, als das Serumalbumin, so schien nichts einfacher als anzunehmen: der durch die Respiration dem Blute zugeführte Sauerstoff verwandle die Hälfte des Schwefels vom Eiweiss in Schwefelsäure, und diese verbinde sich mit dem Alkali desselben, so dass nun Fibrin daraus hervorgehe. Solche und ähnliche Ansichten sind durch die neuern Analysen des Albumins und Fibrins unhaltbar geworden. Will man jetzt durchaus eine Hypothese über die Genesis des Faserstoffs aufstellen, so kann man sich nur an das geringe Plus von Sauerstoff halten, welches sich im Fibrin dem Albumin gegenüber vorfindet. Bei der Deutung dieser Thatsache ist man aber, namentlich im Bezug auf die Vermehrung des Faserstoffs in Entzündungen, in einen argen Irrthum verfallen. Man schloss nämlich folgendermaassen: wissen wir auch nicht, wie der Sauerstoff auf das Albumin übergeht, um Fibrin zu bilden, so ist es doch unbestreitbar, dass es durch einen Oxydations- oder Verwesungsprocess entsteht; man schloss aber fälschlich weiter, dass die Vermehrung des

1) *Marchand* und *Colberg*, Pogg. Ann. Bd. 43, S. 625—628.

2) *Geiger* und *Schlossberger*, Arch. f. phys. Heilk. Bd. 5, S. 392—396.

Fibrins in Entzündungen von einem rapidern Oxydationsprocesse abhängig und daher die Entzündung nichts weiter als eben ein wirklicher Verbrennungsprocess sei. Diese von Chemikern aufgestellte Hypothese wurde lange Zeit von vielen Aerzten gläubig nachgebetet, ehe man anfang, einige bescheidene Zweifel an der Richtigkeit derselben zu hegen. Chemischen Principien nach könnte freilich reichlicherer Sauerstoffzutritt Ursache der Fibrinvermehrung sein; allein eben dieser ist durchaus nicht erwiesen; denn wie wäre es sonst möglich, dass in der Pneumonie, wo ein grösserer oder geringerer Theil der Lunge hepatisirt, d. h. impermeabel für Gase geworden ist, eine grössere Menge von Fibrin im Blute gefunden würde, als in jeder andern Entzündung? Man hat sich zwar später auf die grössere Frequenz der Athemzüge berufen, allein abgesehen davon, dass dann in Entzündungen andrer Theile die Zahl des Faserstoffs wenigstens dieselbe Höhe erreichen müsste, wie in der Pneumonie: so wissen wir ja, dass das Fieber an sich trotz der oft bedeutend vermehrten Frequenz der Athemzüge keineswegs eine Vermehrung des Fibrins bedingt. Die physiologischen Thatsachen führen uns aber gerade zu der entgegengesetzten Hypothese: *die Vermehrung des Faserstoffs im entzündlichen Blute ist von einer Verminderung der Zufuhr des Sauerstoffs abzuleiten.* Die zwar häufigern, aber kürzern und oberflächlicheren Athemzüge, wie sie nur bei fieberhaften Entzündungen (nicht bei fieberlosen) vorkommen, reichen gerade nur aus, um dem Blute soviel Sauerstoff zuzuführen, dass derselbe gewisse Stoffe zwar bis zu Fibrin, aber nicht weiter zu oxydiren vermag; darum steigt auch der Faserstoffgehalt in der Pneumonie und Pleuritis am höchsten, darum finden wir das Blut in derselben Krankheit am reichsten an Kohlensäure, da dieselbe eben so sparsam durch die Lungen ausgeschieden, als Sauerstoff aufgenommen wird. Diese Ansicht werden wir um so begründeter finden, je mehr wir die physiologische Geltung des Faserstoffs in's Auge fassen.

Nutzen. Die Ausdrücke: progressive und regressive Stoffmetamorphose, über deren Werth wir uns schon oben (S. 25) ausgesprochen haben, sind es, welche zu einem weitläufigen Streite über die physiologische Geltung des Faserstoffs geführt haben. Man hat von der einen Seite her mit Recht hervorgehoben, dass dieser Stoff zur Bildung der Gewebe nothwendig sein müsse, da in der Regel nur faserstoffige Exsudate organisationsfähig sind; von der andern Seite machte man dagegen hauptsächlich die Erfahrung geltend, dass eine Vermehrung des Fibrins gerade mit den Zuständen zusammenfällt, in welchen Ernährung und Reproduction am meisten beeinträchtigt sind, so wie auch die unbestreitbare Thatsache, dass Faserstoff dann im Blute vermehrt gefunden wird, wenn zuviel eiweissartige Stoffe genossen worden sind, als dass dieselben sämmtlich zum Ersatz untauglich gewordener Gewebstheile verwendet werden könnten. Wir halten es für überflüssig, ausführlicher auf das Pro und Contra beider Meinungen einzugehen; das Verhältniss der Sache ist einfach dieses: es ist ziemlich wahrscheinlich, dass der Faserstoff sich durch

einen Oxydationsprocess aus eiweissartigen Stoffen herausbildet; nun wissen wir aber, dass fast alle Gewebe ohne Ausnahme sauerstoffreichere Körper sind, als Faserstoff, und andererseits, dass die untauglich gewordenen Gewebstheile ebensowohl als die überschüssigen Nährstoffe nur durch Oxydation excernirbar gemacht, d. h. in die gewöhnlichen Excretionsstoffe umgewandelt werden. Es ist daher am einfachsten, den Faserstoff als Uebergangsglied zu betrachten. Soll nämlich ein eiweissartiger Körper im thierischen Organismus höher oxydirt werden, so kann er die Uebergangsstufe, welche eben der Faserstoff darstellt, nicht gänzlich überspringen, wenn auch dessen Bildung und Vermehrung nicht immer augenfällig wird. Ein analoges Beispiel aus der reinen Chemie wird diese Ansicht erläutern: wir kennen aus *Liebig's* bekannten Untersuchungen über die Gährung die Mittelglieder, die bei der sauren Gährung sich zwischen Weingeist und Essigsäure bilden; wir wissen, dass durch einen allmählichen Oxydationsprocess sich aus dem Weingeist Aldehyd und Aldehydsäure bilden, ohne dass diese Stoffe zur Erscheinung kommen; ein fast noch analogeres Beispiel bietet uns *Mulder's* schöne Untersuchung über das *Mykoderma aceti*; die Cellulose desselben kann ebenfalls nur durch einen Oxydationsprocess aus dem Alkohol hervorgegangen sein; auch bei der Bildung dieses Pflanzenzellstoffs muss aus dem Alkohol erst ein aldehydähnlicher, an Sauerstoff ärmerer Körper gebildet werden; Aldehyd mag daher ebensowohl entstehen, wenn Alkohol zu Essigsäure, als wenn derselbe zu Pflanzenzellstoff oxydirt wird. In vollkommen analoger Weise denken wir uns den Faserstoff als Mittelglied der Oxydation des Albumins, möge dieses in Gewebsmasse oder in Ausscheidungsstoffe übergeführt werden. Somit dünken uns die bisherigen Erscheinungen über die chemische Dignität des Faserstoffs keineswegs widersprechend, wenn wir nur nicht die Natur in eine entschiedene Trennung der progressiven und regressiven Stoffmetamorphose einzwängen wollen. Denn nähmen wir die Gewebsbildung als die höchste Staffel des thierischen Stoffwechsels an, so gehörte das Fibrin der aufsteigenden Umwandlung an, insofern es die nächste Grundlage zur Zellen- und Gewebsbildung abgiebt; dagegen muss es der herabsteigenden Metamorphose zugerechnet werden, insofern es in Krankheiten oder nach dem Genusse überschüssiger eiweissartiger Nährstoffe im Blute vermehrt gefunden wird, um, ohne dass es in Gewebsmasse übergeht, sofort zu den bekannten Excretionsstoffen oxydirt zu werden. Denn man wird doch nicht glauben wollen, dass, wie bei der Stossmaschine der Physiker, viel Faserstoff viel Gewebsmaterie abstosse, um sich an deren Stelle zu setzen. Kurz wir kommen den vorliegenden Thatsachen sicher am nächsten, wenn wir den Faserstoff für eines der gewöhnlichsten Mittelglieder der Umwandlung eiweissartiger Stoffe ansehen.

Wir können nicht umhin, bei der Betrachtung des Faserstoffs noch eines sehr gewöhnlichen Irrthums zu erwähnen, der sich von einer missverstandenen chemischen Thatsache aus in die Pharmakologie eingeschlichen hat. Sehr viele Aerzte

glauben nämlich, durch die chemische Erfahrung, dass spontan geronnenes Fibrin in Salpeterwasser gelöst werden könne, sei die antiphlogistische Wirksamkeit des Salpeters erklärt. Lassen wir auch ganz dahingestellt, ob jene Wirksamkeit wirklich erwiesen sei, so ist der Erklärungsgrund doch völlig unhaltbar; denn dass der Salpeter die Bildung des Faserstoffs oder dessen Vermehrung im entzündlichen Blute verhindern könne, wird man aus der Löslichkeit des bereits geronnenen Fibrins in Salpeterwasser wohl schwerlich schliessen wollen. Nach *Scherer* schien der Faserstoff entzündlichen Bluts in Salpeterwasser unlöslich zu sein; wie kann denn also die Salpeterlösung wegen ihrer Lösungskraft, die sie eben für solchen entzündlichen Faserstoff nicht besitzt, gegen Vermehrung des Fibrins im entzündlichen Blute wirken?

Eine wahrscheinlichere Deutung würde es sein, wenn man annähme, die Salpeterlösung verhindere die Gerinnung des fibrinreichen Blutes oder vermöge den bereits geronnenen Faserstoff wieder aufzulösen. Hiergegen spricht aber das einfachste arithmetische Exempel. *Scherer* giebt an, dass zur Lösung von 4,5 Th. Faserstoff etwa 4 Th. Salpeter nothwendig sei; nehmen wir die Menge des Blutes nur zu 20 Medicinalpfunden an, so würden darin, wenn wir nur 0,8% postuliren, nicht weniger als 300 Gran Faserstoff enthalten sein; zu dessen Lösung wären also auf einmal 200 Gran Salpeter nothwendig; die Aerzte geben aber in der Regel aller 2 Stunden ungefähr 40 Gran, so dass in 24 Stunden höchstens 100 bis 120 Gran würden auf den Faserstoff wirken können. Allein selbst bis zu dieser unzureichenden Höhe kann der Salpetergehalt des Blutes nimmermehr steigen, theils weil der Salpeter sich ausserhalb der Blutgefässe auch auf die übrige Säftemasse vertheilt, theils weil derselbe viel zu schnell wieder durch den Harn ausgeschieden wird, als dass er sich im Blute in grösserer Menge ansammeln könnte. Würde aber auch die Möglichkeit einer solchen Wirksamkeit des Salpeters zu erweisen sein, so wäre es doch höchst sonderbar und unerklärlich, warum man andere Salze, z. B. die kohlen-sauren Alkalien, die doch den Faserstoff viel besser lösen und dessen Gerinnung vollständig verhindern können, niemals zu besonders antiphlogistischen Mitteln gezählt hat.

Bei dieser pharmakologischen Digression können wir nicht unerwähnt lassen, dass, wäre die Entzündung wirklich ein Oxydations- oder Verbrennungsprocess, es eben so wundersam erscheinen müsste, dass man die pflanzensauren Alkalien, die Amylacea und Fette nicht für die besten Antiphlogistica befunden hat. Man wendet zwar den Tartarus emeticus gegen heftige Entzündungen an, allein selbst nach der Rasori'schen Methode gegeben, gelangt so wenig Brennmaterial in das Blut, dass dieses, wie die einfachste Berechnung zeigt, zumal bei der antiphlogistischen Diät ohne allen Belang ist. Wäre die Entzündung ein Verbrennungsprocess, so würde die antiphlogistische Diät gerade das Gegentheil von dem sein müssen, was man gewöhnlich darunter versteht. Uebrigens haben auch directe Versuche an Kranken, denen bei aller Humanität essigsäures Kali und einfachweinsaures Kali in hinreichenden Dosen verordnet werden konnte, weder einen wohlthätigen noch einen nachtheiligen Effect auf den Entzündungsprocess erwiesen. Selbst der rigoröseste Anhänger der chemisch-pathologischen Verbrennungstheorie hätte endlich nicht das Fett in der Emulsion für ein Antiphlogisticum erklären dürfen, da schon längst von *Nasse* und Andern nachgewiesen ist, dass das Fibrin des Entzündungsblutes und das der Crusta inflammatoria fast um das Doppelte mehr Fett enthält als normales, oder will man in dieser Thatsache lieber den Digitus index medicatricis naturae finden, wornach etwa der Faserstoff vor der Einwirkung des Sauerstoffs durch das verbrennliche Fett geschützt werden soll?

S y n t o n i n .

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser von *Liebig*¹⁾ zuerst genauer untersuchte und *Muskelfibrin* genannte Körper bildet noch feucht auf dem Filter eine cohaerente, etwas elastische, schneeweisse Masse, welche sich vom Filter in ganzen Platten oder Häuten abziehen lässt; durch Dehnung und Zerung erhalten die feinem Plättchen unter dem Mikroskope ein fasrig-gestricktes Ansehen, nicht unähnlich dem Blutfibrin. In Kalkwasser so wie in verdünnten Alkalien ist die noch feuchte Substanz sehr leicht löslich; aus der Auflösung in Kalkwasser gerinnt diese Substanz beim Kochen wie Eiweiss; aus derselben so wie aus der Lösung in Alkalien wird sie durch concentrirte Lösungen neutraler Alkalisalze präcipitirt; in einer mässigen concentrirten Lösung kohlen-sauren Kalis quillt die Masse auf, wird gallertartig und opalisirend durchscheinend, löst sich aber nicht auf; erst bei sehr erheblicher Verdünnung geht etwas von der Substanz in Lösung über. Setzt man zu den alkalischen Lösungen dieser Substanz Chlorcalcium oder schwefelsaure Talkerde, so entsteht kein Niederschlag, wohl aber wenn das Gemisch gekocht wird; hat man dagegen die alkalische Lösung vorher gekocht (wobei sie höchstens opalisirend wird), so bringen die Lösungen der erwähnten Salze sogleich einen flockigen Niederschlag hervor. Salpetersäure bewirkt aus den alkalischen Lösungen des Syntonins einen weissen, flockigen Niederschlag; Chromsäure oder saures chromsaures Kali und Salzsäure schlagen aus alkalischen wie aus sauren Lösungen jene Substanz in Flocken nieder; reine Salzsäure macht die alkalische Flüssigkeit, wenn sie im Ueberschusse zugesetzt wird, nur opalisirend. In Salpeterwasser (6 Th. KN³ auf 100 Th. Wasser) vermochte ich das nicht coagulirte Syntonin selbst nach fünftägiger Digestion bei 30° nicht aufzulösen.

Zusammensetzung. *Strecker*²⁾ hat in dieser Substanz 1,4% Asche (vom Hühnerfleisch), 54,46% (vom Rindfleisch) und 53,67% (vom Hammelfleisch) Kohlenstoff, 7,27% Wasserstoff, 15,84% (vom Rindfleisch) und 16,26% (vom Hammelfleisch) Stickstoff und 1,02 bis 1,21% Schwefel gefunden. Diese Substanz unterscheidet sich also diesem Befunde nach hinlänglich vom Blutfibrin. Meine Analysen des aus den glatten Muskeln des Schweinsmagens und der mittlern Arterienhaut des Rindes dargestellten Syntonins stimmen ziemlich mit den Analysen von *Strecker* überein. *Walther*³⁾ fand nur mehr Schwefel (= 1,6%).

Darstellung. Man erhält diese Materie am besten, wenn man

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 73, S. 125—129.

2) *Strecker*, ebendas. Bd. 73, S. 127.

3) *Walther*, Diss. inaug. de musculis laevibus. Lips. 1854.

möglichst fettarmes Fleisch sehr fein zerschneidet und durch Wiegen zerkleinert, mit Wasser zu wiederholten Malen anrührt und auspresst, bis die ablaufende Flüssigkeit keine saure Reaction und keine Trübung beim Kochen mehr zeigt. Die so ausgewaschene Fleischmasse wird dann mit Wasser angerührt, dem 4 pro mille Salzsäure zugesetzt ist; hierin löst sich die Fasersubstanz der Muskeln sehr leicht auf. Die filtrirte Flüssigkeit gieht bei der Neutralisation der Säure eine anfangs nur opalisirende Gallert, so dass die ganze Flüssigkeit wie frisch erstarrter Leim zittert oder wenigstens zähflüssig wird; allmählig verdichtet sich die Gallert und es senken sich weisse, noch halbdurchscheinende Flocken zu Boden, welche sorgfältigst auszuspülen sind.

Prüfung. Diese Substanz unterscheidet sich von dem Albumin und Blutfibrin durch ihre Eigenschaften trotz vieler Aehnlichkeiten so sehr, dass eine Verwechslung nicht leicht möglich ist. Das Verhalten derselben gegen salzsäurehaltiges Wasser (in welchem das Blutfibrin sich nicht löst, sondern nur aufquillt), gegen Salpeterwasser und kohlen-saures Kali lassen keine Verwechslung mit Blutfibrin zu; ihre Fällbarkeit aus alkalischen Lösungen durch Chlorkalium oder Chlornatrium oder durch andere Alkalisalze unterscheidet es schon hinlänglich vom gewöhnlichen Eiweiss.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieser Körper ward zuerst von *Liebig* als wesentlichster Bestandtheil der Fibrillensubstanz sämmtlicher quergestreifter Muskeln nachgewiesen. Ich fand dieselbe nicht blos in den gewöhnlich sogenannten glatten Muskeln des Magens, des Darmcanals und der Harnblase, sondern auch fast in allen contractilen Geweben, in welchen *Kölliker* die sog. contractilen Faserzellen nachgewiesen hat, z. B. in der mittlern Arterienhaut und der Milz (vergl. Th. 3 »Contractile Faserzellen«).

Ursprung. Ueber die Entstehung des Syntonins aus den eiweissartigen Materien der Nahrungsmittel oder aus dem Albumin oder Fibrin des Blutes wird man solange nichts einigermaassen Bestimmtes sagen können, als noch nicht von chemischer Seite über die sogenannten Proteinverbindungen einiges Licht verbreitet worden ist.

Nutzen. Die Verwendung dieser Substanz ergibt sich aus ihrem Vorkommen ganz von selbst; sie ist der Hauptbestandtheil und die wesentlichste Grundlage aller contractilen Gewebe. In wiefern sie aber zu den Zwecken der lebendigen Contractilität vorzugsweise vor andern Proteinkörpern befähigt ist, lässt sich jetzt noch nicht errathen.

Da diese Materie sich vom Blutfibrin wesentlich unterscheidet und nicht blos in den eigentlichen Muskeln vorkommt, sondern allen contractilen Geweben eigenthümlich ist, so schien uns zur Unterscheidung vom gewöhnlichen Fibrin der Name Syntonin (von *συντείνειν*, stark anspannen, um etwas zusammenzuziehen) nicht ganz unpassend.

Casein.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. In getrocknetem Zustande bildet der lösliche Käsestoff eine bernsteingelbe Masse, ohne Geruch, von fadem, schleimigem Geschmack, ohne Reaction; im Wasser löst er sich zu einer gelblichen, schleimigen Flüssigkeit, welche beim Abdampfen sich mit einer weissen Haut von unlöslichem Käsestoff bedeckt, die sich abziehen lässt. Wird eine concentrirte Käsestofflösung längere Zeit an der Luft stehen gelassen, so geht sie bald in Fäulniss über, entwickelt sehr viel Ammoniak und liefert Leucin, Tyrosin und ähnliche Stoffe.

Durch Alkohol wird der Käsestoff undurchsichtig und bekommt das Ansehn von geronnenem Eiweiss; dabei löst sich ein Theil desselben in Alkohol, aus welchem er durch Verdunsten unverändert wieder erhalten werden kann; in kochendem Alkohol löst er sich in grösserer Menge auf, wird aber beim Erkalten zum grossen Theil wieder ausgeschieden; dieses mit Alkohol behandelte Casein löst sich ziemlich leicht, vorzüglich beim Erwärmen, in Wasser wieder auf und hat alle Eigenschaften des nicht coagulirten. Setzt man zu einer concentrirten wässrigen Lösung des Käsestoffs etwas Spiritus, so wird er gefällt, löst sich aber leicht wieder in Wasser auf; wird er durch wasserarmen Alkohol präcipitirt, so ist er in Wasser schwer oder unlöslich. Durch Kochen wird er aus seinen Lösungen nicht präcipitirt. Säuren schlagen den Käsestoff aus der wässrigen Lösung nieder und verbinden sich zum Theil damit; das Casein ist dadurch nicht in den unlöslichen (coagulirten) Zustand übergegangen; denn neutralisirt man mit Alkalien oder Metalloxyden, so wird es unverändert wieder aufgelöst; in reinem Wasser, so wie in Alkohol sind diese Verbindungen des Caseins mit Säuren leicht auflöslich. Vom Eiweiss unterscheidet sich der Käsestoff vorzüglich dadurch, dass er auch durch Essigsäure und Milchsäure aus der wässrigen Lösung gefällt wird; der Niederschlag ist hier aber nicht milchsaures oder essigsaures, sondern reines Casein. Im Ueberschuss der Essigsäure löst sich das Praecipitat nur schwierig auf, und wird durch Blutlaugensalz gleich den andern Proteinkörpern niedergeschlagen. Die alkoholische Käsestofflösung wird nicht nur nicht von Säuren gefällt, sondern der Alkohol besitzt sogar die Eigenschaft, die in Wasser unlöslichen Verbindungen des Caseins mit Säuren aufzulösen. Durch Behandlung mit concentrirter Salpetersäure, Salzsäure und Schwefelsäure liefert das Casein dieselben Zersetzungsproducte wie Albumin und Fibrin. Durch Gerbsäure wird das Casein noch aus sehr verdünnten wässrigen und alkoholischen Auflösungen niedergeschlagen.

Mit Basen verbindet sich das Casein sehr leicht; trübe Lösungen desselben werden durch ätzende Alkalien sogar klarer; alkalische Erden

lösen sich in Caseïnlösungen auf und lassen sich nur schwierig von demselben trennen; mit grössern Mengen solcher Erden geht es unlösliche Verbindungen ein. Daher werden seine Lösungen durch Chlorcalcium und schwefelsauren Kalk so wie durch schwefelsaure Talkerde *beim Erhitzen* gefällt, eine für das Caseïn sehr charakteristische Reaction. Durch *Metallsalze* wird es wie das Albumin gefällt, und bildet gleich diesem zweierlei Verbindungen, nämlich von Caseïn, Säure und Metalloxyd. *Kaliumeisencyanür* schlägt das Caseïn nicht aus alkalischer Lösung nieder, und trübt die neutrale nur wenig.

Dieses sind die Eigenschaften des Caseïns, wie es sich in seiner gewöhnlichen Lösung in der Milch darstellt; wird es aber vollkommen frei von Alkali nach der unten angegebenen Methode von *Rochleder*¹⁾ dargestellt, so zeigt es einige von jenem verschiedene Eigenschaften; es löst sich nämlich nur sehr wenig in reinem Wasser, etwas besser in heissem, nicht in Alkohol; es färbt blaues Lackmus roth, ohne diese Eigenschaft dem Wasser zu ertheilen, bildet aber mit kohlensaurem und phosphorsaurem Natron Auflösungen, welche durchaus keine alkalische Reaction mehr zeigen; es löst sich in Auflösungen von Salmiak, Salpeter und andern neutralen Alkalisalzen sehr leicht auf, gerinnt aber nicht beim Kochen, wie Eiweiss, sondern bildet beim Abdampfen die oben erwähnte Käsestoffhaut. In verdünnten Mineralsäuren löst es sich auf, wird aber durch überschüssig zugesetzte Säure wieder gefällt; die Lösungen des Caseïns in verdünnten Säuren überziehen sich beim Verdunsten mit jener farblosen, durchsichtigen, ziemlich zähen Haut; die Lösung dieses Körpers in Säuren oder in Alkalien wird durch Neutralisation vollständig gefällt, aus der essigsäuren Lösung wird es durch Mineralsäuren niederschlagen. Das präcipitirte salzsaure Caseïn ist wie das salzsaure Albumin in reinem Wasser löslich, nachdem es wie dieses gallertartig aufgeschwollen ist; durch Säuren wie durch Alkalien wird es aus dieser Lösung gefällt; der durch Salzsäure entstandene Niederschlag quillt in Alkohol und löst sich darin auf, wird aber daraus durch Aether gefällt und der Niederschlag ist wieder in Wasser löslich. Blosses Kochen einer Caseïnlösung bewirkt aber unter keiner Bedingung eine Fällung. Dagegen kann man leicht zu dem Glauben verführt werden, es in eine coagulirbare Substanz umgewandelt zu haben, wenn man es z. B. in kohlensaurem Kali oder in mit etwas Kali versetzter Salpeterlösung aufgelöst hat; neutralisirt man durch eine Säure, so entsteht ein beim Umschütteln verschwindender Niederschlag; kocht man nun die Flüssigkeit, so bildet sich ein reichliches dichtes Coagulum; ich habe mich nicht überreden können, diese für eine in blosser Hitze coagulirbare Modification des Caseïns anzunehmen (wie solche auch zuweilen in der Milch enthalten zu sein scheint), sondern ich glaube vielmehr, dass die Säure nur einen Theil des in Lösung befindlichen Caseïnnatrons und einfach kohlensauren

1) *Rochleder*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45, S. 253.

Natrons in saure Salze verwandelt hat, und dass durch Erhitzen nur die sauren in Lösung gebliebenen Salze zersetzt und somit Kohlensäure ausgetrieben, Casein aber gefällt worden ist.

Aus dem Obigen geht hervor, dass das Casein nicht durch dieselben Mittel in den coagulirten Zustand versetzt wird, wie das Albumin und Globulin. Eine längst bekannte Thatsache ist es zwar, dass der Käsestoff aus der Milch durch die Schleimhaut des Kälbermagens coagulirt wird; doch ist man noch keineswegs völlig im Reinen über das eigentliche Bedingniss dieser Gerinnung. Wir haben gesehen, dass das lösliche Casein schon beim Abdampfen seiner Lösung theilweise in die unlösliche Modification übergeht; es kommen Fälle vor, wo durch Eindampfen der ganze Käsestoff einer Milch unlöslich wird. Selbst bei längerem Stehen an der Luft gerinnt bekanntlich die Milch; der hierbei ausgeschiedene Käsestoff verhält sich, wie der durch Milchsäure aus reiner Caseinlösung erhaltene Niederschlag, d. h. nach Behandlung desselben mit kohlensaurem Kalk oder Baryt löst sich nur wenig in Wasser auf, das meiste ist in die unlösliche Modification übergegangen. *Fz. Simon*¹⁾ und *Liebig* erklärten nun die Gerinnung des Caseins durch Kälberlab so, dass der letztere zunächst als Ferment wirke, und den Milchzucker der Milch in Milchsäure umwandle, wodurch das Casein gefällt werde; *Simon* wollte übrigens beobachtet haben, dass milchzuckerfreie Caseinlösungen durch Lab nicht coagulirt würden. Gegen diese Ansicht sprechen aber einige Versuche von *Selmi*²⁾, welcher fand, dass alkalische Milch durch Lab in Zeit von 40 Minuten zum Gerinnen gebracht werden kann und noch nach der Gerinnung deutlich alkalisch reagirt; dasselbe wurde beobachtet, wenn künstlich durch Natron alkalisirte Milch der Einwirkung des Kälbermagens ausgesetzt wurde. Umgekehrt aber wurde auch ein in überschüssiger Essigsäure und Oxalsäure gelöstes Casein, wie das alkalische, bei einer Temperatur von 50 bis 56° coagulirt. Die eigentliche Ursache der Coagulation ist mithin noch völlig unbekannt. Jenes in Form einer Haut gerinnende Casein scheint sich aber nach *Scherer*³⁾ ohne Sauerstoffzutritt nicht bilden zu können.

Es ist schon aus der Mittheilung der grossen Menge von Einzelheiten zu ersehen, dass unsre Kenntniss des Caseins noch sehr mangelhaft ist; denn sonst würden wir mit wenigen Zügen das Wesentlichste dieses Körpers haben beschreiben können; allein leider ist es sogar wahrscheinlich geworden, dass das Casein gar nicht als einfacher organischer Körper zu betrachten ist, sondern als ein Gemeng von wenigstens zwei Stoffen. *Mulder*⁴⁾ und *Schlossberger*⁵⁾ haben insbesondere auf diesen Umstand aufmerksam gemacht. Wird nämlich frisch ausgewaschenes Casein ein paar

1) *Fz. Simon*, die Frauenmilch. Berlin 1838. S. 29.

2) *Selmi*, Journ. de Pharm. T. 9, p. 265—267.

3) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 36.

4) *Mulder*, Berzelius Jahresber. Bd. 26, S. 940.

5) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 92—95.

Tage lang mit verdünnter Salzsäure digerirt, so löst es sich völlig auf; durch Neutralisation mit kohlen-saurem Ammoniak fällt aus dieser Flüssigkeit ein weisser, schwer filtrirbarer, schleimiger Körper nieder; in der neutralisirten Flüssigkeit ist aber noch ein anderer Stoff gelöst geblieben, der durch überschüssige Salzsäure ausgefällt werden kann; aber auch die Salzsäure lässt nun noch einen proteïnartigen Körper in Lösung zurück. Den ersten Körper fand *Schlossberger* schwefelhaltig, den zweiten nicht.

Indessen könnte hier doch wohl das längere Digeriren des ursprünglichen Caseïns mit verdünnter Salzsäure dieses in mehrere Stoffe zerlegt haben. Eher noch würde ein anderer Versuch von *Mulder* für das Bestehen des Caseïns aus mehreren Stoffen sprechen; *Mulder* setzte nämlich zu Milch, die er durch Kochsalz möglichst von Blutkugeln befreit hatte, verdünnte Salzsäure, die den gewöhnlichen Niederschlag gab; in Lösung blieb aber noch ein ähnlicher Körper, welcher erst durch Kochen der salzsauren Flüssigkeit gefällt wurde.

Es ist sehr schwierig, hierüber zu einem bestimmten Urtheile zu kommen; denn jeder, welcher die Versuche mit dem Caseïn, so wie sie von verschiedenen Autoren angegeben worden, wiederholt hat, wird gefunden haben, dass alle Angaben über das Caseïn sich bis zu einem bestimmten Grade bestätigen, dass aber oft bei Wiederholung eines und desselben Versuchs sich Verschiedenheiten herausstellen, welche die Differenz in den Behauptungen der Beobachter erklären. Das Caseïn dünkt uns eine höchst wandelbare Substanz, die oft bei Anwendung der mildesten Reagentien unter unsern Händen sich verändert. Es fehlt mit einem Worte noch an einer Methode, das Caseïn so darzustellen, dass alle Gedanken an eine Umwandlung desselben ausgeschlossen werden. Zu der Schwierigkeit aber, die einfache oder complicirte Constitution des Caseïns zu erkennen, trägt insbesondere der Umstand bei, dass die Elementaranalyse der ausgeschiedenen Stoffe so wenig differente und darum so wenig entscheidende Resultate giebt.

Das durch Kälberlab vollständig *geronnene* und gereinigte Caseïn ist hart, gelblich durchscheinend, erweicht in Wasser und quillt auf, löst sich aber weder in diesem noch in Alkohol. Mit *Säuren* und *Alkalien* verbindet es sich, wie seine lösliche Modification; trennt man jedoch den anorganischen Theil von dem Käsestoffe, so löst sich derselbe nicht in Wasser auf. Zu den stärkern Mineralsäuren verhält es sich ganz wie geronnenes Albumin; von Essigsäure wird es aber ebenso schwer wie seine lösliche Modification aufgelöst; Alkalien lösen es sehr leicht auf und zersetzen es, wenn sie concentrirt sind, beim Erwärmen wie die übrigen Proteinkörper. Beim *Erhitzen* erweicht das Caseïn, lässt sich in Fäden ziehen und wird elastisch; erst bei höherer Temperatur schmilzt es, bläht sich auf, verkohlt und entwickelt dieselben Destillationsproducte wie Albumin und Fibrin; an der Luft stark erhitzt, verbrennt es mit Flamme, und hinterlässt, wenn es nicht sorgfältig mit säurehaltigem Wasser ausgewaschen worden war, eine Asche, welche kohlen-sauren und phosphor-sauren Kalk, aber kein Alkali enthält.

Bei der Fäulniss entwickelt das Caseïn (auch das völlig fettfreie) nach *Iljenko*¹⁾ anfangs kohlen-saures Ammoniak und Schwefelwasserstoff-

1) *Iljenko*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 55, S. 73—95 u. Bd. 58, S. 264—273.

Ammoniak, später nach 2 bis 5 Monaten hauptsächlich Ammoniak, Baldriansäure, Buttersäure und Leucin und nach *Bopp*¹⁾ noch einen weissen, krystallisirenden, sublimirbaren Körper vom stärksten Geruch nach Faeces und eine Säure, welche bei ihrer Zersetzung durch eine Mineralsäure neben einer braunen Substanz Tyrosin und Ammoniak liefert. Beim Schmelzen mit Kalihydrat entwickelt das Casein sehr viel Wasserstoff und Ammoniak, hinterlässt aber mit dem Kali verbunden hauptsächlich viel Baldriansäure, ausserdem Leucin und Tyrosin (*Liebig*²⁾). Bei der Zersetzung durch Chromsäure oder Schwefelsäure und Braunstein liefert das Casein im Verhältniss zum Fibrin sehr viel Essigsäure, Bittermandelöl und Benzoësäure, dagegen weniger Baldriansäure und Buttersäure; rücksichtlich der Mengen dieser Zersetzungsproducte steht es dem Albumin am nächsten, giebt aber noch mehr Essigsäure als dieses (*Guckelberger*³⁾).

Simon hat auf einige Unterschiede zwischen dem Casein der Frauen-, Kuh- und Hundemilch aufmerksam gemacht; das der Frauen ist weiss, gelblich, bröcklich, wird an der Luft feucht, löst sich nicht in Alkohol, wohl aber in Wasser zu einer unklaren, schäumenden Flüssigkeit, aus welcher es durch Gerbsäure, essigsaures Bleioxyd und Quecksilberchlorid vollständig, durch Essigsäure und Alaun aber unvollständig gefällt wird. Das Casein der Kuhmilch ist in Wasser schwerer löslich und wird beim Trocknen zäh und hornartig; das der Hundemilch wird beim Trocknen nicht zäh und hornartig und löst sich schwer in Wasser. *Dumas* hat indessen diese 3 Arten von Casein vollständig gleich zusammengesetzt gefunden. Es giebt daher auch hier noch mehreres zu erforschen; unrichtig sind die Beobachtungen von *Simon* durchaus nicht, denn ich kann aus eigener Erfahrung nicht nur *Simon's* Angaben bestätigen, sondern auch die *Elsässer's*, wornach das Käsestoffcoagulum der Frauenmilch immer sehr locker und gallertartig ist, während das der Kuhmilch sehr dicht und klumpig zu sein pflegt. Diese Unterschiede dürften indessen wohl später in manchen äussern Verhältnissen, in den beigemengten Substanzen ihre Erklärung finden; so glaube ich z. B. dass das gallertartige Gerinnen der Frauenmilch mehr von der alkalischen Flüssigkeit bedingt wird; wenigstens fand ich, dass saure Frauenmilch ein viel dichteres Coagulum als alkalische, und alkalische Kuhmilch ein viel lockereres als saure liefert; für die Diaetetik sehr beherzigenswerthe Thatsachen!

Zusammensetzung. Das Casein ist wie Albumin sehr oft analysirt worden, und doch haben alle diese Analysen noch zu keiner vollkommen sichern empirischen Formel, geschweige denn zu einer rationellen geführt. Beispiels halber führen wir Analysen an von

	<i>Mulder</i> ⁴⁾	<i>Scherer</i> ⁵⁾	<i>Dumas</i> ⁶⁾
Kohlenstoff	53,83	54,665	53,7
Wasserstoff	7,15	7,463	7,2
Stickstoff	15,65	15,724	16,6
Sauerstoff	} 23,37	} 22,146	} 22,5
Schwefel			
	100,00	100,000	100,0

1) *Bopp*, Handwörterb. der Chemie v. *Liebig*, *Wöhler* u. *Pogg.* Bd. 3, S. 220.

2) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 127—129.

3) *Guckelberger*, ebendas. Bd. 64, S. 89—100.

4) *Mulder*, Bullet. de Néerl. 1839. p. 10.

5) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40. S. 40.

6) *Dumas*, Compt. rend. T. 24, p. 745.

Neuern Untersuchungen nach enthält gereinigtes Casein 0,85% Schwefel.

*Rüling*¹⁾ fand in dem durch Essigsäure gefällten und mit Alkohol und Aether ausgewaschenen Casein 1,045% Schwefel; in dem aber, welches durch Essigsäure gefällt und dann in kohlsaurem Natron gelöst und wieder durch Säure gefällt worden war, nur 0,850%; *Walther*²⁾ dagegen in dem mit Salzsäure sowohl als mit kohlsaurem Natron behandelten = 0,933%, *Verdeil*³⁾ endlich in dem auf letztere Weise bereiteten Casein = 0,842% Schwefel.

Das nicht mit Säuren behandelte Casein enthält ungefähr 6% phosphorsauren Kalk, also mehr, als jeder andre der bisher betrachteten Proteinkörper.

Es wurde früher als ein eigenthümlicher eiweissartiger Körper das Vitellin im Eidotter unterschieden. Als Unterscheidungszeichen vom gewöhnlichen Eiweiss führte man an, dass es (ohne Zusatz von Essigsäure oder Salzen) beim Erhitzen sogleich Flocken und Klumpen bilde, dass es durch Blei- und Kupferoxydsalze nicht gefällt werde, dagegen aber durch Aether. Die Substanz im geronnenen Zustande unterschied sich nicht wesentlich von andern coagulirten eiweissartigen Stoffen. Wie bei den ähnlichen Körpern gaben auch bei diesem die Elementaranalysen verschiedener Experimentatoren keineswegs übereinstimmende Resultate (*Dumas*⁴⁾, *Gobley*⁵⁾, v. *Baumhauer*⁶⁾). Selbst im Schwefelgehalte sind die Differenzen so gross ausgefallen, dass *Gobley* 1,17%, v. *Baumhauer* aber nur 0,42% fand. Dies lag aber hauptsächlich daran, dass man eingestandenermassen die Substanz selbst nicht rein darzustellen vermochte.

Ist es aber nach unsern jetzigen kümmerlichen Kenntnissen der gewöhnlichen Proteinkörper erlaubt, eine Ansicht über Identität oder Nichtidentität solcher Materien auszusprechen, so möchten folgende Versuche wohl einigermaassen dafür sprechen, dass im Eidotter der Hühner, neben gewöhnlichem Eiweiss eine Materie vorkommt, die ganz mit dem übereinstimmt, was man bis jetzt Casein genannt hat, dass das vermeintliche Vitellin also nichts weiter als ein Gemeng von Albumin und Casein sei.

Die amorphen dunkeln Körnchen des Eidotters sind nämlich reines alkalifreies Casein, welches aber gleich gewöhnlichem Casein reich an Kalkphosphat ist; in der eigentlichen Intercellularflüssigkeit des Dotters ist kein Casein, sondern nur alkaliarmes Albumin aufgelöst. Vor allem ist zu bemerken, dass es unrichtig ist, wenn man behauptet, das Vitellin werde durch Aether coagulirt; schüttelt man nämlich, wie man dies gethan hat, frisches Dotter mit Aether und Wasser, so bildet sich unter der fetthaltigen, gelb gefärbten Aetherschicht eine weisse, etwas klebrige Masse; diese hat man für ein Coagulum gehalten, für geronnenes Vitellin; solches ist es aber durchaus nicht; filtrirt man nämlich diese Flocken nach Entfernung des Fettes und Aethers ab und süsst so lange aus, als die ablaufende Flüssigkeit beim Erhitzen noch eine Opalescenz zeigt, so bleibt auf dem Filter eine dem nach *Rochleder* und *Bopp* dargestellten (vergl. S. 353) Casein vollkommen gleichende Masse, welche nur neben eigentlichem Casein noch etwas salzarmes Albumin enthält; letzteres wurde durch Verdünnung der Dotterflüssigkeit mit Wasser praecipitirt, ganz so wie es auch aus dem Eiereiweisse und Blutserum geschieht. Diese Substanz hat alle die vom Casein S. 348 angeführten Eigenschaften; dies lehrt ihr Verhalten gegen Säuren, Alkalien, alkalische, erdige und Metallsalze; wir heben hier nur

1) *Rüling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 38, S. 309.

2) *Walther*, ebendas. Bd. 37, S. 316.

3) *Verdeil*, ebendas. Bd. 38, S. 319.

4) *Dumas*, Compt. rend. T. 25. No. 22.

5) *Gobley*, Journ. de Pharm. et de Chim. T. 44, p. 440—447 et T. 42, p. 5—12.

6) v. *Baumhauer* und *Mulder*, Arch. d. Pharm. Bd. 45, S. 198—220.

hervor, dass sie sich unter Zurücklassung eines geringen, die Flüssigkeit opalisirend machenden Rückstands (etwas Fett und die Hüllenmembranen der Dotterkügelchen) schon in sehr verdünnten Lösungen von Salmiak, Chlornatrium, schwefelsaurem Natron u. s. w. auflöst; diese Auflösung wird durch Essigsäure stark getrübt, durch Kochen weit weniger; das durch Kochen Ausgeschiedene ist jenes bei der Verdünnung des Dotters mit Wasser gefüllte Albumin, welches durch Salmiak u. s. w. zugleich mit dem Casein gelöst wurde. Aber alle diese so vollkommen zutreffenden Aehnlichkeiten des Caseins mit der Substanz des Dotters würden uns noch nicht bestimmt haben, diese für Casein zu halten, wenn sie nicht die dem Casein vorzugsweise charakteristische Eigenschaft besäße, *durch Kälberlab vollständig coagulirt* zu werden. Versetzt man nämlich die Lösung jener Substanz in dem verdünntesten Salmiak- oder Sodawasser mit etwas Kälberlab, so bildet sich bei einer Temperatur von ungefähr 30°C. in 2 bis 3 St. ein dichtes, käseartiges Coagulum. Da der Zucker durch das Auswaschen dieser Substanz vollkommen entfernt ist, so kann nicht daran gedacht werden, dass dieser durch irgend welche Umwandlung zur Abscheidung dieses Coagulums beigetragen habe. 400 Theile dieser Substanz im trocknen Zustande gaben 5,044% Asche, die fast nur aus phosphorsauren und kohlensauren Erden bestand.

Das Albumin des Dotters ist in der Flüssigkeit enthalten, welche durch Auswaschen des in reinem Wasser unlöslichen Caseins erhalten wurde; es gerinnt durch Kochen in Flocken, ein Beweis, dass es nicht an Alkali gebunden darin enthalten ist und wird weder durch Essigsäure präcipitirt, noch durch Kälberlab coagulirt.

Darstellung. Den löslichen Käsestoff erhält man durch Abdampfen abgerahmter Milch, Ausziehen des Rückstands mit Aether und Wiederauflösen in Wasser; aus der wässrigen Lösung schlägt man ihn durch Alkohol wieder nieder und wäscht sorgfältig in Alkohol aus.

Berzelius fällt aus abgerahmter Milch den Käsestoff durch Schwefelsäure, süsst das weisse Coagulum mit Wasser aus, und zersetzt den schwefelsauren Käsestoff durch kohlensauren Kalk oder besser durch kohlensaures Bleioxyd; der sich darauf in Wasser lösende Stoff enthält immer etwas von der angewendeten Base; das Blei lässt sich leicht durch Schwefelwasserstoff aus der Lösung entfernen.

Simon befreit das durch Schwefelsäure gefüllte Casein vor der Zersetzung durch kohlensauren Kalk noch von Fett durch Behandlung mit Alkohol und Aether.

Mulder stellte zur Elementaruntersuchung das Casein so dar, dass er es aus abgerahmter Milch zunächst durch Erwärmen mit Essigsäure fällte, den Niederschlag in Wasser aufweichte, wiederholt mit Wasser auspresste, durch siedenden Alkohol vom Fett trennte und endlich bei 430° C. trocknete.

Nach *Rochleder*¹⁾ wird abgerahmte Milch mit verdünnter Schwefelsäure coagulirt (man kann an deren Stelle auch Essigsäure oder Salzsäure anwenden); der Niederschlag wird gehörig ausgepresst und in einer verdünnten Lösung von kohlensaurem Natron wieder aufgelöst; man lässt nun diese Lösung in einem flachen Gefässe einige Zeit stehen; es bildet sich auf der Oberfläche derselben allmählig eine Schicht fettiger Substanz; diese wird entweder mit einem Löffel möglichst vollständig abgenommen, oder man zapft die darunter befindliche Flüssigkeit mittelst eines Hebbers ab. Die Flüssigkeit wird nun nochmals mit einer Säure gefällt und dann ganz wie früher verfahren. Hat man im Ganzen dreimal das Casein in

1) *Rochleder*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45, S. 253—256.
Lehmann phys. Chemie. I.

kohlensaurem Natron gelöst und das Fett abgeschäumt, so wird es dann leicht durch Alkohol und Aether von den letzten Spuren Fett befreit, was sonst sehr schwierig ist. Durch öfteres Auskochen mit Wasser wird übrigens solches Casein vollkommen säurefrei, so dass es z. B., war es mit Schwefelsäure dargestellt, mit Chlorbaryum aus sauren Lösungen auch nicht die geringste Trübung giebt. *Bopp*¹⁾ hat noch ein Verfahren angegeben, wornach die Methode von *Rochleder* modificirt werden kann; man fällt nämlich die Lösung des Caseins in kohlensaurem Natron durch Salzsäure und wäscht diesen Niederschlag wiederholt mit Wasser aus, welches 2% bis 3% Salzsäure enthält; derselbe wird alsdann mit reinem Wasser angertührt, worin er aufquillt und sich allmählig, besonders beim Erwärmen bis auf 40°, auflöst; die Lösung enthält salzsaures Casein; aus dieser wird das Casein durch vorsichtige Neutralisation mit einem Alkali gefällt und der Niederschlag dann ausgewaschen.

Prüfung. Man hat früher mancherlei Eigenschaften des Caseins für charakteristische Kennzeichen desselben gehalten, die es aber durchaus nicht sind. Leider wurden uns aber die Mittel, durch die man sonst sich von der Gegenwart des Käsestoffes überzeugen zu können glaubte, durch die neuern Forschungen entzogen, ohne dass an deren Stelle bessere und entschiedene Erkennungsmittel getreten wären. Es waren aber besonders drei Eigenschaften, an welchen man das Casein überall nachweisen zu können glaubte. Erstens wurde jene Fähigkeit einer thierischen Flüssigkeit beim Abdampfen eine *Haut zu bilden*, für den sichersten Beweis der Gegenwart von Käsestoff angesehen; wir haben aber in dem Obigen (S. 314) gefunden, dass alkalische Albuminate sowohl als saure Albuminlösungen jene Fähigkeit ebenfalls besitzen, ja dass die von gewöhnlich geronnenem Eiweiss abfiltrirte Flüssigkeit stets noch solches Albuminat enthält und daher zur Bildung einer solchen Haut geneigt ist; je nach dem Gehalte einer Eiweissflüssigkeit an Alkali oder Albuminat wird sich daher mehr oder weniger leicht beim Verdampfen eine solche Haut bilden, und daher ist es gekommen, dass selbst sehr genaue Forscher im Blute, besonders aber in Exsudatflüssigkeiten, Casein gefunden zu haben glaubten, von dem sich in That keine Spur darin vorfindet.

Dieser Irrthum wurde aber noch durch ein zweites Reactionsmittel des Caseins befördert, nämlich durch die Eigenschaft desselben, von *Essigsäure präcipitirt* zu werden; man hielt dies namentlich für ein Unterscheidungszeichen des Caseins vom Albumin; allein wenn auch die geringe Trübung, welche Eiweisslösungen (nach S. 313) durch Neutralisation mit Essigsäure und starke Verdünnung mit Wasser erleiden, seltener zu dieser Verwechslung Veranlassung gab, so geschah dies um so häufiger, nachdem man durch Kochen aus eiweisshaltigen Flüssigkeiten das Albumin entfernt zu haben glaubte; es bleibt dann, wie wir oben gesehen haben, etwas geronnenes Albumin mit Natron oder Kali in Lösung; aus

1) *Bopp*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 46—37.

dieser Lösung wird durch Zusatz von Essigsäure das Albumin gerade so wie Casein gefällt, was bei dem nicht gekochten Kalialbuminat nicht der Fall ist; daher musste eigentlich jeder genaue Experimentator früher immer etwas Casein in der von geronnenem Eiweiss abfiltrirten Flüssigkeit zu finden glauben.

Das dritte Entdeckungsmittel des Caseins ist noch das einzige, welches uns geblieben ist, obwohl auch dieses, unrichtig angewendet, bereits zu falschen Schlussfolgerungen Veranlassung gegeben hat; dies ist die *Coagulirbarkeit des Caseins durch Lab*; man hat durch dasselbe z. B. auch im Blute Casein nachgewiesen zu haben geglaubt; allein soll dieses Mittel eine Entscheidung geben, so muss der Lab ziemlich frisch oder wenigstens nicht bereits in Fäulniss übergegangen in die zu untersuchende Flüssigkeit gebracht werden; dabei darf das Gemisch höchstens 2 Stunden lang bei 40° digerirt werden; entsteht bis dahin kein Coagulum, so ist man auch nicht berechtigt, Casein in der Flüssigkeit anzunehmen; denn lässt man den Lab 24 Stunden und länger bei jener Temperatur in der Flüssigkeit, so tritt Fäulniss mit Vibrionenbildung ein, und die Flüssigkeit wird durch die Fäulnissproducte, aber nicht durch geronnenes Casein getrübt werden. Blut, in dem man z. B. auf diese Weise Casein hat finden wollen, geht mit Lab nach längerer Zeit in Fäulniss über, hat mir aber nie damit ein wahrhaftes Caseincoagulum gegeben.

Als sehr gute Erkennungsmittel des Caseins hat man in neuerer Zeit auch *schwefelsaure Talkerde oder Chlorcalcium* empfohlen, welche, wie oben erwähnt, *erst beim Kochen* das Casein, an Talk- oder Kalkerde gebunden, ausscheiden; leider hat das Natronalbuminat (jenes, welches beim Kochen für sich nicht coagulirt) auch diese Eigenschaft mit dem Casein gemein.

Man hat noch, namentlich in früherer Zeit, eine Menge Reactionen angeführt, durch welche sich das Casein charakterisiren soll, z. B. schweflige Säure, Schwerlöslichkeit in Essigsäure u. s. w.; allein alle diese Mittel geben keinen bestimmten **Entscheid.** Auch hat man in neuerer Zeit sich die Mühe genommen, mit den verschiedensten Mitteln die Reactionen des Caseins, wie die anderer Proteinkörper, durchzuprüfen: allein so anerkennenswerth derartige Bemühungen sind, so haben sie doch zu nicht viel geführt und konnten es in der That auch nicht; denn abgesehen davon, dass ein solches Suchen nach entschiedenen Reactionen immer ein Herumtappen im Finstern bleibt, so lange nicht ein einheitlicher Gedanke den Gang der Untersuchung leitet, so fallen auch die Resultate solcher Experimente oft so verschieden in ihren Einzelheiten aus, dass sie oft gar nicht in Einklang zu bringen sind; jeder, der sich mit solchen Untersuchungen beschäftigt und Säuren, Basen, Metallsalze u. dergl. unter verschiedenen Verhältnissen hat auf die eiweissartigen Stoffe einwirken lassen, wird bestätigen können, dass oft eine und dieselbe Substanz unter scheinbar gleichen Verhältnissen die verschiedensten Reactionen giebt und dann bald mehr dem einen bald dem andern Proteinkörper ähnelt. Die verschiedenen Verhältnisse, durch die die Reactionen modificirt werden, sind es eben, die wir bis jetzt noch nicht übersehen können, und die das Experimentiren ohne ihre Berücksichtigung völlig nutzlos machen. Im Allgemeinen können wir wohl jene modificirenden Einflüsse errathen; aber im speciellen Falle bleiben wir doch rathlos; es reicht hin, nur das einfachste Beispiel anzuführen; das Casein wird zuweilen in Essigsäure sehr leicht löslich, ein ander Mal etwas schwerer löslich, ein drittes

Mal schwer löslich und endlich auch fast unlöslich gefunden; wir können uns denken, dass der Cohäsionszustand, der Gehalt an Erden u. dergl., diese Verschiedenheiten bedingen; allein im einzelnen Falle ist es oft unmöglich zu sagen, welcher von diesen beiden Umständen, oder ob nicht noch ein anderer auf das Ergebniss der speciellen Beobachtung von Einfluss gewesen sei.

Hervorzuheben ist noch an diesem Orte ein Beispiel für diese durch unerklärliche Umstände bedingte Verschiedenheit der Reactionen; einmal wird eine säuerliche Caseinlösung, wenn sie trüb ist, durch Erhitzen völlig klar, ein ander Mal scheidet sich beim Erhitzen das Casein vollständig aus; so bewirkt namentlich Essigsäure nicht selten in der Milch der Kühe sowohl als anderer Thiere nur eine geringe Fällung; ein eigentliches Coagulum scheidet sich aber erst beim Kochen aus.

Wollten wir nun Casein in einer eiweisshaltigen Flüssigkeit nachweisen, so würde nach dem jetzigen Stande der Sache das einzige Verfahren, zu einiger Sicherheit zu gelangen, folgendes sein: wir kochten die Flüssigkeit, der wir zur Entfernung des Natronalbuminats etwas Salmiak zugesetzt hätten, einige Zeit, filtrirten dann, überzeugten uns, ob schwefelsaure Magnesia oder Chlorcalcium in der Kälte einen Niederschlag gäben; entstände ein solcher, so würde dieser erst abzufiltriren sein, ehe man, um Casein zu finden, die Flüssigkeit kochte. Entstände durch Kochen ein solcher Niederschlag, so müsste in jedem Falle erst noch durch Lab die Anwesenheit des Caseins dargethan werden.

Zur *quantitativen Bestimmung* des Caseins wendete man früher fast nur Essigsäure an: allein diese Säure fällt das Casein keineswegs vollständig aus; ein Ueberschuss derselben löst oft einen beträchtlichen Theil desselben auf; eine Erfahrung, die früher *Schübler* zur Annahme eines eigenthümlichen Stoffs in der Milch, des *Zieger*, verführt hatte. Die beste Methode von allen, die man bei der Analyse der Milch eingeschlagen hat, ist unstreitig die von *Haidlen*¹⁾. Wenn man nämlich Milch mit etwa $\frac{1}{5}$ ihres Gewichts fein pulverisirtem Gyps anrührt und bis 100° erhitzt, so tritt eine vollkommene Fällung ein, und man erhält beim Eindampfen einen spröden, leicht pulverisirbaren Rückstand, der durch Aether und Alkohol leicht von Fett, Milchzucker und mehreren Salzen befreit werden kann. Der Rückstand ist alsdann nicht reiner Käsestoff, dessen Menge ist aber leicht zu berechnen und zu controliren, wenn man die Menge des Fettes der Milch, des Milchzuckers und der Salze bestimmt hat.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Käsestoff findet sich, so viel bekannt, in der Milch aller Säugethiere.

*Clemm*²⁾ fand in der *Frauenmilch* = 3,37% und *Fz. Simon*³⁾ im Durchschnitt 3,5% Casein, im Colostrum 4%, in der Milch 6 Tage nach

1) *Haidlen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45, S. 273 ff.

2) *Clemm*, Inquis. chem. etc. Götting. 1845.

3) *Simon*, Frauenmilch. Berlin 1838.

der Geburt aber nur 2,15% ; *Haidlen*¹⁾ in guter Frauenmilch 3,4%, in weniger guter 2,7%.

In der *Kuhmilch* fand *Boussingault*²⁾ an Casein 3,0 bis 3,4%, *Playfair* durchschnittlich 4,16%, *Poggiale*³⁾ 3,8%, *Simon* gar 7%. In der *Hundemilch* fand *Simon* 14,6%, *Dumas*⁴⁾ 9,73% bis 13,6%, *Bensch*⁵⁾ 8,34% bis 10,24% (die unlöslichen Salze mit eingerechnet); *Peligo*⁶⁾ in der *Eselsmilch* 1,95%, *Stiptr. Luiscius* und *Bondt*⁷⁾ 2,3%; letztere in der *Stutenmilch* 16,2%, *Payen*⁸⁾ in der *Ziegenmilch* 4,52%, *Stiptr. Luiscius* und *Bondt* aber 9,12%, *Clemm* 6,03%, *Schlossberger*⁹⁾ in der *Milch eines Bockes* 9,66%, *Stiptr. Luiscius* und *Bondt* in der *Schaaftmilch* 15,3%.

Nach *Dumas* und *Bensch* enthält die Milch nach dem Genusse von *Fleisch* mehr Casein als nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel.

Die stickstoffhaltige Substanz, welche wir Käsestoff nennen, findet sich in der Milch grösstentheils aufgelöst vor, allein ein nicht geringer Theil derselben ist darin auch ungelöst enthalten, indem er den freien Ueberzug oder die Hüllenmembran der Milchkügelchen bildet. Durch das Mikroskop lässt sich diese Membran nicht ohne Weiteres erkennen; daher man *Raspail* und *Donné*¹⁰⁾, welche zuerst eine solche Membran annahmen, nicht viel Glauben schenkte; *Simon*¹¹⁾ glaubte in abgedampfter und mit Aether behandelter Milch Fragmente jener Hüllen wahrzunehmen; *Henle*¹²⁾ erwies aber zuerst die Existenz, indem er unter dem Mikroskop die Milchkügelchen bei allmählichem Zusatz von Essigsäure beobachtete, wo man deutliche Verzerrungen jener Membran u. dergl. beobachtet. Der beste Beweis für die Existenz einer solchen Hüllenmembran ist aber durch einen von *E. Mitscherlich* angegebenen Versuch zu liefern; schüttelt man nämlich *frische* Milch mit Aether, so bleibt dieselbe fast völlig unverändert und es wird nur wenig Fett an den Aether übergeben; wäre die Milch eine einfache Emulsion, so müsste sie alles Fett an den Aether abgeben und sich dadurch in eine durchsichtige, ziemlich klare Flüssigkeit verwandeln; da dieses nicht der Fall ist, so müssen die einzelnen Fettbläschen von einer unlöslichen Substanz umgeben sein; setzt man nun eine Substanz zu, welche jene Hüllen aufzulösen vermag, so wird Aether beim Schütteln mit Milch sich ganz so gegen diese, wie gegen eine Emulsion verhalten, d. h. das Fett derselben wird in den Aether übergehen; dies geschieht in der That, wenn man der Milch vor dem Schütteln mit Aether etwas ätzendes oder kohlen-saures Alkali zugesetzt hat. Durch diesen schönen Versuch von *Mitscherlich* ist wohl aller Zweifel über die Existenz einer solchen Hülle gehoben. Ich beobachtete aber hierbei noch Folgendes: bringt man die mit Aether geschüttelte Milch, der kein Kali zugesetzt war, unter das Mikroskop, so erscheint die Oberfläche der Milchkügelchen weniger durchsichtig, trüb und rissig, gleich als ob sie coagulirt worden wäre. Anstatt des Kalis wendete ich auch phos-

1) *Haidlen*, a. a. O.

2) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 8, p. 98.

3) *Poggiale*, Compt. rend. T. 18, p. 505—507.

4) *Dumas*, ebendas. T. 21, p. 708—717.

5) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 224—227.

6) *Peligo*, Ann. de Chim. et de Phys. Août 1836.

7) *Stiptr. Luiscius* und *Bondt*, Mémoires de la Soc. de méd. de Paris. 1787. p. 525.

8) *Payen*, Ann. de Chim. et de Phys. 1839. p. 144.

9) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51, S. 431.

10) *Donné*, *Froriep's Not.* 1839. Nr. 249.

11) *Simon*, *medic. Ch.* Bd. 2. S. 75.

12) *Henle*, *Frör. Not.* 1839. Nr. 223 u. *Allgem. Anatomie* S. 942.

phorsaures Natron und schwefelsaures Natron an; die mit ersterem versetzte Milch gab fast alles Fett an Aether ab, wurde jedoch nicht so klar wie die mit Kali behandelte; unter dem Mikroskop zeigt die wässrige Flüssigkeit nur selten ein Fetttropfchen, welches aber *nicht rund*, sondern nur verzerrt, geschwänzt u. s. w. erschien. Auch das schwefelsaure Natron hatte die Wirkung, dass die Hülle der Milchkügelchen gesprengt wurde und das Fett der Milch durch Aether ausgezogen werden konnte; die wässrige Flüssigkeit blieb aber sehr trübe; unter dem Mikroskop zeigte diese keine Milchkügelchen mehr, auch keine Fetzen oder Rudimente zerstörter Hüllen, sondern nur äusserst feine, einzeln kaum erkennbare Molecularkörnchen, welche allerdings die Reste der zerstörten Hüllen (und nicht etwa fein vertheiltes Fett) waren; denn durch etwas Kali verschwinden sie nicht nur unter dem Mikroskop, sondern die noch milchweisse Milch wird dadurch auch völlig klar und wasserhell. Es geht aus dieser Wahrnehmung zugleich hervor, dass unser gewöhnliches Casein ebensowohl den in der Milch aufgelösten Proteinkörper enthält, als jenen, welcher die Hülle der Milchkügelchen bildet, so dass wir also auch einen mikroskopisch-mechanischen Beweis für das Gemengtsein des gewöhnlichen Caseins haben.

Im Blute hat man fast von jeher Casein nachzuweisen versucht, aber nicht mit Sicherheit erwiesen. In neuerer Zeit sind jedoch von verschiedenen Seiten (*Guillot und Leblanc*¹⁾, *Panum*²⁾ und *Moleschott*³⁾) zum Theil sehr sorgfältige Untersuchungen ausgeführt worden, welche die Existenz eines Stoffs im Blutserum darthun, der von dem gewöhnlichen Eiweiss verschieden zu sein scheint und den man für identisch mit dem Casein erklärt hat. Ob nun jener Stoff für vollkommen identisch mit dem gewöhnlichen Albumin zu halten sei (wie *Scherer* und ich glaubten, s. oben S. 326), und ob die Differenz seiner Eigenschaften nur von gewissen Beimengungen oder zufälligen Verhältnissen abhängt, mag immerhin unentschieden bleiben; so viel steht aber fest, dass, obwohl a priori die Gegenwart von Käsestoff im Blute (schon wegen seines Vorkommens in andern Flüssigkeiten) sogar höchst wahrscheinlich ist, doch die Identität des fraglichen Blutbestandtheils mit dem Casein der Milch noch keineswegs ausser Zweifel gesetzt ist. Diese Fragen dürften aber überhaupt nicht eher völlig entschieden werden, als bis wir im Allgemeinen über die chemische Constitution der Proteinkörper ins Klare gekommen sind.

Guillot und *Leblanc* haben das Casein aus coagulirtem Blutserum durch Essigsäure bestimmt und wollen im Niederschlage alle Charaktere des Käsestoffs gefunden haben, geben aber nicht an, welche. Das Bedenken, ob das durch Essigsäure Praecipitirte Casein oder Albumin oder ein eigenthümlicher Stoff sei, ist jenen Experimentatoren gar nicht beigegeben.

Die Menge jenes durch Essigsäure praecipitirbaren Stoffs ist ihren Beobachtungen nach verschieden bei verschiedenen Thieren und wechselt je nach dem Geschlechte, der Nahrung, dem körperlichen Befinden u. dergl. Besonders reichlich fanden sie jenen Stoff im kurz vor der Niederkunft und während des Stillens von Frauen entnommenen Blute. Bald nach der Niederkunft soll seine Menge am grössten sein. In manchen pathologischen Zuständen verschwand jener Stoff gänzlich aus dem Blute.

1) *Natalis Guillot* und *Leblanc*, *Compt. rend.* T. 34, p. 535,

2) *Panum*, *Arch. für pathol. Anat.* Bd. 3, S. 254—272.

3) *Moleschott*, *Arch. f. physiol. Heilk.* Bd. 44, S. 405—414.

Im Blutserum des Nabelstrangs und der Placenta findet sich auch nach *Stas*¹⁾ der durch Essigsäure präcipitirbare Stoff in sehr grosser Menge.

Panum hat den oben (S. 343) erwähnten Niederschlag, der durch Verdünnung des Bluts besonders auf Zusatz von etwas Essigsäure entsteht und den *Scherer* für salzarmes und alkalifreies Albumin ansah, für Casein erklärt. Jener Stoff wird beim Trocknen durchscheinend und klebrig, dann glänzend, hart und spröde, dabei nimmt er, was *Panum* besonders urgirt, eine schön grüne Farbe an. *Scherer*²⁾, unter dessen Leitung *Panum* seine Versuche anstellte, bemerkt mit Recht, dass die Verschiedenheiten, welche dieser Stoff vom gewöhnlichen Eiweiss zeigt, wohl mehr der Natur der Flüssigkeit, der geschwächten Wirkung der Salze, der grossen Wassermenge und in Folge dessen der äusserst feinen Zertheilung des Ausgeschiedenen, als einem wesentlichen Unterschiede in der Natur dieses Stoffs gegenüber dem gewöhnlichen Eiweiss zuzuschreiben seien und dass Casein aus concentrirten Lösungen ebensowohl als aus verdünnten gefällt werde, während dieser Stoff durch Essigsäure nur aus sehr verdünnten Lösungen niederfalle. Als charakteristisch für diesen Stoff bemerkt *Panum* noch, dass er aus seinen Lösungen durch Kohlensäure präcipitirt werde; diese Beobachtung ist ganz richtig, allein sie widerspricht gerade der Identität dieses Stoffs mit Casein; denn meinen Erfahrungen nach wird das Casein der Milch gerade nicht durch Kohlensäure ausgefällt, wogegen, wie unten erwähnt, das Globulin der Krystallinse fast vollständig aus seiner wässrigen Lösung durch Kohlensäure ausgeschieden wird. Ueberhaupt hat jener Stoff, der sich übrigens auch in dem Eiweiss der Eier durch Kohlensäure in geringer Menge nachweisen lässt, weit mehr Aehnlichkeit mit dem Globulin, als mit dem, was wir gewöhnlich Casein nennen. Uebrigens fand auch *Panum* von diesem Stoffe im Blutserum von Frauen mehr als in dem von Männern (0,3%), und besonders viel (0,99 bis 1,25%) im Blutserum von Wöchnerinnen.

Obgleich *Panum's* Versuche sehr sorgfältig durchgeführt sind und viel neue Thatsachen ermittelt haben, so scheinen uns doch die weitweniger zahlreichen Versuche von *Moleschott*, der das durch Salze und Coagulation von Albumin befreite Serum mit schwefelsaurer Talkerde in der Hitze behandelte (vergl. oben S. 356), weit eher für die Anwesenheit von Casein im Blute zu sprechen. Ich wiederhole hier, was übrigens schon aus den obigen allgemeinen Bemerkungen über die Proteinkörper hervorgeht, dass wir (weder *Scherer* noch ich) uns nicht etwa darauf capricirt haben, die immerhin wahrscheinliche Existenz des Caseins im Blute zu läugnen: uns schien es nur, dass man nicht etwas als bewiesen annehmen dürfe, was eben noch nicht bewiesen ist. Der ganze Streit dünkt uns aber ein Kampf gegen Windmühlenflügel; denn wie kann man eigentlich eine Substanz mit Casein identificiren wollen, da wir noch gar nicht wissen, was das Casein eigentlich ist, oder vielmehr glauben, dass das Casein selbst ein Gemeng ist; hat doch der Käsestoff von verschiedener Darstellung so verschiedene Eigenschaften. Kurz alle neuen Thatsachen, wie sie uns *Panum* in so reichlichem Maasse mitgetheilt hat, sind der Wissenschaft willkommen, aber unerwiesene Identificirungsversuche können derselben nur nachtheilig sein.

Im Interstitialsaft der mittleren Arterienhaut fand *M. S. Schultze*³⁾ eine durch Essigsäure in der Kälte coagulirbare Materie, *Moleschott*⁴⁾ in dem des Zellgewebes und des Lig. nuchae; ich fand dieselbe in allen

1) *Stas*, Compt. rend. T. 34, p. 630.

2) *J. Scherer*, Jahresber. d. ges. Medic. 1854. S. 75.

3) *M. S. Schultze*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 74, S. 247 ff.

4) *Moleschott*, Physiol. d. Stoffwechsels. Erlangen 1854. S. 366 ff.

contractilen Geweben, welche contractile Faserzellen (glatte Muskelfasern) enthalten (vergl. Th. 3).

Stas¹⁾ fand einen gleichen Stoff in der *Allantois*.

Globulin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper, der zuweilen auch *Krystallin* genannt wird, zeigt ebenfalls eine natürlich vorkommende, lösliche Modification und eine beim Kochen sich bildende unlösliche. Das *lösliche* Globulin bildet, wenn es bei 50° eingetrocknet ist, eine gelbliche, durchscheinende, leicht zerreibliche Masse, die ein schneeweisses Pulver giebt; es ist ohne Geruch und Geschmack, quillt im Wasser gleich dem Eiweiss an und löst sich allmählig unter Hinterlassung weniger Flocken zu einer schleimigen Flüssigkeit auf; durch Alkohol aus dieser Lösung praecipitirt, ist es in Wasser unlöslich, aber zum Theil in kochendem Alkohol (gleich dem Casein); beim Erkalten scheidet es sich aus dieser Lösung wieder aus. Von Aether wird die wässrige Lösung des Globulins nicht coagulirt (obgleich sonst das Gegentheil behauptet wurde). Trocken lässt sich die lösliche Modification bis 100° erhitzen, ohne in die unlösliche überzugehen. Von dem Albumin unterscheidet es sich durch folgende Eigenschaften: seine Lösung opalisirt nämlich nicht eher als bei 73°, wird bei 83° milchig trüb und scheidet sich erst bei 93° als eine globulöse Masse (wenn es noch mit Blutpigment gemengt ist) oder ein milchiges Coagulum aus, welches immer trüb durch das Filter geht, und weder geringe Mengen von Essigsäure, noch von Ammoniak machen es in filtrirbaren Flocken gerinnen; nur wenn man neutrale Alkalisalze der Lösung zusetzt und kocht, scheiden sich aus der vollkommen klar werdenden Flüssigkeit Flocken und Klümpchen ab. Besonders charakteristisch für das Globulin ist folgendes Verhalten; weder Essigsäure noch Ammoniak bewirken in seiner Lösung eine Fällung, wohl aber wird es sogleich stark getrübt, wenn die mit Essigsäure versetzte Flüssigkeit durch Ammoniak, oder die mit Ammoniak versetzte durch Essigsäure möglichst genau neutralisirt wird. Sein Verhalten gegen blosse Essigsäure ist jedoch ebenfalls von dem des Eiweisses verschieden; durch Zusatz von etwas verdünnter Essigsäure wird nämlich die Globulinlösung opalisirend; bis 50° erhitzt, scheidet sich schon ein milchiges Coagulum aus; die durch wenig Essigsäure getrühte Flüssigkeit wird zwar auf Zusatz von mehr Essigsäure klarer, bleibt jedoch immer opalisirend; diese Flüssigkeit scheidet erst bei 98° ein Coagulum aus; nur bei sehr grossem Essigsäureüberschuss verliert das Globulin seine Gerinnungsfähigkeit in der Hitze. Sehr wesentlich unterscheidet es sich

1) Stas, Compt. rend. T. 84. p. 680.

endlich von Eiweiss dadurch, dass es aus seiner klaren wässrigen Lösung durch Kohlensäuregas vollständig praecipitirt wird, gleich als ob Chlorgas hineingeleitet worden wäre; treibt man jedoch die Kohlensäure durch ein andres Gas wieder aus der Flüssigkeit aus, so löst sich der Globulinniederschlag vollständig zu einer limpiden Flüssigkeit wieder auf.

Gegen Mineralsäuren und Metallsalze verhält sich das Globulin ganz wie Eiweiss. Von Kreosot wird es übrigens ebenfalls coagulirt; es ist viel leichter zersetzbar und fäulnissfähig als viele andre Proteinkörper; schon beim Kochen entwickelt es Ammoniak.

Lecanu suchte diesen Körper für identisch mit Eiweiss, *Simon* gar mit Casein zu erklären; es dünkt uns aber der Wissenschaft keineswegs förderlich, wenn man ohne bestimmte Beweise, bloß auf einige Reactionen hin, mehrere noch nicht wohl charakterisirte Stoffe zusammenwirft; denn eine noch so grosse Anzahl von That-sachen kann wohl Verwirrung in einzelne Köpfe bringen, der Wissenschaft selbst aber niemals schaden, während durch vorschnelles Vereinfachen und Zusammenwerfen ähnlicher Gegenstände erst Confusion in die Wissenschaft gebracht wird.

Am gekochten Globulin hat man keine Eigenschaften gefunden, durch welche es sich von andern gekochten Proteinkörpern unterscheidet.

Zusammensetzung. *Mulder*¹⁾ und *Rüling* haben diesen Körper analysirt.

	<i>Mulder.</i>	<i>Rüling.</i>
Kohlenstoff	54,5	54,2
Wasserstoff	6,9	7,1
Stickstoff	16,5	{ 37,5
Sauerstoff	} 22,4	
Schwefel		
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,0

Obgleich *Berzelius* auch in demselben Phosphor neben Schwefel muthmaasste, fand *Mulder* doch nur den letzteren darin und zwar ungefähr 0,265%; dieser Schwefel wurde jedoch auf nassem Wege bestimmt: auf trockenem Wege fand ich im Globulin von Kalbskrystallinsen (im Mittel dreier Versuche) = 1,134%, *Rüling*²⁾ aber in dem vom Rinde überhaupt = 1,227%. An unlöslichen Aschenbestandtheilen sind nur sehr wenig im Globulin der Krystallinse enthalten; ich fand nur 0,244% phosphorsauren Kalk.

In dem Globulin aus Kalbskrystallinsen fand ich 1,548% auflösliche Salze, welche aus Chlormetallen, schwefelsaurem Natron (30,37% der löslichen Salze) und phosphorsaurem Alkali (= 7,77% der löslichen Salze) bestanden, aber kein kohlen-saures Alkali enthielten. Dampfte ich dagegen die vom geronnenen Globulin abfiltrirte Flüssigkeit ein (die neben 92,095% coagulirtem Globulin 7,905% löslichen Rückstand gab), so wurde nach dem Verbrennen dieses Rückstandes eine Asche erhalten, die nur 13,166% phosphorsauren Kalk enthielt; die löslichen Salze aber enthielten sehr viel kohlen-saures Alkali (16,71% derselben). Da nun in der Asche des nicht coagulirten Globulins kein kohlen-saures Alkali gefunden wurde, so ist hieraus zu schliessen, dass im löslichen Globulin Natron an eine organische Substanz und zwar entweder an Globulin selbst oder an eine organische Säure gebunden war, nach der Zerstörung des Globulins aber dieses freie Alkali mit der aus dem

1) *Mulder*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 19, S. 189 u. Bullet. d. Néerl. 1839, p. 196.

2) *Rüling*, Ann. d. Ch. und Pharm. B. 58, S. 313.

Globulin hervorgegangenen Schwefelsäure verbunden war, und deshalb in der Asche des gesammten Globulins kein kohlen-saures Alkali gefunden wurde; waren dagegen die löslichen Salze von dem Globulin durch die Gerinnung des letztern (bei der dasselbe vielleicht gerade wie das Eiweiss beim Gerinnen Alkali verliert) getrennt, so enthielten sie nach dem Verbrennen der mit dem coagulirten Globulin nicht ausgeschiedenen organischen Substanz viel kohlen-saures Alkali, weil nämlich hier sich keine Schwefelsäure bildete, von der das kohlen-saure Alkali hätte zersetzt werden können. Jenes Alkali, welches in der Asche zu kohlen-saurem wird, kann vor dem Gerinnen des Globulins meiner Ansicht nach nicht an dieses (so wie im Eiweiss an Albumin) gebunden gewesen sein, und zwar aus folgendem Grunde: die Lösung des Krystallinsenglobulins reagirt sehr schwach aber deutlich alkalisch, beim Coaguliren kann man sich leicht von der Entwicklung von Ammoniak überzeugen, und nach demselben reagirt die Flüssigkeit nicht wie beim Eiweiss stärker alkalisch, sondern im Gegentheil sauer; diese Erscheinung lässt sich wohl nicht einfacher erklären als durch die Annahme von *phosphorsaurem Natron-Ammoniak* in der Flüssigkeit; dieses reagirt bekanntlich alkalisch, verliert beim Kochen Ammoniak, und nimmt, indem es sich in saures phosphorsaures Natron verwandelt, saure Reaction an. Wäre nun aber Globulinnatron in jener Flüssigkeit enthalten, so würde keine saure Reaction nach dem Gerinnen eintreten können, denn das vom Globulin getrennte Natron würde das entwichene Ammoniak des Phosphorsalzes ersetzen und es könnte somit keine saure Reaction auftreten. Daher muss jenes Natron, welches in der (übrigens schwefelsäurefreien) Asche des globulinfreien Rückstandes an Kohlen-säure gebunden ist, vorher an eine organische Säure gebunden gewesen sein. Wenn wir diese organische Säure bis dahin, wo eine genauere Untersuchung dieses Gegenstandes ermöglicht ist, für Milchsäure halten, so überlassen wir uns wohl nicht einer zu kühnen Hypothese, da jene Säure wenigstens keine der bekanntern flüchtigen Säuren des Thierkörpers sein kann. Wir sind leider jetzt noch immer gezwungen, uns durch solche Deductionen hindurchzuwinden, um die Natur der neben thierischen Stoffen in Lösung befindlichen Salze erforschen zu können, da, wie wir weiter unten sehen werden (*»Mineralstoffe des Thierkörpers«*) leider aus den Aschenbestandtheilen nicht viel auf die eigentliche Constitution der natürlich neben den organischen Substanzen vorkommenden Salze zu schliessen ist. Ich muss übrigens bemerken, dass man einige Zeit kochen muss, um jene saure Reaction nach der Gerinnung des Globulins wahrzunehmen.

Darstellung. Das *lösliche Globulin* kann, wie das lösliche Albumin, nicht in völlig reinem Zustande dargestellt werden; das Globulin, welches das obige Verhalten zeigte, wurde aus der Krystallinsenflüssigkeit erhalten, indem dieselbe, mit Essigsäure neutralisirt, bei einer Temperatur unter $+50^{\circ}\text{C}$. zur Trockenheit abgedampft, und der Rückstand mit Aether und verdünntem Alkohol ausgezogen wurde. Das Globulin des Blutes, welches nicht ohne Zersetzung vom Haematin getrennt werden kann, zeigt abgesehen von der Farbe ganz dasselbe Verhalten, wie das auf die eben angegebene Weise aus der Krystalllinse dargestellte Globulin.

Das *coagulirte Globulin* bereitete *Mulder* durch blosses Ausziehen des durch Kochen gefällten Globulins mit Alkohol und Aether; das von mir untersuchte geronnene Globulin war durch Salzsäure gefällt, mit derselben Säure ausgewaschen, dann in Wasser gelöst, durch kohlen-saures Ammoniak wieder gefällt, und endlich mit Wasser, Alkohol und Aether ausgewaschen worden, worauf es sich dann ohne merklichen Aschenrückstand verbrennen liess.

Prüfung. Wir haben in dem Obigen bereits die Unterschei-

ungszeichen des Globulins von den ähnlichen Proteinkörpern angegeben und bemerken hierzu nur noch folgendes: Jene Fällbarkeit der angesäuerten oder alkalisirten Globulinlösung durch Neutralisation kommt keiner andern löslichen Proteinsubstanz zu, dagegen fast allen unlöslichen; wir können daher hierin einen Beweis dafür finden, dass das Globulin sowohl durch überschüssiges Alkali, als durch überschüssige Säure in den unlöslichen Zustand übergeführt wird. Dass es nicht mit dem Casein verwechselt werden kann, ist oben S. 359 auseinander gesetzt worden. Immer dürfte es aber schwierig oder für jetzt unmöglich sein, das Globulin bestimmt nachzuweisen, wenn dasselbe mit Albumin oder Casein gemengt ist. Leider werden uns auch hier Elementaranalysen nichts helfen, da die Ergebnisse derselben denen andrer Proteinkörper so nahe stehen, dass sie keinen sichern Ausweis geben können.

Will man das Globulin *quantitativ* bestimmen, so sind hier ähnliche Vorsichtsmaassregeln einzuschlagen, wie bei der Bestimmung des Eiweisses; ja das Globulin ist, wie wir oben gesehen haben, noch schwieriger in einen Zustand überzuführen, in welchem es leicht und gut filtrirbar ist. Man muss mit Essigsäure ansäuern und erhitzen, dann mit Ammoniak die Säure wieder sättigen und nun stark und anhaltend kochen, um ein gut filtrirbares Globulin zu erhalten. Würde sich auch das Globulin z. B. vom Eiweiss durch sein Verhalten gegen Essigsäure und Erhitzen bis zu 50° (wie oben angegeben) oder durch die oft erwähnte Fällbarkeit durch Neutralisation seiner sauren oder alkalischen Lösung vom Eiweiss unterscheiden lassen, so würde man es doch auf diesen Wegen nicht von jenem trennen können; denn es würde nicht filtrirbar sein, d. h. es würde einerseits trüb durchs Filter gehen, andererseits dasselbe aber verstopfen und bald alles Aussüssen unmöglich machen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Globulin findet sich in der Krystalllinse in sehr concentrirter Lösung. *Berzelius*¹⁾ fand in der Krystalllinse des Menschen 35,9% trocknes Globulin.

In andern Theilen des thierischen Körpers ist das Globulin noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden. *Berzelius*²⁾ hielt das Globulin der Krystalllinse für identisch mit der coagulablen, farbstoffhaltigen Materie der rothen Blutkörperchen. Jüngst von mir angestellte Versuche haben jedoch die Verschiedenheit beider Materien ausser Zweifel gesetzt; es wird weiter unten von den Verschiedenheiten beider Materien die Rede sein, hier nur soviel, dass die Substanz der Blutkörperchen unter gewissen Be-

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 528.

2) *Ders.*, ebendas. S. 69.

dingungen krystallisirbar ist, was beim Globulin wenigstens unter gleichen Verhältnissen nicht der Fall ist.

Nutzen. Der Zweck, den die Natur mit der Ablagerung des Globulins in den zelligen Fasern der Krystalllinse verband, ist zu evident, als dass er noch genannt zu werden verdiente. Interessant ist es nur, dass die Natur, indem sie ein lichtbrechendes Liquidum schuf, zugleich auf Achromatisirung der Linse nicht blos durch den anatomischen Bau, sondern auch dadurch hinarbeitete, dass sie die mittlern Lagen der Linse mit einer concentrirteren Flüssigkeit anfüllte, welche nach der Linsencapsel zu immer verdünnter wird.

Chenovicz machte diese Beobachtung zuerst, indem er fand, dass das spezifische Gewicht einer 30 Gran schweren Krystalllinse eines Ochsen = 4,0765 war, während nach dem Abschälen der äussern Lagen der noch 6 Gran schwere Kern der Krystalllinse ein spezifisches Gewicht = 4,494 hatte.

Krystallsubstanz des Blutes.

Eigenschaften. Diese Substanz zeichnet sich vor allen andern Proteinkörpern durch ihre leichte Krystallisirbarkeit aus; allein gerade diese Krystallisirbarkeit weist uns darauf hin, dass wir es auch hier nicht mit einer für alle Thierclassen völlig identischen Materie zu thun haben, so ausserordentlich ähnlich auch die verschiedenen Modificationen derselben sind; die Blutkrystalle kommen nämlich hauptsächlich in 3 Formen vor: in Prismen, Tetraëdern und hexagonalen Tafeln. Die prismatischen Formen, deren eigentliches Krystallsystem mancher Mühen ungeachtet noch nicht festgestellt ist, gehören dem Blute des Menschen, der meisten Säugethiere und der Fische an; die Tetraëder finden wir bei einigen Nagethieren, namentlich dem Meerschweinschen, der Ratte und der Maus, die hexagonalen Tafeln sind bis jetzt nur beim Eichhörnchen gefunden worden. — Diese Krystalle enthalten Krystallwasser und verlieren dies an der Luft ziemlich leicht; hierbei zerfallen sie aber nicht zu Pulver, sondern schrumpfen nur etwas zusammen, werden unregelmässig, halten aber dabei noch ziemlich viel Wasser zurück, da sie äusserst hygroskopisch sind. Sie sind geruchlos und ohne Geschmack; stets sind sie roth gefärbt, unter dem Mikroskop pfirsichblüthfarben bis amaranthroth, in Massen hellzinnberroth, getrocknet und pulverisirt gelblichbraun. Je nach der Krystallform ist ihre Löslichkeit in Wasser sehr verschieden; so löst sich 4 Th. der tetraëdrischen Krystalle in 600 Th., 4 Th. der prismatischen (vom Hunde) schon in 90 Th. Wasser; die Löslichkeit der hexagonalen Krystalle steht zwischen beiden ziemlich mitten inne. In spiritushaltigem Wasser sind sie schwerer löslich und in Spiritus von 85% unlöslich; indessen löst letzterer beim Kochen allmählig etwas auf in ähnlicher Weise, wie beim Casein; in Aether sind sie unlöslich; derselbe zieht nur etwas Fett aus, welches den Krystallen noch mechanisch beige-

mengt war. Die wässrigen Lösungen sind pfirsichblüthfarben (von tetraëdrischen Krystallen) oder dunkelgranatroth (von prismatischen Krystallen); die der tetraëdrischen scheidet beim *Erhitzen* auf 63° ein bräunliches *Coagulum* aus, die der prismatischen bei 64 bis 65°. *Spiritus* zur wässrigen Lösung in geringen Mengen gesetzt bewirkt keine Veränderung, eine etwas grössere Menge erzeugt ein lockres Praecipitat, welches in Wasser wieder löslich ist; sehr viel *Spiritus* oder absoluter Alkohol praecipitirt die Substanz in Klumpen, welche in Wasser unlöslich sind. Setzt man zur wässrigen Lösung etwas *Spiritus*, so gerinnt die Substanz bei niederer Temperatur als in reiner wässriger Lösung. *Aether* erzeugt übrigens in der wässrigen Lösung keine Trübung.

Durch kalte concentrirte *Salpetersäure* werden die Krystalle dunkel, fast schwarz gefärbt; beim Erwärmen lösen sie sich jedoch, erst gelb werdend, ziemlich leicht zu einer gelben Flüssigkeit auf. Die wässrige Lösung der Krystalle giebt selbst bei sehr starker Verdünnung eine hellbräunliche, flockige Fällung.

Salzsäure und *Schwefelsäure* bewirken aus der wässrigen Lösung der tetraëdrischen Krystalle keine Fällungen, wohl aber aus der der prismatischen; diese Verschiedenheit rührt aber nur von der verschiedenen Concentration der Lösungen her; denn verdünnt man die Lösung der prismatischen Krystalle z. B. mit dem vierfachen Volumen Wasser, so giebt weder Salzsäure noch Schwefelsäure einen Niederschlag; setzt man aber umgekehrt zur Lösung der tetraëdrischen Krystalle das 4 bis 6fache Vol. concentrirter Salzsäure oder das gleiche Vol. englischer Schwefelsäure, so wird auch diese Substanz praecipitirt.

In *Essigsäure* ist der krystallisirbare Stoff leicht löslich; die rothe wässrige Lösung wird dadurch nur in ihrer Farbe verändert, dieselbe wird nämlich bräunlich gelb. *Neutralisirt* man die mit Essigsäure angesäuerte Flüssigkeit durch Ammoniak, so scheiden sich blassbräunliche Flocken aus. Wie andre Proteinkörper wird auch die Krystallsubstanz aus der sauren Lösung sowohl durch gelbes als rothes *Blutlaugensalz* präcipitirt. Sie theilt aber mit jenen auch die Eigenschaft, durch *neutrale Alkalisalze* aus der essigsäuren Lösung oder aus der mit solchen Salzen versetzten Lösung durch Essigsäure gefällt zu werden. Der so erhaltene Niederschlag ist in Wasser löslich und zeigt ganz andere Eigenschaften, als die ursprüngliche Krystallsubstanz (wir kommen weiter unten auf diesen Stoff zurück).

In concentrirter *Kalilauge* sind die Krystalle unlöslich; dagegen werden sie von verdünnter Kaliflüssigkeit, so wie von *Aetzammoniak* sehr leicht aufgelöst und zwar mit bräunlichgelber Farbe; aus der alkalischen Lösung wird die Substanz durch Essigsäure in hellbräunlichen Flocken praecipitirt und zwar schon dann, wenn die Flüssigkeit noch schwach alkalisch reagirt.

Chlorgas entfärbt die Lösungen fast augenblicklich und praecipitirt weisse Flocken.

Iodwasser ändert nur die rothe Farbe der Flüssigkeit in eine braun-gelbe um.

Die *Salze der Alkalien und alkalischen Erden* erzeugen keine Niederschläge.

Salpetersaures Silberoxyd, Quecksilberchlorid, Eisenchlorid, Zinnchlorür, neutrales und basisches *essigsäures Bleioxyd* geben nicht die geringste Reaction; nur wenn zu der mit Bleisalzen versetzten Flüssigkeit Ammoniak gesetzt wird, entsteht ein sehr voluminöser klumpiger Niederschlag.

Salpetersaures Quecksilberoxydul, so wie *doppeltchromsaures Kali* bewirken erhebliche, schmutzig weisse Niederschläge. Das *Millon'sche Reagens* giebt die allen Proteinkörpern eigne Reaction.

Schwefelsaurer Kupferoxyd lässt anfangs die Flüssigkeit vollkommen unverändert, scheidet aber nach einigem Stehen einen reichlichen blassgrünlichen Niederschlag aus.

Die Lösung reiner Krystalle *zersetzt* sich allmählig an der Luft, schneller jedoch die mit andern organischen Blutbestandtheilen gemengte Lösung besonders bei höherer Temperatur und ungehindertem Luftzutritt. Auch durch *Trocknen* im Vacuo scheinen die Krystalle eine Veränderung zu erleiden, wenigstens lösen sie sich dann nicht mehr mit der lebhaft rothen Farbe auf. Beim Erhitzen auf 160 bis 170° fangen die Krystalle an sich zu zersetzen, bei höherer Temperatur blähen sie sich stark auf, entwickeln nach verbranntem Horn riechende Dämpfe, die beim Entzünden stark leuchten; die Substanz verbrennt übrigens sehr leicht und bis auf sehr wenig Asche.

Durch Alkohol werden die Krystalle in Wasser unlöslich, behalten aber, besonders die tetraëdrischen ihre Form ziemlich bei; nur erscheinen ihre Flächen nicht mehr ganz plan; fast ebenso verhalten sie sich beim Erhitzen bis zu 400°. Solche coagulirte Krystalle waren es zweifelsohne, die *Reichert*¹⁾ im Uterus trächtiger Kaninchen gefunden hat. Nur solche mit Alkohol behandelte Tetraëder zeigen alle die merkwürdigen Eigenschaften, welche *Reichert* von den von ihm beobachteten Krystallen anführt. In verdünnter Essigsäure z. B. quellen sie auf, so dass ihr Durchmesser sich um das 3 bis 4fache vergrößert; durch Auswaschen oder Neutralisiren der Säure gehen sie auf ihr früheres Volumen zurück. Es sind also Afterkrystalle, entstanden durch Gerinnung der ursprünglich löslichen krystallisirten Substanz.

Zusammensetzung. Mit der Entdeckung einer krystallisirbaren Proteinsubstanz schien zugleich ein neues Mittel gefunden zu sein, um endlich festere Stützpunkte für die Ermittlung der wahren Constitution derselben zu gewinnen: allein bis jetzt haben leider die Elementaranalysen dieser Materie noch nicht die gewünschte Ausbeute gegeben, da sie einerseits den übrigen Proteinkörpern allzu ähnliche Resultate lieferten und andererseits keine Garantie für die völlige Reinheit der Substanz zu erlangen war. Von den Gründen, welche die Ergebnisse der bisherigen Elementaranalysen noch nicht schlussfertig erscheinen lassen, muss an einem andern Orte die Rede sein; hier nur soviel, dass die Hüllen der

1) *Reichert*, Müller's Arch. 4849.

farbigen Blutkörperchen und die farblosen Blutzellen alle Filter durchdringen und den Blutkrystallen überall hin folgen, so dass wohl eine davon ziemlich reine, aber nie eine absolut reine Krystallsubstanz erlangt werden kann. Indessen steht zu erwarten, dass es gelingen wird, wenigstens aus den Zersetzungsproducten dieser Substanz bestimmtere Aufschlüsse über ihre Constitution zu erlangen, als es bei andern Proteinkörpern die Verhältnisse gestatteten. Wir haben schon früher erwähnt, dass gerade die verschiedene Krystallform der Krystalle gewisser Blutarten darauf hindeutete, dass wir es hier mit homologen Stoffen zu thun haben, deren Vergleichsanalysen wenigstens einigen Aufschluss über die Constitution dieser räthselhaften Materien zu geben versprechen.

Bis jetzt habe ich nur die Substanz aus Meerschweinchenblute analysirt, wage daher auf diese Analysen noch keine Schlüsse zu begründen; an Aschenbestandtheilen sind die Krystalle, die tetraëdrischen sowohl als die prismatischen (die des Hundes) sehr arm; in beiden fand ich gegen 1% Mineralstoffe, worunter hauptsächlich Eisenoxyd, welches oft 72% der Asche beträgt; an Phosphorsäure gegen 21% der Asche, übrigens wenig Kalk und Kali. Schwefel enthält diese Substanz bei weitem weniger, als man in irgend einer Proteinsubstanz gefunden hat.

Da diese Krystalle immer gefärbt sind, so fragt es sich, ob hier ein besonderer Farbstoff, dessen Umwandlungsproduct das bekannte Haematin (vergl. S. 288) sein würde, der eigentlichen Krystallsubstanz nur beigemischt sei und entweder als isomorpher Körper mit der eigentlichen Krystallsubstanz zusammenkrystallisire, oder diese nur färbe, so wie z. B. Harnsäurekrystalle gewöhnlich vom Harnpigment gefärbt sind oder ob wir es hier nur mit einer einzigen eisenhaltigen krystallisirbaren Substanz zu thun haben, von deren Spaltungsproducten das Haematin eines ist. Bestimmt entscheiden habe ich diese Frage für jetzt noch nicht können; indessen lassen mehrere Thatsachen die letztre Ansicht mir wahrscheinlicher erscheinen.

Umwandlungsproducte. Leider haben auch diese noch nicht genauer untersucht werden können; wir erwähnen hier nur, dass auch diese Proteinsubstanz ganz wie das Albumin nach Behandlung mit Essigsäure und Alkalisalzen eine dem *Panum'schen Acidalbumin* ganz analoge Substanz liefert. Die wässrige Lösung dieser Substanz giebt beim Kochen nicht die geringste Trübung, setzt man aber mehr oder weniger Alkalisalz zu, so entsteht bei niederer oder höherer Temperatur ein Praecipitat, ganz wie beim Acidalbumin. Viel Salz schlägt die Substanz schon bei gewöhnlicher Temperatur nieder; man kann sie daher durch wiederholtes Lösen in Wasser und Fällen durch Salze völlig säurefrei erhalten. Wird die säurehaltige Lösung mit Kali oder Ammoniak neutralisirt, so entsteht ein starker Niederschlag, der in Ammoniak sich löst, daraus aber schon bei gelindem Erwärmen praecipitirt wird. Salpetersäure und Schwefelsäure bewirken aus der wässrigen Lösung reichliche Niederschläge, Salzsäure aber nicht. Blutlaugensalz giebt ohne besondern Säurezusatz eine bedeutende Fällung. Schwefelsaure Talkerde, Alaun, schwefelsaures Kupferoxyd, Eisenchlorid, Zinnchlorür und neutrales essigsäures Bleioxyd erzeugen selbst beim Kochen keine Fällungen, wohl aber basisch essigsäures Bleioxyd, salpetersaures Silberoxyd, Quecksilberchlorid und salpetersaures Quecksilberoxydul.

Mit der Analyse dieser Substanz, so wie mit der nähern Untersuchung anderer Zersetzungsproducte des Krystallstoffs bin ich so eben noch beschäftigt.

Darstellung. Die Krystalle des Blutes, welche wohl früher von Manchem gesehen worden sein mögen, gewiss aber zuerst von *O. Funke*¹⁾ beobachtet wurden, waren von letzterem, so wie von *F. Kunde*²⁾, dem wir die Entdeckung der tetraëdrischen und hexagonalen Blutkrystalle verdanken, nur für die mikroskopische Untersuchung dargestellt worden, indem man ein Tröpfchen Blut mit dem Deckplättchen bedeckte, etwas Wasser, Alkohol oder Aether zufließen liess und dann das Ganze der allmählichen Verdunstung aussetzte. Es ist mir³⁾ nun gelungen, auf verschiedenen Wegen diese Krystalle im Grossen und ziemlich schnell darzustellen, in dessen sind bei allen Darstellungsweisen Licht und atmosphärische Einflüsse die wesentlichsten Bedingnisse zu einer schnellen Bildung der Krystalle. Bei verschiedenem Blute ist die Darstellungsmethode oft sehr zu modificiren. Schon *Funke* hat bei seinen sorgfältigen Versuchen über die Bildungsweise jener Krystalle unter dem Deckplättchen nachgewiesen, dass vor Allem die Blutzellen gesprengt sein müssen, ehe die Krystallisation beginnt; Wasser, Alkohol und Aether sind, wie bereits *Funke* und *Kunde* erwiesen, die einzigen anwendbaren Mittel. Die Verdunstung, welche nach der Entstehung der Krystalle unter dem Deckplättchen sehr wesentlich erscheint; ist dies keineswegs, da man z. B. das Meerschweinchenblut mit dem doppelten Volumen Wasser verdünnen kann und doch sich die Krystalle bei geeigneter Behandlung schon vor Ablauf von $\frac{3}{4}$ St. vollständig abscheiden; bei andern löslichen Krystallen, z. B. denen des Hundes, muss man der Abscheidung derselben durch geeigneten Zusatz von Alkohol zu Hülfe kommen.

Prüfung. Obgleich dieser Stoff sich durch seine Krystallisirbarkeit, durch sein indifferentes Verhalten gegen mässig verdünnte Salzsäure und Schwefelsäure, gegen salpetersaures Silberoxyd, neutrales und basisches essigsäures Bleioxyd, Quecksilberchlorid u. s. w. von allen andern Proteinkörpern so wesentlich unterscheidet, so dürfte doch seine Erkennung da, wo entweder nur kleinere Mengen desselben vorkommen oder wo er mit vielen andern Proteinstoffen gemengt ist, ausserordentlich schwierig, ja zur Zeit noch unmöglich sein. Da andre Proteinkörper oder deren nächste Umwandlungsproducte meistens einzelne seiner Eigenschaften theilen, so möchte seine Gegenwart in einem Gemeng von Proteinstoffen nicht als erwiesen zu betrachten sein, so lange man noch keine Krystalle von ihm erhalten hat. Aber krystallisiren nicht vielleicht alle Proteinkörper oder ein ihnen allen gemeinsamer, namentlich von Mineralstoffen getrennter Stoff? Hat man aber aus einer albuminösen Flüssigkeit wirklich Krystalle erhalten, so bedarf es einer sehr sorgfältigen Untersuchung, um die Identität derselben mit der Krystallsubstanz des Blutes zu erweisen.

1) *O. Funke*, Dissert. inaug. Lips. 1854; Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. 4, S. 484 bis 492 u. Bd. 2, S. 499—244 u. S. 288—292.

2) *F. Kunde*, ebendas. N. F. Bd. 2, S. 274—287.

3) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1852. S. 23—26 u. 78—84.

Physiologisches Verhalten.

Es ist schon in dem Obigen erwähnt worden, dass die krystallisirbare Substanz des Blutes nur in den gefärbten Blutkörperchen enthalten ist, wie namentlich *Funke* urgirt hat. Sie kommt aber, wie es nach den bisherigen Erfahrungen erscheint, in allen rothes Blut enthaltenden Thieren, obwohl in den oben angeführten, verschiedenen Modificationen vor, nur ist sie aus einem Blute leichter, als aus dem andern zu gewinnen. Unter »Blut« werden wir auf die Ansichten eingehen, die sich auf den physiologischen Werth dieser Substanz für den allgemeinen Stoffwechsel den bisherigen Thatsachen zufolge etwa aufstellen lassen.

Wir gehen nun zur Mittheilung des chemischen Verhaltens einiger Stoffe über, welche streng genommen nicht in die thierische Chemie gehören, da sie nur im Pflanzenreiche vorkommen; allein aus zwei Gründen dürfen wir sie hier nicht gänzlich übergehen; der chemische Grund ist nämlich der, dass wir dadurch neue Proteinkörper kennen lernen, welche den bisher beschriebenen zwar sehr ähnlich, aber doch von diesen verschieden sind, und dass wir auf diese Weise eine vollständigere Uebersicht über die ganze Gruppe der Proteinstoffe erhalten. Noch wichtiger ist der physiologische Grund: diese Stoffe sind es hauptsächlich, aus welchen im Organismus der pflanzenfressenden Thiere die bekannten thierischen Proteinkörper und demnach auch die festen Unterlagen des Körpers in den Geweben gebildet werden. Auf ihre eigentliche physiologische Bedeutung werden wir jedoch erst unter »Ernährung« (im 3. Th.) weiter eingehen.

Pflanzenleim.

Eigenschaften. Dieser Körper, der auch *Phytocolla*, *Glutin*, *Kleber* genannt wird, ist getrocknet durchscheinend, sehr hart, schwer pulverisirbar, im feuchten Zustande zusammenhängend, klebrig und elastisch, unlöslich in kaltem Wasser, sehr wenig in heissem; von siedendem Alkohol wird er leicht aufgelöst und durch Wasser wieder daraus gefällt; auch durch Quecksilberchlorid und essigsäures Bleioxyd wird er aus alkoholischer Lösung gefällt; in Essigsäure löst er sich unvollständig auf und scheint daher kein chemisch reiner Stoff zu sein. Im Uebrigen hat er alle Eigenschaften der Proteinkörper.

Zusammensetzung. Gefunden wurden im Pflanzenleim von

	Scherer ¹⁾	Jones ²⁾	Heldt ³⁾	Mulder ⁴⁾
Kohlenstoff	54,6	55,22	56,26	54,84
Wasserstoff	7,4	7,42	7,97	7,05
Stickstoff	15,8	15,98	15,83	15,71
Sauerstoff	} 22,2	} 21,38	} 19,94	} 21,80
Schwefel				
			400,00	400,00

Genauere Bestimmungen des Schwefels im Pflanzenleim wurden von Rüling⁵⁾ und Verdeil⁶⁾ vorgenommen; ersterer fand in dem aus Weizenmehl = 4,134 %, und letzterer in dem aus Roggenmehl = 0,985 % Schwefel.

Darstellung. Da dieser Körper sich vorzugsweise in dem Saamen der Getreidearten vorfindet, so gewinnt man ihn am besten aus dem Mehle derselben, wenn man dieses unter Wasser gehörig ausknetet, den Rückstand nach völliger Entfernung des Stärkmehls mit Alkohol auskocht und heiss filtrirt; beim Erkalten und Eindampfen schlägt er sich in weissen Flocken nieder.

Legumin.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet entweder einen weissen, perlmutterartig schillernden oder einen flockigen Niederschlag, wird beim Trocknen gelblich durchscheinend und brüchig; aus wässriger Lösung gerinnt er wie Albumin, wird aber aus derselben durch Essigsäure und Phosphorsäure praecipitirt gleich dem Casein. Das Legumin unterscheidet sich aber von dem letzteren erstens dadurch, dass es sich in concentrirter Essigsäure nicht auflöst, und zweitens, dass es, war es durch eine Säure praecipitirt, durch Digestion des Niederschlags mit kohlensaurem Kalk oder Baryt nicht wieder aufgelöst wird. Durch Lab soll es coagulirt werden. In Ammoniak und andern Alkalien ist es leicht löslich.

Zusammensetzung. Im Legumin wurde gefunden von

	Dumas u. Cahours ⁷⁾	Jones ⁸⁾	Rochleder ⁹⁾	Rüling ¹⁰⁾
Kohlenstoff	50,50	55,05	56,24	50,59
Wasserstoff	6,78	7,59	7,97	6,83
Stickstoff	18,17	15,89	15,83	16,54
Sauerstoff	} 24,55	} 21,47	} 19,96	} 25,57
Schwefel				
	400,00	400,00	400,00	400,00

1) Scherer, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 7.

2) Jones, ebendas. Bd. 40, S. 65—70.

3) Heldt, ebendas. Bd. 45, S. 198.

4) Mulder, Versuch einer allg. phys. Ch. Braunschw. 1844. S. 208.

5) Rüling, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 310.

6) Verdeil, ebendas. Bd. 58, S. 318.

7) Dumas und Cahours, Ann. de Chim. et de Phys. T. 6, p. 409.

8) Bence Jones, Ann. d. Ch. und Pharm. Bd. 40, S. 67.

9) Rochleder, ebendas. Bd. 46, S. 155.

10) Rüling, ebendas. Bd. 58, S. 310—315.

Die Differenz dieser Analysen ist so gross, dass aus ihnen ersichtlicher ist, als aus vielen andern, dass wir diese Stoffe noch nicht einmal rein auszuschleiden und zur Elementaranalyse vorzubereiten verstehen.

Darstellung. Da dieser Körper sich vorzüglich in Hülsenfrüchten befindet, hauptsächlich in Erbsen und Bohnen, so gewinnt man ihn am besten aus den letztern; der wässrige Auszug dieser Saamen ist von saurer Reaction, durch Neutralisation fällt der fragliche Stoff nieder; gereinigt wird er durch Auflösen in Ammoniak, Praecipitiren durch eine Säure und Extrahiren mit Alkohol und Aether. —

Ausser diesen Stoffen hat man im Pflanzenreiche, und zwar vorzugsweise in den Saamen, noch einige andre Stoffe gefunden, welche den Proteinkörpern des Thierreichs mehr oder weniger nahe stehen; zunächst hat man ein sog. Pflanzeneiweiss unterschieden, welches *Liebig Pflanzenfibrin* nennt; es ist in Wasser unlöslich und auch in seiner Zusammensetzung dem geronnenen, thierischen Eiweiss ähnlich; es bleibt ungelöst, wenn man aus dem Mehle das Amylon durch Auswaschen und den Pflanzenleim durch Alkohol entfernt hat. Die Diastase oder *Mucin*, welche sich beim Keimen des Getreides bildet und wohl ein Umwandlungsproduct der vorigen Stoffe ist, kennen wir ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften nach noch weniger. Das Emulsin oder die *Synaptase* der Mandeln gehört nach *Ortloff's*¹⁾ und *Buckland W. Bull's*²⁾ Untersuchungen den Proteinkörpern nicht an; schon der bedeutende Sauerstoffgehalt (26,56%) beweist dies.

Der thierischen Stoffe, die den Proteinkörpern angehörig, noch eben so wenig genau untersucht sind, als die obengenannten Pflanzenstoffe, giebt es mehrere; hieher gehören der sog. *Schleimstoff*, und jene einzelnen aus pathologischen Geschwülsten, *Pyin* genannten oder mit diesem verglichenen Stoffe, *Pepsin* und die *Peptone*, auf welche wir beim Verdauungsprocess etwas näher eingehen werden.

Abkömmlinge der Proteinkörper.

Die dieser Gruppe angehörigen Körper haben höchst verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften; ausser ihrem Stickstoffgehalte stimmen sie fast nur darin mit einander überein, dass sie blos im thierischen Körper vorkommen und dort hauptsächlich als Grundlage der Gewebe dienen; sie zeigen übrigens in ihrem Verhalten gegen Essigsäure und Blutlaugensalz, gegen concentrirte Salzsäure und Salpetersäure keine

1) *Ortloff*, Arch. d. Pharm. Bd. 48, S. 12—27.

2) *Buckland W. Bull*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 445—462.

der wesentlichsten Eigenschaften der Proteinstoffe. Nur vier von diesen Stoffen sind bis jetzt genauer untersucht, obwohl über ihre innere chemische Constitution noch ebensoviel Zweifel walten, wie über die der Proteinkörper.

Der Schleimstoff steht gewissermassen mitten inne zwischen den eben betrachteten Proteinkörpern und ihren Abkömmlingen, wir gehen aber, da seine Eigenschaften und seine Constitution noch nicht genauer erkannt ist, erst im 2. Th. unter »Schleim« etwas näher auf diesen Gegenstand ein.

Thierischer Leim.

Unter Leim oder Gallerte versteht man solche Thiersubstanzen, welche sich nicht als solche schon gebildet im thierischen Organismus vorfinden, sondern sich erst aus gewissen festen, thierischen Theilen durch blosses Kochen mit Wasser bilden, so dass der bis jetzt noch nicht eruirte Stoff, aus dem sich jene Körper so leicht erzeugen, als die organische Grundlage der meisten thierischen Gewebe angesehen werden kann. Jene einander höchst ähnlichen Körper, die wir mit dem gemeinschaftlichen Namen des *Leims* oder der *Gallerte* belegen, zeichnen sich insbesondere durch die Eigenschaften aus: in kaltem Wasser anzuschwellen und sehr durchscheinend zu werden, in heissem sich aufzulösen, beim Erkalten aber als durchscheinende, schlüpfrige Massen wieder auszuscheiden, und durch Chlor, Gerbsäure und mehrere Erd- und Metallsalze noch aus den verdünntesten Auflösungen gefällt zu werden.

Man hat hauptsächlich zwei Arten von Leim unterschieden, nämlich *Knochenleim*, *Tischlerleim* oder *Glutin*, und *Knorpelleim* oder *Chondrin*, wiewohl auch hier, wie bei den Proteinkörpern, mehrere Modificationen vorzukommen scheinen.

Knochenleim.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. In reinem Zustande erscheint der Knochenleim in farblosen, durchsichtigen Stücken, die hart, hornartig, spröde, schwerer als Wasser, ohne Geruch und Geschmack sind und keine Reaction auf Pflanzenfarben zeigen; beim Reiben hängt er sich nicht, wie die Proteinkörper, an das Pistill.

In kaltem Wasser erweicht der Leim, quillt auf und verliert seine Durchsichtigkeit; in warmem Wasser löst er sich zu einer farblosen, schleimigen Flüssigkeit, aus der er sich beim Erkalten als Gallerte ausscheidet, was bei gutem, hartem Leim nach *Bostock's* Versuchen noch bei einer 400fachen Verdünnung geschieht; durch wiederholtes Auflösen in heissem Wasser verliert er aber die Eigenschaft, zu gelatiniren; an der Luft säuert gelatinirter Leim allmählig und verliert dadurch ebenfalls das

Vermögen, zu gestehen und zu binden. In Alkohol, Aether, Fetten und flüchtigen Oelen ist er völlig unlöslich; durch *Alkohol* wird er aus seiner warmen Lösung zu einer weissen, zusammenhängenden, fast fasrigen Masse coagulirt, die von reinem Wasser leicht wieder in der Wärme gelöst wird.

Säuren und *Alkalien* bringen aus den wässrigen Lösungen des Leims keinen Niederschlag hervor; letztere schlagen in verdünntem Zustande etwas Knochenerde nieder. Unter den organischen Säuren giebt nur *Gerbstäure* einen weissen, käseartigen Niederschlag aus Leimlösung und zwar noch bei 5000facher Verdünnung.

Unter den *Erd-* und *Metallsalzen* wird Glutin nur durch Quecksilberchlorid, Platinchlorid und schwefelsaures Platinoxyd gefällt; *Kalium-eisencyanür* schlägt ihn weder aus neutralen noch aus sauren Auflösungen nieder. Sehr stark ist dagegen die Einwirkung von *Chlor*, *Brom* und *Jod* auf Leimlösung; das erstere scheidet sogleich ein Gerinnsel aus, welches hie und da fadenartig ist und nach längerer Einwirkung Verbindungen von chloriger Säure mit unzersetztem Leim hervorbringen soll. *Kreosot* macht die klare Lösung milchig trübe; Alaunerde-, Quecksilberoxydul-, Silber-, Kupfer- und Bleioxydsalze, so wie Eisenoxydul- und Oxydsalze bringen in Knochenleimlösungen keine Reaction, zuweilen aber eine geringe Trübung hervor, ebenso verhält sich basisch essigsäures Bleioxyd. *Basisch schwefelsaures Eisenoxyd* erzeugt aus Leimlösungen einen voluminösen Niederschlag, welcher beim Trocknen granatroth wird.

An der Luft geht der Knochenleim, wenn er feucht ist, sehr schnell in *Fäulniss* über; anfangs wird er sauer, später entwickelt er aber sehr viel Ammoniak; nach *Gannal*¹⁾ gehen die leimgebenden Gewebe unter allen festen Thierstoffen am leichtesten in Fäulniss über.

Beim *Erhitzen* erweicht trockner Leim, bläht sich auf, riecht nach verbranntem Horn, entzündet sich nur schwer und hinterlässt nach kurz vorübergehender Flamme eine voluminöse, blasige, glänzende Kohle, welche, vollkommen verbrannt, mehr oder weniger phosphorsauren Kalk hinterlässt. Die Producte der trocknen Destillation des Leims sind die aller Thierstoffe; vorzüglich wird viel kohlen-saures Ammoniak, Picolin und Butylamin (Petinin) erzeugt.

Durch Kochen mit concentrirter *Salpetersäure* wird der Leim allmählig in Oxalsäure, Zuckersäure, eine talgartige und eine gerbsäureähnliche Substanz umgewandelt. In concentrirter *Schwefelsäure* löst er sich zu einer farblosen Flüssigkeit auf, welche beim Kochen allmählig Leucin, Glycin und andre Stoffe liefert. Wird er aber mit *Schwefelsäure* und *Braunstein* oder *doppeltchromsaurem Kali* behandelt, so liefert er nach *Schlieper*²⁾ und *Guckelberger*³⁾ die meisten der sogenannten flüchtigen

1) *Gannal*, Hist. de l'embaumement etc. Paris 1838.

2) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 1—32.

3) *Guckelberger*, ebendas. Bd. 64, S. 39—100.

Fettsäuren, ausserdem aber das sogenannte Valeronitril, Blausäure, flüchtiges Bittermandelöl, Benzoesäure und einige Aldehyde, giebt also ganz dieselben Zersetzungsproducte wie die Proteinkörper; er unterscheidet sich von denselben aber dadurch, dass er noch weniger Essigsäure liefert als Fibrin, sehr wenig Benzoesäure und Bittermandelöl, dagegen mehr Baldriansäure, alsirgend ein Proteinkörper.

Durch Kochen oder Schmelzen mit *Kalihydrat* wird der Leim unter Entwicklung ammoniakalischer Dämpfe grösstentheils in Leucin und Glycin zerlegt.

Zusammensetzung. Der Knochenleim ist von *Mulder*¹⁾, *Scherer*²⁾, *Goudoever*³⁾ analysirt worden; sie fanden darin:

	<i>Mulder</i> ,	<i>Scherer</i> ,	<i>Goudoever</i> ,
Kohlenstoff	50,40	50,76	50,00
Wasserstoff	6,64	7,15	6,72
Stickstoff	18,34	18,32	—
Sauerstoff	24,62	23,77	—
	100,00	100,00	

Aus diesen Analysen hat sich noch keineswegs mit Sicherheit eine chemische Formel ableiten lassen. *Mulder* berechnete ursprünglich dafür $C_{11} H_{10} N_2 O_3$, *Liebig* $C_{12} H_{10} N_2 O_{20}$. Man hat sich bei diesen Berechnungen vorzüglich auf die chlorig-sauren Verbindungen gestützt.

*Schlieper*⁴⁾ hat im Leim, aus Knochen und aus Elfenbein dargestellt, = 0,12 bis 0,14% Schwefel gefunden.

Darstellung. Um aus dem käuflichen Leime, welcher gewöhnlich durch Kochen von Hautabfällen, Sehnen, Knorpeln und Schwimmblasen mancher Fische gewonnen wird, ein möglichst reines Glutin darzustellen, empfiehlt *Berzelius*, denselben in Wasser einzuweichen, öfter auszudrücken und ihn dann in kaltem Wasser in einem leinenen Sacke aufzuhängen, damit alle noch rückständigen, in Wasser löslichen Substanzen, vom Wasser aufgelöst, sich zu Boden senken; nachdem so alles Lösliche entfernt worden ist, wird der im Sack enthaltene aufgeweichte Leim bis + 50° erwärmt, wo er ganz flüssig wird, und dann schnell filtrirt. Auf dem Filter bleiben die albuminösen und schleimigen Theile zurück, während die heisse Leimlösung durch das Filter geht und sehr bald wieder gelatinirt.

Um aus den Knochen Glutin zu bereiten, digerirt man dieselben zur Extraction der Knochenerde längere Zeit mit verdünnter Salzsäure, lässt den rückständigen Knorpel dann zur Entfernung der adhaerirenden Salzsäure längere Zeit in reinem Wasser liegen, und kocht ihn endlich mit

1) *Mulder*, *Bullet. de Néerlande*. T. 4, p. 23. *Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 46, S. 205—207.

2) *Scherer*, *Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 40, S. 46—49.

3) *Goudoever*, ebendas. Bd. 45, S. 62—67.

4) *Schlieper*, ebendas. Bd. 53, S. 379—384.

Wasser. Der aus den Knochen, Häuten und Sehnen erhaltene Leim bleibt indessen immer etwas gelblich gefärbt.

Reines, farbloses Glutin erhält man nur aus dem Zellgewebe, geraspeltem Hirschhorn, Kalbsfüssen und der Schwimmblase mehrerer Fische, indem man dieselben bis zur völligen Lösung kocht, heiss filtrirt, und nach der oben von *Berzelius* angegebenen Methode von fremdartigen Substanzen befreit.

Verbindungen. Leitet man *Chlorgas* in eine wässrige Leimlösung, so wird jede einzelne Gasblase von einer Leimhaut umhüllt; die Flüssigkeit selbst wird milchig, auf ihrer Oberfläche setzen sich weisse Flocken ab und am Boden des Gefässes scheidet sich eine halb durchscheinende Gallert aus. Die an der Oberfläche ausgeschiedene Substanz ist schaumig, schneeweiss, zäh und elastisch, riecht deutlich nach chloriger Säure, und kann unter $+ 40^{\circ}$ getrocknet werden, ohne sich zu färben: ist sie etwas getrocknet, so lässt sie sich bei $+ 400^{\circ}$ von allem Wasser befreien und verliert auch dann erst allen Geruch nach chloriger Säure. In diesem Zustande ist der Körper weiss, leicht pulverisirbar, in Wasser und Alkohol unlöslich. Mit Ammoniak übergossen, entwickelt der Körper Stickstoff und hinterlässt Salmiak und unveränderten Leim.

Die Einwirkung der *Säuren* auf Glutin ist im Ganzen noch wenig untersucht; mit verdünnteren Mineralsäuren scheint es Verbindungen einzugehen, die jedoch wie das reine Glutin beim Erkalten gelatiniren. Concentrirte *Essigsäure* löst in Wasser erweichten Leim auf, und benimmt ihm die Eigenschaft, beim Erkalten zu gelatiniren, nicht aber die, beim Eintrocknen zu leimen.

Verbindungen von Glutin mit *Alkalien*, *Erden* und reinen *Metalloxyden* sind zur Zeit noch nicht bekannt. Aetzkalk löst sich in Leimwasser auf. Dagegen kann das Glutin sich mit mehreren *basischen Salzen* verbinden; frischgefällte Knochenerde löst sich in nicht unbedeutender Menge in Glutinlösung auf.

Leimlösungen geben mit Alaun sowie mit schwefelsaurem Eisenoxyd nur auf Zusatz eines Alkalis Niederschläge, die aus Glutin und einem basischen Salz = Al S und Fe S_2 bestehen. Der durch schwefelsaures Platinoxid entstandene Niederschlag scheint basisch schwefelsaures Platinoxid = Pt S zu enthalten.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. *Haller* sagte: *Dimidium corporis humani gluten est.* Man fand indessen sehr bald, dass dieser Satz dahin abgeändert werden müsse, dass fast die Hälfte der festen Theile des thierischen Körpers sich durch Kochen mit Wasser in Leim verwandeln lasse, dass aber der Leim als solcher durchaus noch nicht im thierischen Körper enthalten sei. Lange hat man noch darüber gestritten, ob wenigstens nicht in der Schwimmblase gewisser Fische der Leim bereits fertig gebildet vorkomme; wiewohl

auch dieses nicht wahrscheinlich ist. Neuerdings hat jedoch *J. Scherer*¹⁾ im leuchaemischen Blute einen Stoff gefunden, der allen seinen Reactionen nach nichts anders als Knochenleim sein kann und daneben einen Körper, der in seinem chemischen Verhalten mitten inne zwischen den Proteinstoffen und leimartigen Stoffen steht.

Bemerkenswerth ist noch, dass Embryonen bis zu den letzten Zeiten ihres Lebens im Ei kein leimgebendes Gewebe enthalten (*Hoppe*²⁾). Thierische Zellenmembranen und Zellenkerne scheinen nie aus leimgebenden Materien zu bestehen (*Hoppe*).

Man theilte die Gewebe des menschlichen Körpers in leimgebende und eiweissartige; so viel passendes diese Eintheilung anfangs zu haben schien, so widersprachen ihr doch bald die Erfahrungen von Chemikern und Anatomen; *Berzelius* und *E. H. Weber* sahen sich nämlich, da sie namentlich die permanenten Knorpel nicht durch Kochen in Leim verwandeln, und doch in ihnen auch nichts Eiweissartiges wahrnehmen konnten, veranlasst, die Knorpel in leimgebende und nicht leimgebende einzutheilen und somit die ältere Eintheilung der Gewebe aufzugeben. *Joh. Müller* beschäftigte sich später genauer mit der Structur und Constitution der Knorpel und fand, dass auch die permanenten Knorpel und Faserknorpel, die man bisher für nicht leimgebend gehalten hatte, durch mehrstündiges anhaltendes Kochen in eine gelatinirende und leimende Substanz verwandelt werden könnten; zugleich entdeckte er aber auch, dass diese Substanz in vielen andern Eigenschaften nicht mit dem gewöhnlichen Leim übereinstimme; er nannte dieselbe daher Knorpelleim oder Chondrin.

Der Knochenleim wird nur aus folgenden Geweben durch längeres oder kürzeres Kochen mit Wasser erhalten: aus den Knorpeln der Knochen (nach der Ossification), aus den Sehnen, dem Corium, Kalbsfüssen, Hirschhorn, der Hausenblase, den Fischechuppen und den permanenten Knorpeln, sobald diese krankhaft verknöchert sind. Die Umwandlung dieser thierischen Theile in Glutin geht vor sich, ohne dass ein Gas aus der Flüssigkeit entwickelt oder aus der Luft absorbirt wird; Säuren befördern diese Metamorphose wie so viele ähnliche in der organischen Chemie, die auch schon durch blosses Kochen statt haben, aber durch Säuren schleuniger vor sich gehen; wir brauchen hier nur an das Stärkmehl zu erinnern. Uebrigens werden wir auf diesen Gegenstand wieder zurückkommen, wenn von den betreffenden Geweben selbst und ihrem Verhältniss zum Leime die Rede sein wird.

Ursprung. Die Entstehung des Leims aus den leimgebenden Geweben haben wir so eben angedeutet; ein Vergleich der Analysen reinen Leims mit denen jener Gewebe wird uns später lehren, dass die chemische Zusammensetzung gar nicht oder nur um einige Atome Wasser diffe-

1) *J. Scherer*, Verh. der physik.-medic. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 321—325.

2) *Hoppe*, Arch. f. pathol. Anatom. Bd. 5, S. 474.

riert; es scheint also bei der Leimbildung die Gewebsmaterie nur eine Umlagerung ihrer Atome, eine Metamerie, zu erleiden, oder höchstens Wasser aufzunehmen, ganz so wie Amylon, Inulin, Lichenin durch längeres Kochen in Dextrin oder Krümelzucker umgewandelt werden.

Ebenso werden wir erst bei der Zellenbildung und Entwicklungsgeschichte auf die Entstehung des leimgebenden Stoffs aus dem eiweissartigen ausführlicher zurückkommen.

Nutzen. Es geht aus dem eben Gesagten hervor, dass hier eigentlich nicht die Rede davon sein kann, welchen Nutzen der Leim im thierischen Körper habe. Die Gewebe selbst, aus denen wir beim Kochen Leim erhalten, gehen nur die Histologie an, und liegen für jetzt noch wenig in dem Bereiche der chemischen Untersuchung. Schon eine oberflächliche Betrachtung des Thierkörpers lehrt uns, dass die leimgebenden Gewebe meist zu den sogenannten niedern Geweben gehören, welche nur durch ihre physischen Eigenschaften nützen; sie geben häufig den Muskeln feste Ansatzpunkte, bilden um edle, leicht verletzbare Theile feste Hüllen, machen die Bewegungen des Körpers ihrer Elasticität wegen gleichmässiger, schützen den Körper vor den nachtheiligen Folgen starker Erschütterungen, geben ihrer schlechten Wärmeleitungsfähigkeit wegen dem Körper Schutz gegen schnellen Temperaturwechsel, und nützen zuweilen, wie in der Cornea ihrer Durchsichtigkeit halber, als brechende Medien.

Knorpelleim.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das Chondrin erscheint trocken als durchsichtige, hornartige, glänzende Masse, meist hellbraun, doch minder gefärbt, als Knochenleim; es ist ziemlich hygroskopisch und sehr spröde, wird durch Reiben nicht elektrisch; specifisches Gewicht = 1,378, löst sich in kochendem Wasser etwas schwerer, als Glutin; quillt in Wasser zu seinem 11 bis 12fachen Volumen auf. Bei längerem Kochen, namentlich im Papin'schen Digestor, verwandelt es sich in einen in Wasser löslichen Körper, ohne dabei Gas zu entwickeln oder zu absorbiren. Wird es sehr lange gekocht, so bildet sich ein amorpher, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslicher Körper, der jedoch in Alkalien sich leicht auflöst (Hoppe¹). Mit Essigsäure giebt es einen feinkörnigen im Ueberschuss derselben unlöslichen Niederschlag; es geht dabei keine chemische Verbindung mit der Säure ein; setzt man zu Chondringallert Essigsäure, so schrumpft es um sein halbes Volumen zusammen, erlangt aber sein ursprüngliches wieder durch Auswaschen. Rücksichtlich seines Verhaltens zu den indifferenten Lösungsmitteln, gegen Hitze und gegen Quecksilberchlorid, Gerbsäure

1) Hoppe, Journ. f. pr. Chem. Bd. 56, S. 429.

und Chlor stimmt es ganz mit dem Glutin überein; indessen ist sein Verhalten zu Säuren und den meisten Metallsalzen ein ganz anderes. Die meisten andern Säuren geben aus Chondrinlösungen Niederschläge, welche aber, wegen der Leichtigkeit, mit welcher sie sich schon in einem geringen Ueberschuss von Säure wieder auflösen, sehr leicht übersehen werden können. *Alaun*, *Eisen-* und *Kupfervitriol*, *neutrales* und *basisch essigsaures Bleioxyd*, *schwefelsaures Eisenoxyd*, *salpetersaures Silberoxyd* und *Quecksilberoxydul* bewirken starke Fällungen. Die durch Alaunerdesalze bewirkten Niederschläge bilden weisse, compacte Flocken, welche beim Trocknen sehr zusammenbacken; dieselben sind auch in Wasser unlöslich, lösen sich aber im Ueberschuss des Erdsalzes, so wie in Lösungen von Kochsalz und essigsauren Alkalien wieder auf. Der durch schwefelsaures Eisenoxyd entstandene Niederschlag löst sich nicht in einem Ueberschuss des Fällungsmittels, wohl aber im Kochen auf. Im Uebrigen verhält sich das Chondrin gegen Alkohol, Kreosot, Chlor, Brom, Jod und Kaliumeisencyanür, so wie gegen Hitze oder die gewöhnlichen atmosphärischen Einflüsse ganz wie das Glutin; indessen sind seine Verbindungen mit andern Körpern und seine Zersetzungsproducte noch keineswegs näher untersucht. Mit Schwefelsäure behandelt giebt es nach *Hoppe* nur Leucin und kein Glycin. Wird schweflige Säure durch eine warme Chondrinlösung geleitet, so wird es anfangs gefällt, später aber unter Ammoniakentwicklung und Bildung von Leucin und andern Producten zersetzt. Beim Kochen mit Alkalien wird das Chondrin allmählig unter Ammoniakentwicklung zersetzt. Bei Behandlung mit stärkerer Kalilauge oder beim Zusammenschmelzen mit Kalihydrat bildet sich Glycin, Leucin und andre Zersetzungsproducte (Tyrosin konnte *Hoppe* nicht auffinden). Auch bei der Fäulniss des Chondrins bildet sich nach *Hoppe* ausser andern Zersetzungsproducten Leucin neben einer andern krystallisirbaren Materie. Bei Oxydation mit Chromsäure entwickelt es viel Blausäure aber weder Ameisensäure noch Essigsäure.

Zusammensetzung. *Mulder*¹⁾ hat auch das Chondrin zuerst einer Elementaranalyse unterworfen; er fand darin ausser den gewöhnlichen Elementen animalischer Substanzen etwas freien Schwefel, so wie über 4% einer meist aus Knochenerde bestehenden Asche. Später ist es auch von *Scherer*²⁾ und *Schröder*³⁾ analysirt worden; diese Analysen ergaben:

	<i>Mulder.</i>	<i>Scherer.</i>	<i>Schröder.</i>
Kohlenstoff	49,96	50,754	49,88
Wasserstoff	6,63	6,904	6,64
Stickstoff	14,44	14,692	—
Sauerstoff	28,59}	27,650	—
Schwefel	0,38}		
	100,00	100,000	

1) *Mulder*, *Natuur en Scheik. Arch.* 4837, p. 450 und 4838, p. 463.

2) *Scherer*, *Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 40, S. 49—54.

3) *Schröder*, ebendas. Bd. 45, S. 52—58.

Mulder construirt hieraus die Formel $C_{32} H_{26} N_4 O_{14}$, *Scherer* $C_{38} H_{30} N_6 O_{20}$. *Hoppe*, der das Chondrin bisher am sorgfältigsten untersucht hat, fand in dem salzhaltigen Chondrin 6,28%, in dem mit Essigsäure behandelten dagegen nur 0,68% Salze.

Darstellung. Das Chondrin erhält man am leichtesten durch 18- bis 24stündiges Kochen von Rippen-, Kehlkopf- oder Gelenkknorpeln mit Wasser; um die Chondringallerte zu reinigen, verfährt man wie beim Glutin, und zieht den getrockneten Rückstand mit Alkohol aus. *Hoppe* empfiehlt folgende Methode: die Knorpel werden zur Loslösung des Perichondriums etwas gekocht, dann nach Entfernung desselben in dünne Stücke geschabt, einige Stunden in kaltem Wasser macerirt und sodann in einem von ihm modificirten Papin'schen Topfe $\frac{3}{4}$ bis 1 Stunde lang unter einem Drucke von 2 bis 3 Atmosphären gekocht, wobei der grösste Theil der Knorpelsubstanz sich löst. Ist der Topf auf 100° erkaltet, so wird die Flüssigkeit möglichst schnell filtrirt, das Filtrat eingedampft, mit kaltem Wasser behandelt, der Rückstand wieder getrocknet, gepulvert, mit Alkohol ausgekocht und sodann bei 120° getrocknet. Will man die anorganischen Salze entfernen, so ist die Chondrinlösung gleich nach dem ersten Filtriren mit Essigsäure zu fällen, nach dem Abgiessen der Flüssigkeit der Niederschlag aber mit Wasser zu behandeln; es wird indessen nach Entfernung der Salze ziemlich schwer löslich in kochendem Wasser.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. In Bezug auf das Vorkommen des Chondrins im thierischen Organismus gilt ganz dasselbe, was oben vom Glutin gesagt worden ist; das Chondrin findet sich nicht fertig gebildet im Organismus, sondern es wird durch längeres Kochen gewisser Gewebe mit Wasser gebildet; alle permanenten Knorpel liefern in gesundem Zustande Chondrin beim Kochen, eben so Gelenk- und Faserknorpel so wie auch die in sg. Enchondromen enthaltene Materie (*Hoppe*). Merkwürdig ist die schon oben berührte, von *J. Müller* entdeckte Thatsache, dass die Knochenknorpel nicht nur vor der Ossification Chondrin geben, sondern auch zuweilen in Folge von krankhaften Veränderungen und besonders Auftreibungen. Es geht hieraus hervor, dass Chondrin und Glutin trotz ihrer völlig verschiedenen Zusammensetzung in einer bestimmten Relation zu einander stehen müssen. Welches aber diese Relation ist, lässt sich zur Zeit noch keineswegs errathen.

Uebrigens finden sich in den thierischen Organismen noch mehr leimartige Körper, welche weder zu dem Chondrin noch zu dem Glutin gezählt werden können. So hat *J. Müller* gezeigt, dass z. B. in der *Osteomalacie*, wo der phosphorsaure Kalk zuweilen ziemlich geschwunden ist, die Knochen weder Glutin noch Chondrin geben, dass ferner aus dem *elastischen Gewebe* der Arterien nach lange fortgesetztem Kochen eine Art Leim erhalten werde, welche sich vom Chondrin blos dadurch unterscheidet, dass sie nicht von schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt wird; dass die Knochen der Knorpelfische durch Kochen in eine nicht gelatinirende, aber sehr gut leimende Substanz verwandelt werden, welche übrigens dem Chondrin ähnlich sich gegen Essigsäure und Metallsalze verhält, durch Platin-, Silber- und Goldoxydsalze

aber nicht gefällt wird, dass endlich die ossificirten Fischknorpel beim Kochen eine nicht gelatinirende Flüssigkeit liefern, welche zwar durch Gerbsäure, aber nicht durch Essigsäure und Thonerdesalze gefällt wird, und demnach mehr dem Glutin ähnelt.

Ursprung. Schon unter dem Glutin ist angedeutet worden, dass wir über die Entstehung des Chondrins noch völlig im Dunkeln sind; es ist höchst wahrscheinlich nach obigen Erfahrungen *J. Müller's*, dass das Glutin sich aus dem Chondrin bilde; wie? darüber muss die Zukunft entscheiden.

Nutzen. Die chondringebenden Gewebe des thierischen Körpers nützen durch dieselben physischen Eigenschaften, wie die glutinengebenden; namentlich tritt in ihnen die Elasticität als eine ihrer wichtigsten Eigenschaften hervor.

F i b r o i n.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Weisse, amorphe Masse, ohne Geruch und Geschmack, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, wird von concentrirter Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure aufgelöst, aus der mit Wasser verdünnten Säure aber durch Gerbsäure niedergeschlagen; in Essigsäure und Ammoniak unauflöslich; in concentrirter Kalilauge wird es aufgelöst und dabei in verschiedene Stoffe zersetzt. Beim Erhitzen wird diese Substanz unter Entwicklung von Ammoniak und brenzlichen Dämpfen zerstört.

Zusammensetzung. Dieser Körper ist von *Mulder*¹⁾ entdeckt und analysirt worden; er besteht nach seinen Analysen (im Mittel von vier Verbrennungen) aus:

Kohlenstoff	48,61
Wasserstoff	6,50
Stickstoff	17,34
Sauerstoff	27,55
	100,00

Mulder berechnet hieraus die Formel: $C_3, H_{31} N_6 O_{17}$, wornach das Fibrin — ist 3 At. Leim unter Aufnahme von 4 At. Sauerstoff und 4 At. Wasser, denn 3 ($C_3, H_{10} N_2 O_3$) + $HO + O = C_3, H_{31} N_6 O_{17}$. *Mulder* fand übrigens mit *Croockewit*²⁾, dass die Substanz des gewöhnlichen Badeschwamms denselben Stoff nur in Verbindung mit Jod, Schwefel und Phosphor enthalte und betrachtet nach *Croockewit's* Analysen dieselben als bestehend aus: 20 At. Fibrin, 4 At. Jod, 3 At. Schwefel und 5 At. Phosphor; denn es wurde in dem Schwamme 4,08% Jod, 0,50% Schwefel und 4,90% Phosphor neben den Elementen des Fibrins gefunden.

Darstellung. Seidenfäden oder Herbstfäden werden mit Wasser

1) *Mulder*, Natur en Scheik. Archief. D. 3, p. 93. D. 5, p. 284.

2) *Croockewit*, Scheik. Onderz. D. 2, p. 4.

und starker Essigsäure so lange ausgekocht, bis die eiweissartige und leimartige Substanz derselben aufgelöst ist. Die Schwammsubstanz wird auf gleiche Weise gereinigt.

Physiologisches Verhalten.

Diese Substanz ist bis jetzt nur in dem erwähnten Secret von Raupen und Spinnen gefunden worden; ursprünglich ist sie, wie physiologische Untersuchungen zeigen, eine schleimige Flüssigkeit, die von den Spinngefässen jener Thiere abgesondert, erst an der Luft erhärtet. Unter dem Mikroskop erscheint die flüssige Masse vollkommen amorph.

Der Badeschwamm ist bekanntlich das trockne Skelet eines Thieres, welches zu den Poriferen (*Grant.*) gehört und *Spongia officinalis* (*Linn.*) genannt wird. Die chemische Constitution spricht unter andern Gründen auch dafür, dass die *Spongia* zu den Thieren und nicht zu den Pflanzen gehört, da wir nirgends im Pflanzenreiche einer dem Fibrin auch nur entfernt ähnlichen Substanz begegnen.

Da die Physiologie jener niedern Thiere noch so wenig erforscht ist, so lässt sich über die Entstehung jener Substanz um so weniger eine Hypothese aufstellen, als trotz der genauesten Analysen *Mulder's* die innere chemische Constitution dieser Substanz noch keineswegs als erforscht angesehen werden kann. *Mulder's* Vergleich der Zusammensetzung dieses Körpers mit der des Leims kann nicht mehr andeuten, als die Analogie im Bezug auf den physiologischen Werth beider Substanzen, d. h. die Natur erzeugt auch in diesen niedern Thieren ein ähnliches Atomenaggregat, um die feste Grundlage jener wenig vitalen oder vielmehr ganz leblosen Gewebe zu bilden. Der Nutzen dieser Substanz ist daher nur ein rein mechanischer.

Chitin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Substanz, die von *Lassaigne* auch *Entomaderm* genannt wurde, ist ein weisser amorpher Körper, der meist die Form des Gewebes behält, aus welchem er dargestellt worden ist; er ist in Wasser, Essigsäure und Alkalien unlöslich; wird aber von concentrirter Salpetersäure und Salzsäure ohne Färbung aufgelöst; aus dieser Lösung bewirkt Gerbsäure nach der Neutralisation mit Ammoniak einen Niederschlag. In concentrirter Schwefelsäure quillt es auf und zerfliesst ohne Farbenveränderung, allmählig scheidet sich jedoch eine schwarze Masse ab, während Essigsäure und essigsaurer Ammoniak in Lösung bleibt; schweflige Säure oder Ameisensäure wird dabei nicht gebildet. Durch die concentrirteste Kalilösung wird es selbst beim Sieden nicht zersetzt; in verschlossenen Röhren mit Wasser bis 280° erhitzt wird es

braun und brüchig, ohne dass eine Structurveränderung durch das Mikroskop an ihm wahrgenommen werden kann. Bei der trocknen Destillation dieser Substanz ist zweierlei bemerkenswerth; sie schmilzt nämlich nicht und hinterlässt eine Kohle, die bei der mikroskopischen Untersuchung immer noch die Form des ursprünglichen Gewebes zeigt; ferner aber giebt sie trotz ihres Stickstoffgehaltes saure Destillationsproducte, in denen ausser Wasser und Essigsäure essigsäures Ammoniak und etwas brenzliches Oel gefunden werden.

Zusammensetzung. Dieser Körper ist von *Lassaigne*¹⁾, *Payen*²⁾ untersucht und von *C. Schmidt*³⁾ am genauesten erforscht worden. *Payen*²⁾ fand viel zu wenig Stickstoff. Die Resultate einiger Versuche, die ich mit dem Chitin angestellt habe, stimmen vollkommen mit denen *Schmidt's* überein. Es wurde gefunden von

	<i>Schmidt.</i>	<i>Lehmann</i> ⁴⁾ .
Kohlenstoff	46,64	46,734
Wasserstoff	6,60	6,594
Stickstoff	6,56	6,493
Sauerstoff	40,20	40,179
	400,00	400,000

Als einfachsten Ausdruck für diese Zusammensetzung nimmt *Schmidt* die Formel: $C_{17} H_{14} N O_{11}$ an. Derselbe macht insbesondere auf das eigenthümliche Verhalten dieses Körpers bei seiner Zersetzung in der Hitze sowohl, als durch Säuren aufmerksam, und kommt zu dem sehr interessanten Resultate, dass dieser den vegetabilischen Stoffen und vorzugsweise der Pflanzenfaser so ähnliche Körper als zusammengesetzt betrachtet werden kann aus einem der Cellulose ähnlichen Kohlenhydrat und einem stickstoffhaltigen Körper, welcher die Zusammensetzung der Insectenmuskelfaser hat. Letztere berechnet er aus seinen Analysen zu: $C_8 H_6 N O_2$; daher $C_{17} H_{14} N O_{11} = C_8 H_6 N O_2 + C_9 H_8 O_9$.

Darstellung. Man gewinnt diesen Körper am besten aus den Flügeldecken der Maikäfer, indem man dieselben mit Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure und Alkalien auskocht, wobei der Körper stets die Structur der Flügeldecken oder die anderer Insectengewebe, aus denen er dargestellt wurde, vollkommen beibehält.

Physiologisches Verhalten.

Dieser Körper bildet das eigentliche Skelet aller Insecten, zu denen auch in dieser Hinsicht die Krebse gehören; er bildet aber nicht blos das äussere Gerüst derselben, die Schuppen und Haare u. dergl., sondern constituirt auch die Tracheen derselben und dringt so in die feinsten Theile der Organe ein, ja selbst eine Schicht des Darmcanals der Insecten

1) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 9, p. 379.

2) *Payen*, Compt. rend. T. 47, p. 227.

3) *C. Schmidt*, zur vergleichend. Physiol. der wirbellos. Th. 1843, S. 82—69.

4) *Lehmann*, Jahresber. d. ges. Med. 1844, S. 7.

besteht aus Chitin; man kann daher alle diese Theile durch Behandlung der Insecten mit Kalilauge sehr gut darstellen und dann noch mikroskopisch die feinsten Theile z. B. Klappen der Tracheenmündungen untersuchen.

Sollte sich die angeführte Hypothese *Schmidt's* über die Constitution des Chitins durch weitere Untersuchungen bestätigen, so würde die Entstehung des Chitins aus den Nahrungsstoffen der Insecten uns sehr erklärlich dünken.

Das Chitin ist, wenn wir seine Verwendung im Insectenorganismus berücksichtigen, diejenige Substanz, welche den Namen einer histogenetischen am meisten verdient.

Ehe wir die organischen Substrate des thierischen Organismus verlassen, sei es erlaubt noch einen Rückblick auf die Anordnung zu werfen, in welcher wir jene Stoffe betrachtet haben. Wir bemerkten bereits im Eingange der Zoochemie, dass eine physiologische Eintheilung der thierischen Stoffe mit einer chemischen vollkommen coincidiren müsse; wir haben uns jetzt am Ende der Zoochemie überzeugt, dass leider unsre Kenntniss der organischen Substrate des Thierkörpers immer noch sehr mangelhaft ist; wir konnten daher vorläufig nur den praktischen Gesichtspunkt bei Eintheilung und Einreihung der einzelnen Stoffe festhalten, indem wir von den einfacher constituirten Stoffen zu den complicirteren übergangen und dabei versuchten, die chemisch ähnlichen mit den physiologisch gleichwerthigen zusammenzustellen. Die Mangelhaftigkeit der von uns gewählten Anordnung der einzelnen Gegenstände mag in der oft hervorgehobenen und offen bekannten Mangelhaftigkeit unsrer Kenntnisse ihre Entschuldigung finden. Denn je weniger die Natur der gewöhnlichen Einschachtelungsweise, der beliebten Systemmacherei zu Hülfe kommt, desto mehr muss gerade in einer Disciplin, die sich mit Erklärung des Ablaufs von *Naturprocessen* beschäftigt, nach bestimmten *einheitlichen Momenten* gesucht werden, aus denen die unendliche Mannigfaltigkeit der Eigenschaften der Stoffe und der Erscheinungen abzuleiten und ein wahrhaft wissenschaftliches Ganze herzustellen ist. Das müßige Zusammenwürfeln lose unter einander zusammenhängender oder ganz beziehungsloser Eigenschaften ist es, was das Studium der Chemie überhaupt so ausserordentlich erschwert und es zum blossen Gedächtnisswerk herabgewürdigt hat. Es fehlt uns in der Chemie fast noch gänzlich an logischen Begriffen, d. h. von den meisten Körpern und Processen erlangen wir höchstens klare Vorstellungen, aber keine deutlichen Begriffe (im logischen Sinne); es fehlt uns dafür an den einheitlichen Momenten, um welche herum, wie um einen Kern, die einzelnen Eigenschaften und Fähigkeiten der Stoffe gleichsam auskrystallisiren, so dass sie unter einander in denselben mathematischen Beziehungen stehen, wie die Kanten und Winkel

eines Krystalls. Erst wenn uns die Chemie gelehrt haben wird, die Eigenschaften jedes einzelnen Körpers in innige Beziehungen zu einander zu bringen, zu einem organischen Ganzen zu verflechten: erst dann wird sie der Physik als gleichgeborene Schwester zur Seite treten können, erst dann wird der Calcul auch auf sie in vollster Ausdehnung angewendet werden können; erst dann wird das allein rationelle Eintheilungsprincip so wie eine wissenschaftliche Theorie der chemischen Stoffe gefunden sein. Die schönen Untersuchungen eines *Kopp* und mehrerer Anderer über die arithmetischen Verhältnisse der Dichtigkeiten und Siedepunkte der Halidbasen, der flüchtigen Säuren und der Halidsalze so wie die Vergleichen der Verdichtungscoefficienten der constituirenden Elemente mit den übrigen Eigenschaften der constituirten Stoffe möchten zur Erlangung logischer Begriffe, zur Erzielung eines solchen Grades der chemischen Erkenntniss für jetzt nur noch den Anfang des Anfangs bilden. Wenn wir aber einmal logische Begriffe für die einzelnen thierischen Substrate gefunden haben werden, wenn wir im Stande sein werden, aus der Zusammensetzung eines Stoffs dessen chemische Eigenschaften, oder aus einer gewissen Zahl dieser Eigenschaften seine Zusammensetzung a priori zu construiren: dann wird uns in der physiologischen Chemie nicht nur das Eintheilungsprincip für die betreffenden Stoffe nicht fehlen, sondern wir werden auch die Mittel erlangt haben, um die vitalen Processe der Ernährung und Ausscheidung sowie des Stoffwechsels überhaupt mit derselben Sicherheit zu erforschen und zu begreifen, wie es nur die exactesten Wissenschaften gestatten.

Mineralsubstanzen des thierischen Körpers.

Bei der grossen Ausbildung, deren sich die anorganische Chemie der organischen gegenüber zu erfreuen hat, sollte man erwarten, dass auch unsre Kenntniss der Mineralsubstanzen pflanzlicher und thierischer Körper jene der organischen bei weitem übertreffe: allein leider müssen wir das offene Bekenntniss ablegen, dass wir in der Erforschung dieser Stoffe noch viel weiter zurück sind, als in der vieler organischer Materien. Dies liegt aber nicht etwa daran, dass man den Mineralstoffen organisirter Körper weniger Aufmerksamkeit geschenkt hätte, sondern vorzugsweise in der Schwierigkeit, diese Stoffe von den organischen Materien unverändert zu trennen und sie in den Zuständen und in den Verbindungen zu erkennen, in welchen sie wirklich in der organischen Materie präformirt enthalten sind. Aus den feuerbeständigen Producten der Einäscherung oder Verbrennung organischer Substanzen lässt sich nicht auf die Verbindungen schliessen, in welchen jene in der organischen Materie sich befanden. Es ist auch wohl keinem denkenden Chemiker in den Sinn gekommen, zu glauben, dass alle Oxyde und Salze der Asche bereits als solche in den Säften und Geweben belebter Körper existirten. Man hat aber oft bei dem Mangel an Mitteln, die wahre Constitution jener Stoffe in organischen Theilen zu erforschen oder nur zu errathen, auf die Bestimmungen der Asche und ihrer Bestandtheile einen höhern Werth gelegt, als sie wirklich verdienten, und hat mehr aus den Ergebnissen solcher Analysen schliessen zu dürfen geglaubt, als man bei näherer Erwägung der beim Einäschern wirkenden Agentien zu schliessen berechtigt war; man hat sich nicht daran erinnert, dass die Menge und Constitution vieler Aschenbestandtheile sehr abhängig ist von der Höhe des zum Einäschern verwendeten Temperaturgrades, dass ein grosser Theil der Substanzen durch die gleichzeitige Einwirkung von Hitze und Kohle verflüchtigt, und dass die einzelnen Bestandtheile der Asche sich in ganz andern Richtungen angezogen und vereinigt haben, als sie in der organischen Materie vorhanden waren.

Wir erlauben uns hier nur auf einige Umwandlungen hinzuweisen, welche die Mineralbestandtheile organischer Substanzen bei starkem Glühen unter reichlichem Luftzutritt nothwendiger Weise erleiden müssen. Derjenige Schwefel und Phosphor, welcher in der organischen Substanz nicht als Schwefelsäure und Phosphorsäure enthalten ist, muss in der Asche als Schwefelsäure und Phosphorsäure an Basen gebunden sein; an diese Nothwendigkeit hat man wohl gedacht, allein man hat oft genug vergessen, die Consequenzen davon zu berücksichtigen. Lenken wir unsre

Aufmerksamkeit zunächst auf die Schwefelsäure, so wird sich herausstellen, dass die Zahl der in der Asche gefundenen Schwefelsäure fast nie der richtige Ausdruck für die Menge der in der organischen Substanz präformirten Schwefelsäure oder des darin enthaltenen Schwefels sein kann. Denn denken wir uns allen Schwefel zu Schwefelsäure verbrannt und an die vorher an organische Substanzen oder Kohlensäure gebundenen Basen getreten, so wird doch, selbst wenn diese Basen zur Sättigung der gebildeten Schwefelsäure ausreichen (was z. B. bei der Galle durchaus nicht der Fall ist), ein grosser Theil des Schwefels dadurch verloren gehen, dass die Sulphate in Berührung mit der so schwer einzuäschern- den stickstoffhaltigen Kohle sich in Schwefelmetalle verwandeln, von denen beim fortgesetzten Calciniren ein grösserer oder geringerer Theil als schweflige Säure entweichen wird. Bei sehr starkem Glühen entzieht das gewöhnliche phosphorsaure Natron nicht blos den kohlen-sauren (vergl. oben S. 106), sondern selbst den schwefelsauren Alkalien so wie den Chlor-metallen der Asche einen Theil Basis, so dass dadurch nicht nur alles kohlen-saure Alkali in der Asche schwinden, sondern auch ein Theil Salz-säure oder Schwefelsäure verloren gehen kann. Enthält eine Asche saures phosphorsaures Natron, wie das z. B. beim Harn öfter der Fall ist, so muss nothwendiger Weise ein Theil Phosphorsäure verloren gehen; denn man weiss, wie schwer verbrennlich die Kohle bei Gegenwart schmelz-barer Salze wird, und man muss sich erinnern, dass durch die Kohle ein Theil der Phosphorsäure saurer Salze reducirt und somit verflüchtigt wird. Diese wenigen Andeutungen mögen genügen, um zu zeigen; wie wenig man früher darauf geachtet hat, welche gegenseitigen Zersetzungen solche Mineralsalze, wie sie in den pflanzlichen und thierischen Substanzen vor-kommen, erleiden theils durch die einfache Glühhitze, theils durch das Erhitzen mit noch unverbrannter Kohle, theils durch das Glühen im Sauer-stoffgas.

Diese Uebelstände in der Bestimmung der Mineralbestandtheile thie-rischer Substanzen glaubte ich einigermaassen dadurch umgehen zu kön-nen, dass ich z. B. beim Blute¹⁾ die organischen Substanzen zunächst ihrer Löslichkeit nach möglichst isolirte, und dann von jedem einzelnen Auszuge die Aschenbestandtheile für sich bestimmte; es liess sich auf diese Weise erwarten, dass die im Blute präformirt enthaltenen löslichen Salze sämmtlich im wässrigen und alkoholischen Extracte enthalten seien, und dass hier die Gegenwart der organischen Substanzen, da ihre Menge verhältnissmässig gering war, von minderem Einfluss auf die Zersetzung der Salze beim Einäschern sein würde. Um aber hauptsächlich den Ein-fluss der einzuäschern- den Kohle und der phosphorsauren Salze auf die kohlen-sauren zu vermeiden, pflegte ich nicht alle Kohle zu verbrennen, sondern bei gelindem Feuer unter Zutritt der Luft die ursprünglich aus der organischen Substanz erhaltene Kohle nur auf ein geringes Volumen

1) *Lehmann*, Berichte der k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. 4, S. 98.

zu bringen. Die kohlehaltige Asche wurde dann mit Wasser und Salzsäure ausgelaugt und die quantitative Bestimmung der Asche durch Wägen und Subtraction der rückständigen Kohle erzielt. Allein obgleich ich auf diesem Wege ganz andre und der Natur der Sache nach richtigere Resultate erhielt, als manche der bisherigen Aschenanalysen ergeben hatten, so lässt doch diese Methode noch mancherlei Irrthümer zu und gestattet immer noch keine vollkommen klare Einsicht in die Natur der in thierischen Körpern präformirten Mineralsubstanzen. Einer der ausgezeichnetsten Analytiker, *H. Rose*¹⁾, hoffte, von einem ähnlichen Ideengange geleitet, durch einfaches Verkohlen der auf ihre Mineralbestandtheile zu untersuchenden Materien, Ausziehen der pulverisirten Kohle erst mit Wasser und dann mit Salzsäure und Salpetersäure und nachmaliges Einäschern der rückständigen Kohle die genauesten Resultate zu gewinnen; allein später fand er, dass nur, wenn die Kohle in verhältnissmässig geringer Menge vorhanden war (wenn also bereits starke Oxydationshitze angewendet worden), sich die Mineralstoffe durch Wasser und Säuren gut extrahiren lassen, dass aber überhaupt in der Kohle nur dann Materien ungelöst blieben, wenn dieselbe im Verhältniss zur Asche zu überwiegend war. Man kann sich also dieser Methode auch nur als Controle andrer Analysen bedienen.

*Strecker*²⁾ hat eine Anzahl Fundamentalversuche über die Herstellung und Bestimmung der Asche angestellt und ist zu dem Resultate gelangt: dass das anfängliche Verkohlen der organischen Materie zwar auch empfehlenswerth sei, dass aber alsdann die Kohle mit Barythydrat angefeuchtet und in der Muffel verbrannt werden müsse, damit kein Verlust an Chlor, Phosphor und Schwefel statt finde (*Rose* empfahl zur vollständigen Verbrennung der Kohle in Platin- oder Porzellengefässen die Mischung mit Platinschwamm).

Was nun aber die Analyse der Asche selbst betrifft, so war auch diese trotz der Bemühungen der ausgezeichnetsten Chemiker noch keineswegs auf dem Höhepunkte, den man sonst in der Mineralanalyse erreicht hat. Um daher die vorliegenden Aschenanalysen zu physiologischen Folgerungen zu verwerthen, müssen wir ein Urtheil über die Methoden haben, nach welchen solche Analysen ausgeführt wurden. Wir sind namentlich in neuerer Zeit durch die Untersuchungen von *Fresenius*, *Erdmann*, *Mitscherlich*, *Rose* und *Strecker* auf eine grosse Anzahl Mängel aufmerksam geworden, die den bisherigen Untersuchungsweisen der Aschen vegetabilischer und animalischer Substanzen anhafteten, und es ist eine wahrhaft betrübende Wahrnehmung, wenn wir trotzdem die Resultate so vieler frühern Aschenanalysen den Zahlenangaben nach so genau finden, dass wir uns nur wundern können, wie nach den angewendeten

1) *H. Rose*, Pogg. Ann. Bd. 70, S. 449—465, Berichte der Akad. der Wiss. zu Berlin. Decbr. 1848, S. 455—462 u. Pogg. Ann. Bd. 76, S. 303—504.

2) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 73, S. 339.

Methoden die Berechnung nicht in dem einen Falle ein Minus, in dem andern ein Plus ergeben musste. Wir erinnern beispielweise nur daran, dass vor *Rose* nur wenige darauf aufmerksam geworden sind, dass in dem unlöslichen Theile der Asche neben Erdsalzen auch Alkalisalze enthalten sind, und dass umgekehrt sehr viele die Gegenwart kohlen-sauren und phosphorsauren Kalks in dem wässrigen Auszuge der Asche übersehen haben, dass man ferner sich nicht daran erinnerte, dass die pyrophosphorsaure Talkerde durch Ammoniak nur sehr unvollkommen ausgefällt wird. Wie wenig selbst die scheinbar einfachsten Verhältnisse dieser Art erforscht waren, lässt sich z. B. daraus ersehen, dass *Berzelius* selbst mehrmals Zweifel über die von ihm der Knochenerde zugeschriebene Zusammensetzung aufstiegen, und dass wohl erst vor Kurzen diese Zweifel durch *Rose's* und *W. Heintz's*¹⁾ Untersuchung gehoben worden sind, wornach als entschieden anzusehen ist, dass der phosphorsaure Kalk der Knochen = $\text{Ca}_3 \text{P}$, und nicht, wie *Berzelius* annahm, = $\text{Ca}_3 \text{P}_3$ zusammengesetzt ist. Die Schwierigkeit, genaue Aschenanalysen auszuführen, wurde aber hauptsächlich dadurch vermehrt, dass wir bisher keine recht scharfe und verhältnissmässig leicht auszuführende Methode besaßen, die Phosphorsäure aus ihren proteusartigen Salzen auszuscheiden und quantitativ zu bestimmen: indessen hat *H. Rose*²⁾ neuerdings auch diesem Mangel durch seine Methode, mittelst Quecksilber und Salpetersäure die Säuren von den Basen gänzlich zu trennen, vollständig abgeholfen.

Wenn wir diese wenigen Andeutungen über die Aschenanalyse in Erwägung ziehen, so werden wir (ohne deshalb den Analytikern zu nahe zu treten, welche bisher sich den mühsamen Aschenuntersuchungen thierischer Körper unterzogen) zu der Ueberzeugung gelangen, dass die meisten der vorliegenden Aschenanalysen nur mit grosser Vorsicht zu benutzen und daraus physiologische Schlüsse zu entnehmen sind. Man hat aber leider auch in dieser Hinsicht sich verleiten lassen, die empirischen Resultate von Aschenanalysen ohne nähere Beurtheilung derselben zur Erklärung physiologischer Processe zu benutzen, und hat die Wichtigkeit und Wirksamkeit der Mineralsalze des Thierkörpers gerühmt, ehe man sie eigentlich selbst kannte; ja oft genug hat man den rigorösesten Scepticismus für medicinische Erfahrungen zur Schau getragen, während man ein blindes Vertrauen auf die unzuverlässigsten Zahlenbestimmungen der Chemiker setzte.

Wir erinnern in dieser Hinsicht beispielsweise nur daran, dass man den Pflanzenextracten der Officinen, namentlich den sog. resolvirenden, alle Wirkung absprach, ausser der, die sie ihrem Salzgehalte verdanken sollten; in den Salzen dieser Extracte, die man nicht oder nur höchst unvollkommen kannte, sollte allein die Heilkraft jener Arzneimittel gesucht werden. Wenn wir auch kein grosses Vertrauen zu der Wirksamkeit dieser Stoffe haben können, so dünkt uns doch jener Schluss in den untergelegten Thatsachen noch keine genügende Berechtigung zu finden.

1) *H. Rose* und *W. Heintz*, Ber. d. Ak. d. Wiss. z. Berlin. Febr. 1849, S. 50—53.

2) *H. Rose*, ebendas. S. 42—45.

Da wir der Beschreibung der organischen Substrate immer die Methoden der qualitativen und quantitativen Analysen einverleibt haben, so dürfte man wohl erwarten, dass wir concinner Weise auch den verschiedenen Methoden zur Aschenanalyse eine besondere Betrachtung widmeten: allein so wichtig dieser Gegenstand gerade auch für die Physiologie ist, so glauben wir uns dessen doch hier überheben zu müssen, und zwar aus mehrern Gründen. Wir würden nämlich, indem wir vollkommen in das Gebiet der anorganischen Chemie überstreifen, den diesem Werke gewidmeten Raum bei weitem überschreiten, wenn wir die verschiedenen Methoden der Aschenanalyse und der Bestimmung einzelner Bestandtheile ausführlich referiren und kritisch beleuchten wollten, so weit eigne Erfahrung ausreicht; wir könnten aber auch nicht etwa eine Methode als die beste hinstellen, da für verschiedene Objecte verschiedene Methoden die passendern sind. Ueberhaupt sind wir aber der oft ausgesprochenen, aber, wie es scheint, häufig nicht berücksichtigten Ansicht, dass eine genaue Kenntniss der anorganischen Chemie in allen ihren Beziehungen dem Studium der physiologischen so wie der organischen Chemie überhaupt vorgehen muss; sind doch viele der Mängel, die wir an mancher eifrigen Bearbeitung der physiologischen und pathologischen Chemie zu rügen Veranlassung fanden, aus nicht genügender Kenntniss der anorganischen Chemie entsprungen. Wir glauben daher die Analyse der Mineralstoffe um so eher übergehen zu dürfen, und verweisen wiederholt auf die vortrefflichen Arbeiten, die in Bezug hierauf in neuerer Zeit geliefert worden sind (*Will und Fresenius*¹⁾, *Mitscherlich*²⁾, *Knop*³⁾, *Erdmann*⁴⁾, *Heintz*⁵⁾, *Rose*⁶⁾ und *Strecker*⁷⁾).

Wenn wir es wagen, bei der folgenden Beschreibung der Mineralstoffe des thierischen Körpers, die übrigens nur auf deren physiologische Function Bezug nehmen kann, auch ein physiologische Classification derselben eintreten zu lassen: so thun wir dies nur, weil wir eine solche für die zweckmässigste halten, nicht aber als ob wir bereits im Stande wären, jedem der Mineralstoffe genau seine Stelle in diesem Systeme anzuweisen; denn wie unsicher und mangelhaft noch unsre Kenntnisse über diese Stoffe sind, geht wohl schon aus dem Obigen genügend hervor.

Wir theilen daher versuchsweise die Mineralstoffe des Thierkörpers ihrer physiologischen Dignität nach ein

1) in solche, die vorzüglich durch ihre physischen Eigenschaften dem Thierkörper nützen,

2) in solche, deren chemische Eigenschaften sie befähigen, bestimmten Zwecken der thierischen Oekonomie zu dienen,

3) in solche, die mehr zufällig dem Thierkörper zugeführt sind, auf einzelne Processe ohne Einfluss sind und daher bald wieder aus dem Thierkörper ausgeschieden werden.

1) *Will und Fresenius*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50, S. 363—396.

2) *Mitscherlich*, Ber. d. Akad. d. Wiss. z. Berlin. 1845, Jul. S. 236—252.

3) *Knop*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 38, S. 44—47.

4) *Erdmann*, ebendas. Bd. 38, S. 48—69 u. Ber. d. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig. 1847, Novbr. S. 83—90.

5) *Heintz*, a. o. a. O.

6) *H. Rose*, a. o. a. O.

7) *Strecker*, a. o. a. O.

Erste Classe von Mineralkörpern.

W a s s e r.

Ueber den Nutzen dieses Stoffes im thierischen Organismus zu reden, dürfte wohl völlig überflüssig sein; wir beschränken uns daher darauf, nur daran zu erinnern, dass das Wasser auch hier, wie wir das bereits aus den Anfangsgründen der Chemie wissen, wesentlich zur Vermittlung aller chemischen Thätigkeit dient, und andererseits daran, dass die Function gewisser Gewebe oder vielmehr deren physische Eigenschaften von einer gewissen nur mechanisch gebundenen Quantität Wasser abhängen. Von dem Einflusse grösserer Mengen aufgenommenen Wassers auf die Ernährung und Absonderung wird im 2. Th. unter »Harn« und im 3. unter »Ernährung« die Rede sein.

Phosphorsaurer Kalk.

Unter allen Mineralsubstanzen, welche dem Thierkörper vermöge ihrer physischen Eigenschaften nützen, steht dieses Salz oben an. Vor allem springt sein Vorkommen in den Knochen und seine Bestimmung zur Befestigung des Knochengerüstes in die Augen. Es ist bekannt, dass die Knochen, je weniger sie von jenem Salze enthalten, um so mehr an Festigkeit verlieren. Wir sehen deshalb in den Zuständen, wo dem thierischen Organismus nicht genug phosphorsaurer Kalk zugeführt wird, oder wo physiologische Prozesse grössern Verbrauch dieses Salzes mit sich führen, z. B. in der Schwangerschaft und auch während der Dentition der Kinder, Knochenerweichung entstehen. Wir brauchen kaum daran zu erinnern, dass die Entstehung der Rhachitis häufig, wo nicht immer, mit der Dentitionsperiode zusammenfällt, dass der Verbrauch an phosphorsaurem Kalk in der Schwangerschaft oft so gross ist, dass im Harn kaum Spuren desselben gefunden werden, und dass in dieser Periode des weiblichen Lebens Knochenbrüche äusserst schwer, ja oft gar nicht heilen. *Chossat*¹⁾ vermochte künstlich bei Thieren Knochenerweichung hervorzubringen, wenn er diesen nur solche Nahrungsmittel gestattete, in welchen wenig oder kein Kalkphosphat enthalten war. Die permanenten Knorpel verknöchern im Alter nur, indem mehr Kalksalze in ihnen abgelagert werden. In der dichten Rinde der Knochen findet sich mehr Knochenerde abgelagert, als im schwammigen Theile derselben. Die Zähne, welche nur durch ihre Härte nützen, sind unter allen thierischen Theilen am reichsten an phosphorsaurem Kalk; letzterer findet sich in noch grösserer Menge im Schmelze derselben, als im Zahnknochen.

1) *Chossat*, Gaz. méd. 1842. p. 208.

Wir haben schon in dem Obigen berührt, dass *Berzelius* rücksichtlich des Kalkphosphats der Knochenerde auch in neuerer Zeit die Formel $\text{Ca}_3 \ddot{\text{P}}_2$ festhielt, dass dagegen die von *W. Heintz* unter *Rose's* Leitung ausgeführte Untersuchung ganz verschieden für die Zusammensetzung der Knochenerde nach der Formel: $\text{Ca}_2 \ddot{\text{P}}$ spricht. *Berzelius*¹⁾ selbst hat schon zum Theil die Gründe angedeutet; es wird nämlich aus sauren Lösungen, welche Kalk und Phosphorsäure enthalten, nicht immer $\text{Ca}_3 \ddot{\text{P}}_2$ gefällt, wie er selbst früher annahm, sondern namentlich bei überschüssigem Kalk und längerer Einwirkung von Aetzammoniak das basischere Salz: $\text{Ca}_2 \ddot{\text{P}}$. Da man nun meistens den phosphorsauren Kalk auf diese Weise ausschied und, ohne die Kohlensäure direct zu bestimmen, den Kalk, welcher nach Entfernung des phosphorsauren präcipitirt wurde, nur als kohlen-sauren berechnete, so musste in die gewöhnlichen Analysen der erdigen Bestandtheile der Knochen eine gewisse Unsicherheit kommen, wozu namentlich noch die nicht sehr scharfe Bestimmung der Talkerde beitrug. *Heintz* hat nicht nur in normalen Menschenknochen, sondern auch in denen vom Schaaf und Rinde das Kalkphosphat von jener Zusammensetzung gefunden; indessen bedürfen wohl namentlich die Untersuchungen krankhafter Knochen in dieser Hinsicht noch einer genauern Revision; auch kommen in den Zähnen nach *v. Bibra's*²⁾ Untersuchungen Verhältnisse von Phosphorsäure zu Kalk vor, welche mit keiner der hier bezeichneten Formeln übereinstimmen.

Phosphorsaurer Kalk findet sich auch in vielen andern thierischen Theilen, wiewohl in weit geringerer Menge als in den Knochen abgelagert. Es giebt kein thierisches Gewebe, bei dessen Verbrennung wir nicht phosphorsauren Kalk vorfinden.

*Liebig*³⁾ schreibt die Unlöslichkeit mancher Gewebe, z. B. der Muskelfaser, des Zellgewebes, zum Theil dem Gehalte an Knochenerde zu. Bei dem Uebergange des Blutes in diese Gewebe gehen die Proteinkörper des sie löslich erhaltenden phosphorsauren Natrons verlustig, halten aber eine grössere Menge phosphorsauren Kalks zurück. Daher leitet *Liebig* auch die vorzügliche Fähigkeit der Salzsäure ab, jene Substanzen bei der Verdauung wieder löslich zu machen.

Wohlausgetrocknete Muskelfaser enthält nach *v. Bibra* 0,938 bis 1,008% Knochenerde.

Aufgelöst finden wir den phosphorsauren Kalk in allen thierischen Flüssigkeiten; man hat ihn schon längst im Blute ebensowohl als im Harn, in der Flüssigkeit seröser Häute ebensowohl als im Speichel, Magensaft, Milch und im männlichen Saamen nachgewiesen, war aber längere Zeit in Zweifel darüber, wodurch eigentlich dieser unlösliche Körper, namentlich in alkalischen und neutralen Flüssigkeiten in Lösung erhalten würde. In der Regel ist wohl der phosphorsaure Kalk mit den Proteinkörpern und ähnlichen organischen Materien chemisch verbunden, und folgt diesen daher in die Auflösungen ebensowohl als bei ihren Metamorphosen in die Gewebe. Uebrigens ist es schon längst von *Berzelius* und *Thenard* dar-

1) *Berzelius*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 286—289.

2) *Von Bibra*, Chem. Unters. üb. Knochen u. Zähne. Schweinfurt 1844. S. 284—287.

3) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50, S. 170.

gethan, dass der phosphorsaure Kalk sich in kohlen säurereichen Flüssigkeiten etwas auflöst; dass derselbe in salmiakhaltigen Flüssigkeiten nicht ganz unlöslich ist, wissen wir aus der analytischen Chemie, und *Liebig*¹⁾ hat neuerdings gezeigt, dass auch von Kochsalzlösungen etwas Kalkphosphat aufgenommen wird. Es dürfte somit die Löslichkeit der Knochenerde in thierischen Flüssigkeiten wohl genügend erklärt sein.

Ueber die Lösungskraft der Milchsäure für phosphorsaurer Kalk haben wir schon oben gesprochen. Den Versuchen von *Walter Crum*²⁾ gegenüber kann ich nur bemerken, dass bei meinen Versuchen von 100 Th. wasserfreier Milchsäure (im Mittel von 6 Experimenten) 68,55 Th. basisch phosphorsaurer Kalk aufgelöst wurden, während eine Flüssigkeit, die 100 Th. wasserfreie Essigsäure enthielt, nur 17,49 Th. jenes Salzes aufzulösen vermochte.

Die Asche der Proteinkörper besteht grösstentheils aus phosphorsaurer Kalk; *Berzelius*³⁾ fand im Albumin aus Ochsenblutserum 4,8%, *Mulder* in dem der Eier 2,03%, *Marchand* 2,4 bis 2,5%; in löslichem, durch starke Verdünnung und Neutralisation präcipitirtem Eiweiss fand ich = 4,3% phosphorsaurer Kalk; in mit Wasser gehörig ausgelaugtem Fibrin aus dem venösen Blute eines Menschen fand ich nur 0,694%. Auch Casein, Globulin, Chondrin und Glutin enthalten das Kalkphosphat als integrierenden Bestandtheil. Das Casein enthält nach *Mulder*⁴⁾ 6% phosphorsaurer Kalk, welcher beim Gerinnen des Käsestoffes zugleich mit demselben niederfällt, trotz dem, dass sich eine hinlängliche Menge freier Säure in der Flüssigkeit befindet. Das Chondrin liefert nach *Mulder* beim Verbrennen 4,09% Asche, die grösstentheils aus dem Kalkphosphat besteht. Da man mit Eiweiss so wie mit Leim chemische Verbindungen des phosphorsaurer Kalks dargestellt hat, die noch weit grössere Mengen (beim Eiweiss $\frac{1}{4}$) dieses Salzes enthalten: so würde es gerade nicht inept sein, anzunehmen, dass auch in den Knochen ein Theil des Kalkphosphats chemisch mit der Knorpelmaterie verbunden sei, wenn dasselbe sich auch durch Salzsäure daraus entfernen lässt.

Der phosphorsaure Kalk kommt daher oft auch in Concrementen vor, fast immer amorph; nur *Schlossberger*⁵⁾ hat einen Harnröhrenstein beobachtet, der krystallinisches Kalkphosphat enthielt.

Das constante Vorkommen des phosphorsaurer Kalks in den histogenetischen Stoffen und insbesondere in den plastischen Flüssigkeiten, so wie seine Ablagerung in manchen pathologisch entarteten Zellen des Thierkörpers dürfte wohl die Meinung rechtfertigen, dass dieser Körper auch eine chemische Rolle bei der thierischen Stoffmetamorphose und insbesondere bei der Bildung und Umwandlung thierischer Zellen spiele. Indessen bedarf es noch ausführlicherer Untersuchungen über diesen Gegenstand, ehe sich mehr als blosser Andeutungen darüber geben lassen.

*C. Schmidt*⁶⁾ hat jedoch in dieser Hinsicht eine sehr interessante Beobachtung an den Mantellappen von *Unio* und *Anodonta* gemacht. Dieselben bestehen aus

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 428.

2) *Walter Crum*, ebendas. Bd. 63, S. 394 ff.

3) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 35.

4) *Mulder*, Archiv. f. 1828. p. 155.

5) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 79. S. 403—405.

6) *C. Schmidt*, z. vergleichenden Physiol. S. 58—60.

einer mittlern Schicht von Bindegewebsfasern, welche nach innen von Flimmerepithelium, nach der Schale hin von Drüsenepithelium bedeckt sind; er fand in diesen Theilen neben 82% organischer Substanz und 8% kohlensaurem Kalk und löslichen Salzen gegen 15% phosphorsauren Kalk, eine gerade bei diesen Thieren auffallend grosse Menge dieses Salzes, während ihr Blut nur 0,034% davon enthielt. Der Schleim, welcher zwischen Schale und Mantel dieser Thiere befindlich ist und von der Drüsenzellschicht des Mantels zur Consolidirung der Schale abgesondert wird, besteht aus einem stark basischen Kalkalbuminate, welches nur wenig präformirten kohlensauren Kalk enthält. *Schmidt* glaubt daher, dass jenes den Leberzellen ähnliche Drüsenepithelium die Function habe, aus dem Blute eine schon durch die Kohlensäure der Luft oder des Wassers zersetzbare Verbindung von Albumin mit Kalk gegen die Schale hin zu secerniren, während es den phosphorsauren Kalk denjenigen Organen zurückliefert, welche dessen zum Zellenbildungsprocesse bedürfen (Hode und Eierstock).

Es fragt sich nun, wie gelangen solche Massen phosphorsauren Kalks in den thierischen Körper? oder wie entstehen sie in demselben? Dass den fleischfressenden Thieren mit ihren Nahrungsmitteln eine mehr als hinreichende Menge zugeführt wird, ist aus dem eben Angeführten ersichtlich: allein auch den pflanzenfressenden Thieren fehlt es keineswegs an Nahrungsstoffen, die dieses Erdsalz in genügender Menge enthalten. Im Pflanzenreiche kommen gewisse stickstoffhaltige Körper vor, die, gleich den Proteinstoffen des thierischen Organismus, stets etwas phosphorsauren Kalk enthalten; dazu gehören insbesondere das Pflanzeiweiss, das Legumin und der Pflanzenleim.

Der thierische Organismus ist aber auch selbst eine Bildungsstätte des phosphorsauren Kalks. Scheint auch *Bibra's* Erfahrung, dass die Knochen junger Individuen verhältnissmässig mehr Kalkphosphat enthalten, als die älterer, gegen die Bildung phosphorsauren Kalks aus kohlensaurem zu sprechen: so geht doch aus *Valentin's* zahlreichen Versuchen¹⁾ hervor, dass neugebildete Knochen oder Knochentheile immer erst eine grössere Menge kohlensauren Kalks enthalten, ehe sie mit der ihnen zugehörigen Menge Kalkphosphats versehen werden. Berücksichtigen wir die bei der thierischen Stoffmetamorphose concurrirenden Substanzen, so stellt sich fast als nothwendig heraus, dass bei derselben phosphorsaurer Kalk aus seinen nähern Bestandtheilen gebildet werde. Wir wissen, dass mehrere Thierstoffe Phosphor im nichtoxydirten Zustande enthalten, dass aber dieselben aus dem Thierkörper nicht entfernt werden, ohne völlig zerlegt, d. h. theilweise oxydirt worden zu sein; der Phosphor muss hierbei in Phosphorsäure übergehen. Wir wissen ferner, dass sehr viele Thierstoffe auch Schwefel enthalten, und bei ihrer Zersetzung im Thierkörper neben Schwefelsäure noch andre Säuren, z. B. Harnsäure, Hippursäure u. s. w. bilden, d. h. Säuren, welche die dem Thierkörper von aussen, d. h. durch den Saamen der Cerealien und Leguminosen zugeführten phosphorsauren Alkalien theilweise zerlegen müssen, so dass die

1) *Valentin*, Repert. f. Anat. u. Physiol. 1838. S. 306 ff.

frei gewordene Phosphorsäure sich mit dem Kalk, der aus den pflanzlichen Nahrungsmitteln oder aus Trinkwasser dem Thierkörper zukam, verbinden muss. Den Process der Neubildung des phosphorsauren Kalks aus seinen nähern Bestandtheilen können wir bei der Entwicklung des Hühnchens im Ei fast direct beobachten; denn aus der Schale des Ei's wird dem Dotter während der Bebrütung nach *Prout's* und *Lassaigne's* Beobachtungen eine solche Menge kohlsauren Kalks zugeführt, dass die Zunahme des phosphorsauren Kalks mit dem Wachstum des bebrüteten Hühnchens durchaus nichts Ueberraschendes mehr hat.

Valentin's Ansicht gründet sich auf folgende Beobachtungen: in der cariösen Tibia eines 38jährigen Mannes fand er 44,42% Asche, welche 77,93% phosphorsauren und 15,04% kohlsauren Kalk enthielt, während die Tibia eines gesunden Mannes von gleichem Alter 64,98% Asche lieferte, in der 84% phosphorsaurer und 12,8% kohlsaurer Kalk enthalten waren. Der Aschengehalt zeigte sich also in diesem Falle fast nur auf Kosten des phosphorsauren Kalks vermindert. Im Callus so wie in der Exostose eines Pferdes fand er den kohlsauren Kalk im Verhältniss zu dem phosphorsauren vermehrt, und schliesst hieraus, dass im Allgemeinen unvollkommen ausgebildete Knochen immer mehr kohlsauren Kalk als normale Knochen enthalten. *Lassaigne's* Versuche¹⁾ stimmen mit denen *Valentin's* überein. Im Osteophyt, welches sich bei Schwängern an der innern Fläche der Hirnschale findet, ist ebenfalls viel kohlsaurer Kalk enthalten, wie *O. B. Kühn* nachgewiesen; ich fand in einem solchen Osteophyt 52,46% organische Materie, 30,69% phosphorsauren Kalk, 4,09% phosphorsaure Talkerde und Eisen, 0,98% lösliche Salze und 14,78% kohlsauren Kalk.

*Prout's*²⁾ fand zuerst, dass beim Bebrüten der Hühnereier zwar der Phosphorgehalt des Einhalts sich gleichbleibt, der Kalkgehalt aber um ein Bedeutendes zunimmt; er war dieser Beobachtung nach fast geneigt, eine Bildung von Kalk aus andern Materien anzunehmen, da es ihm nicht wahrscheinlich dünkte, dass die gefässlose Membrana putaminis Kalk von der Schale des Ei's dem Embryo zuführen könnte. Allein erwägt man, dass die Schale des Ei's während des Bebrütens an Gewicht und Festigkeit verliert, und dass zwar ein Theil der erwähnten Membrana putaminis austrocknet und so impermeabel wird, aber doch grösstentheils mit dem Inhalte in Berührung und somit feucht bleibt: so ist sehr leicht einzusehen, dass die Vermehrung des Kalkgehalts im Ei aus der nächsten Quelle, d. h. aus der Schale selbst komme. Der Phosphor ist aber im Dotter vorzüglich unter der Form von Glycerinphosphorsäure enthalten, die beim Bebrüten allmählig so zerlegt wird, dass die freigewordene Phosphorsäure sich mit dem durch Endosmose aus der Schale in das Ei übergegangenen Kalk zu jenem Salze vereinigt. Im Eidotter ist ja übrigens so viel Phosphor vorhanden, dass er nach dem Einäschern mit den Basen des Dotters saure phosphorsaure oder vielmehr metaphosphorsaure Salze bildet = (Na K) P.

Kohlsaurer Kalk.

Dieser findet sich hauptsächlich im Skelet der wirbellosen Thiere; doch kommt er, wie schon erwähnt, immer auch in grössern oder geringern Mengen in den Knochen der Wirbelthiere vor. Die Zwecke, für die

1) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 4, p. 866.

2) *Prout*, Philosoph. Transact. 4822. p. 365 oder *Schweigger's* Journ. Bd. 46, S. 287.

er im thierischen Organismus hauptsächlich bestimmt ist, sind wohl im Ganzen dieselben, wie die des phosphorsauren Kalks.

Es ist zwar unzweifelhaft, dass der in thierischen Theilen gefundene kohlensaure Kalk sehr oft kein Educt, sondern das Product der Einäscherung ist (der wir bei der chemischen Analyse jene Theile unterwerfen): allein nicht selten z. B. in den Knochen der Wirbelthiere kommt der kohlensaure Kalk bereits als solcher vor, ja bei den Wirbelthieren niederer Classen finden wir ihn sogar in mikroskopischen Krystallen an verschiedenen Orten abgelagert. Im Urin der pflanzenfressenden Thiere, im Speichel der Pferde, so wie in vielen thierischen Concretionen wird kohlensaurer Kalk in erheblichen Mengen gefunden (F. T. 4. F. 2).

Ueber das Verhältniss, in welchem der kohlensaure Kalk zu dem phosphorsäuren in den Knochen verschiedener Menschen und Thiere steht, sind viele Versuche angestellt worden, vorzüglich von *Lassaigne*¹⁾, *Fernandes de Barros*²⁾, *Valentin*³⁾ und *von Bibra*⁴⁾. Das Verhältniss des kohlensauren Kalks zum phosphorsäuren zeigt sich nach einigen meiner Untersuchungen bei einem neugebornen Kinde = 4 : 3,8, bei einem Erwachsenen = 4 : 5,9, bei einem 63jährigen Greise = 4 : 3,4, nach *Valentin* bei Caries im Mittel = 4 : 3,3, im Callus = 4 : 5,54, nach *Lassaigne* = 4 : 5,3, in einer Exostose nach *Valentin* = 4 : 5,2, nach *Lassaigne* = 4 : 2,44; nach *Barros* beim Löwen = 4 : 3,8, beim Schaaf = 4 : 4,45, beim Huhn = 4 : 3,4, beim Frosch = 4 : 3,9 bei einem Fische = 4 : 4,7; nach *Lassaigne* in den Zähnen eines neugebornen Kindes = 4 : 3,6, in denen eines 6jährigen Kindes = 4 : 5,3, in denen eines Erwachsenen = 4 : 6, in denen eines 84jährigen Greises = 4 : 6,8. *Von Bibra* ist bei seinen zahlreichen Knochenanalysen im Bezug auf den Einfluss des Lebensalters zu dem entgegengesetzten Resultate gelangt, indem er fand, dass jüngere Individuen meist weniger kohlensauren Kalk enthielten, als ältere. Indem wir hier auf *v. Bibra's* Werk verweisen müssen, theilen wir nur noch die von ihm für verschiedene Thierclassen im Femur gefundenen Mengen kohlensauren Kalks mit; beim Gürtelthier = 6,73%, beim Nagethier = 9,48%, bei Wiederkäuern = 9,86%, bei Pachydermen = 10,45%, Delphinen = 9,99, bei Robben 7,23%, bei Krallenfüsslern = 8,02%, Flatterfüsslern = 6,26%, Daumenfüsslern 9,48% und beim Menschen 8,59%.

Der Harn der pflanzenfressenden Thiere enthält oft soviel kohlensauren Kalk, dass dieser aus dem frischgelassenen Harne sich sehr bald absetzt. Er bildet dann häufig die sog. *Dumbbells*, welche besonders sorgfältig von *Siegmund*⁵⁾ ihrer morphologischen Bildungsweise nach untersucht worden sind. Meinen Untersuchungen nach ersetzen sich im Harn von Pferden sehr gewöhnlich kohlensaures Kali und kohlensaurer Kalk; meistens fand ich, dass ein durch viel kohlensauren Kalk getrübt Harn wenig kohlensaure Alkalien enthielt und oft nur schwach auf Curcumaepigment reagirt, während ein klarer Harn in der Regel reich an kohlensauren Alkalien war. Es ist daher nicht zu verwundern, dass bei pflanzenfressenden Thieren Harnsteine, die aus kohlensaurem Kalk bestehen, eine sehr gewöhnliche Erscheinung sind.

Aber auch im menschlichen Harn kommt zuweilen bei alkalischer Reaction derselben kohlensaurer Kalk vor; ja man hat sogar, wiewohl höchst selten, menschliche

1) *Lassaigne*, Schweigg. Journ. Bd. 54, S. 444.

2) *Barros*, Journ. de chim. méd. T. 4, p. 289.

3) *Valentin*, a. a. O.

4) *Von Bibra*, a. a. O.

5) *Siegmund*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 4, S. 505—544.

Harnsteine gefunden, die ihrer Hauptmasse nach aus Kalkcarbonat bestanden. *Proust*¹⁾ machte zuerst hierauf aufmerksam; später fanden dergleichen Harnconcremente auch *Cooper*, *Proust*²⁾, *Smith*, *Göbel*³⁾ und *Fromherz*⁴⁾.

In thierischen Concretionen finden wir zuweilen bedeutende Mengen kohlen-sauren Kalks neben phosphorsaurem abgelagert. So fand *Geiger*⁵⁾ in einem Nasenconcremente neben 46,7% phosphorsaurem 24,7% kohlen-sauren Kalk; in einem Venensteine fand ich 69,7% phosphorsäuren und 34,3% kohlen-sauren Kalk; *Schlössberger*⁶⁾ neben 50,4% phosphorsaurem 8,3% des kohlen-sauren Salzes; in einer Concretion aus dem Herzen eines Brustwassersüchtigen fand *Walchner*⁷⁾ 23% kohlen-sauren und 50% phosphorsäuren Kalk; *John*⁸⁾ in dem Concremente eines Hirschherzens 25% phosphorsäuren und 66,7% kohlen-sauren Kalk. *Bley*⁹⁾ untersuchte steinige Concremente aus dem Peritonaeum eines Menschen, welche 34% kohlen-sauren und nur 49,32% phosphorsäuren Kalk enthielten; *Lassaigne*¹⁰⁾ fand in dem Speichelsteine eines Pferdes 83,86% kohlen-sauren Kalk. Wie oft findet man übrigens nicht bei der mikroskopisch-chemischen Untersuchung verhärteter oder verknöcherteter Geschwülste ziemlich grosse Mengen kohlen-sauren Kalks? ich erinnere hier nur an verkreidete Tuberkeln.

Im krystallisirten Zustande findet sich der kohlen-saure Kalk im menschlichen Organismus höchst selten; der einzige Ort, wo er im normalen Zustande constant vorkommt, ist das ovale Säckchen des Vorhofs, an dessen äusserer und oberer Wand die feinen Krystallchen in eine organische Materie eingelagert sind. Diese Krystalle sind in der Regel sehr klein, so dass an den kleinsten deutliche Molecularbewegung wahrzunehmen ist. Die Krystallform ist nie ein reines Rhomboëder, sondern stets ein vom Kalkspathrhomboëder ableitbares Prisma, am häufigsten den sogenannten Kanonendrusen des Kalkpaths ähnlich, d. h. 6seitig mit 3flächiger Zuspitzung. *Krieger*¹¹⁾ will auch Skalenöederzwillinge gesehen haben. Ganz ähnliche Krystalle finden sich im Thierreiche weit häufiger und zahlreicher sowohl im Gehörorgane als an anderen Orten; am bekanntesten und auffallendsten finden wir solche Krystalle bei den Batrachiern auf der Hirnhaut und in weissen silberglänzenden Säckchen an den Zwischenwirbellöchern beim Austritt der Rückenmarksnerven. In pathologischen Formationen des menschlichen Organismus finden sich selten krystallinische Ablagerungen von kohlen-saurem Kalk; letzterer erscheint dann nicht in so ausgebildeten Krystallen, sondern mehr in unregelmässig krystallinischen Massen, wie *J. Vogel*¹²⁾ sie beschrieben hat.

Fragen wir nun, wie der kohlen-saure Kalk in den thierischen Organismus gelange, so zeigt uns die Erfahrung eine doppelte Weise. Bekannt ist es, wie gewöhnlich das kohlen-säurehaltige Quellwasser mit nicht unbedeutenden Quantitäten von kohlen-saurem Kalk versehen ist; schon hierin könnte man allein die Quelle des kohlen-sauren Kalks finden, wenn derselbe nicht zum grossen Theil auch im Organismus selbst aus andern Kalksal-

1) *Proust*, A. *Gehlen's Journ.* Bd. 3, S. 532.

2) *Proust*, *Thomson's Ann.* T. 45, p. 436.

3) *Göbel*, *Trommsdorf's n. Journ.* Bd. 9, S. 498.

4) *Fromherz*, *Schweigg. Journ.* Bd. 46, S. 329.

5) *Geiger*, *Mag. f. Pharm.* Bd. 24, S. 247.

6) *Schlössberger*, *Ann. d. Ch. u. Pharm.* Bd. 69, S. 254.

7) *Walchner*, *Mag. d. Pharm.* Bd. 49, S. 452.

8) *John*, *chem. Schriften.* Bd. 5, S. 455.

9) *Bley*, *Arch. d. Pharm.* Bd. 20, S. 242.

10) *Lassaigne*, *Journ. de Ch. méd.* 1845, p. 523.

11) *Krieger*, *De otolithis.* Berolini 1840, p. 45.

12) *J. Vogel*, *Jcon. histol. path.* T. 22, Fig. 8.

zen erzeugt würde. Besonders sind es die vegetabilischen Nahrungsmittel, welche solche Kalksalze in reichlicher Menge dem Thierkörper zuführen; daher wir ja den Harn pflanzenfressender Thiere oft so reich an kohlensaurem Kalk finden.

Weniger klar, als der Ursprung des kohlensauren Kalks, dürfte dessen Auflöslichkeit in thierischen Säften scheinen. Doch wem es nicht genügt, die mit höchster Wahrscheinlichkeit in allen thierischen Säften nachgewiesene freie Kohlensäure als Lösungsmittel des kohlensauren Kalks anzusehen, der erinnere sich wenigstens an die alte Erfahrung *Guyton Morveau's*, dass kohlensaurer Kalk auch durch Alkalisalze z. B. Chlorkalium in geringen Mengen aufgelöst erhalten werde. Uebrigens ist es nicht unwahrscheinlich, dass auch mehrere thierische Substanzen gleich dem Zucker die Fähigkeit besitzen, kohlensauren Kalk aufzulösen.

Phosphorsaure Talkerde.

Zwar findet sich die phosphorsaure Talkerde immer in so geringer Menge, dass wir ihr allein einen mechanischen Nutzen im Thierkörper beizumessen und sie somit dieser Classe thierischer Mineralstoffe beizuzählen kaum berechtigt sind: doch ist sie ein so constanter Begleiter des entsprechenden Kalksalzes, dass wir nicht umhin können, sie an diesem Orte mit zu berühren. Gleich dem phosphorsauren Kalk hat man sie vorzugsweise in den Knochen abgelagert gefunden.

Die Knochen der fleischfressenden Thiere so wie der Menschen enthalten nur wenig phosphorsaure Talkerde, etwas mehr die Knochen der pflanzenfressenden Thiere; *Berzelius* fand in einem menschlichen Knochen 1,46%, in Ochsenknochen 2,05%, *Valentin* im Rippenstück eines Pferdes 1,943%, *Berzelius* im Schmelze eines Menschenzahns 1,5%, in dem eines Ochsenzahns 3,0%; im Zahnknochen eines Menschen 1,0%, in dem eines Ochsen 2,07%. *Von Bibra* hat bei seinen zahlreichen Untersuchungen im Allgemeinen diese Thatsache bestätigt; vorzüglich reich an phosphorsaurer Talkerde fand er aber besonders die Zähne der Pachydermen. Unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen (Alter u. s. w.) ebensowohl als in krankhaften Zuständen steigt und fällt die Menge der phosphorsauren Talkerde proportional dem phosphorsauren Kalk. (Man vergl. im 2. Th. »Knochen«).

Dass in allen thierischen Flüssigkeiten und Geweben etwas phosphorsaure Talkerde vorkommt, haben die Aschenanalysen ausgewiesen; recht auffallend bemerkt wird die Gegenwart dieses Salzes, wenn man die Gewebe eines bereits in Fäulniss übergegangenen Leichnams mikroskopisch untersucht, wo man dann überall auf die bekannten Krystalle von phosphorsaurer Talkerde-Ammoniak stößt.

In grossen Mengen sammelt sich die phosphorsaure Talkerde zuweilen in manchen Concrementen an; so fand *Brugnatelli*¹⁾ in einem menschlichen Eierstocke einen Stein, der fast nur aus jenem Erdsalze bestand, desgleichen einen im Uterus, der nur von einer dünnen Cruste phosphorsauren Kalks umgeben war. *Schlossberger*²⁾ fand in einem Venensteine neben 20,4% organischer Materie und 58,7% Kalksalzen = 43,7% phosphorsaure Talkerde.

1) *Brugnatelli*, *Brugn. Giorn. T. 12, p. 164.*

2) *Schlossberger*, *Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 254.*

Ueber den Ursprung der phosphorsauren Magnesia können wir keinen Augenblick in Zweifel sein, da sich bekanntlich in allen Theilen der Pflanzen, besonders aber in den als gewöhnlichste Nahrungsmittel benutzten Saamen der Cerealien sehr viel davon vorfindet. Schon aus dem oben angedeuteten Verhältniss der phosphorsauren Talkerde zu dem phosphorsauren Kalk der Knochen und anderer Theile geht hervor, dass die thierische Oekonomie jenes Salzes weit weniger als des Kalksalzes bedarf. Dies erhellt aber besonders noch daraus, dass im Darmcanal der Thiere fast aller phosphorsaure Kalk, aber nur sehr wenig phosphorsaure Magnesia absorbirt wird: denn nicht nur in den Excrementen der pflanzenfressenden Thiere, sondern auch in denen der Carnivoren finden wir einen Ueberschuss an letzterem Salze.

*Berzelius*¹⁾ hat schon längst aus vorstehenden Thatsachen den Schluss gezogen, dass die Saugadern des Darmcanals weniger geneigt seien, Magnesiaphosphat als Kalkphosphat aufzunehmen, dass aber von Herbivoren immer noch etwas mehr desselben aufgenommen werde, als von Carnivoren; doch dürfte wohl die letztre Erscheinung vielmehr daher geleitet werden, dass den pflanzenfressenden Thieren überhaupt mehr Magnesia zugeführt wird, als den fleischfressenden; im Allgemeinen aber würde man *Berzelius* missverstehen, wollte man den Saugadern hiernach eine besondere Kraft oder eine Wahlfähigkeit bezüglich der Aufnahme einzelner Stoffe zuschreiben. Die ganze Erscheinung ist wahrscheinlich in etwas Mechanischem begründet; vielleicht könnte schon die grosse Geneigtheit der Talkerdesalze, mit Alkalisalzen Krystalle zu bilden, einer reichlicheren Auflösung und Resorption derselben einigermaassen hinderlich sein.

Berzelius fand in der Asche von Excrementen, die nach dem Genusse von grobem Brote und etwas animalischer Nahrung ausgeleert worden waren, 42,9% phosphorsaure Bittererde und 25,8% phosphorsauren Kalk. *Fleitmann*²⁾ analysirte die Asche von Excrementen, welche nach mehrtägigem Genusse von mehr animalischer als vegetabilischer Nahrung entleert worden waren, und fand doch in 100 Th. Asche derselben 40,67 Th. Talkerde.

Die bekannten Darmconcremente der Pferde bestehen ausser Stroh u. s. w. fast nur aus phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak; *Simon*³⁾ fand in einem solchen 84% phosphorsaure Talkerde, aber gar kein Kalksalz.

Unter den Aerzten haben besonders jene Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak Aufsehen gemacht, die sich vorzugsweise in den Excrementen Typhuskranker finden. Obgleich man nun solche Krystalle auch in den Excrementen anderer Kranker oft genug findet, so muss doch zugegeben werden, dass das Vorkommen dieser Krystalle bei weitem am häufigsten bei Abdominaltyphus beobachtet wird; ja es ist bekannt, dass die exulcerirten Darmgeschwüre meist mit solchen Krystallchen wie übersät sind; auch findet man dieselben öfter in typhös infiltrirten Mesenterialdrüsen (*F. T. 7. F. 6*).

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9, S. 345.

2) *Fleitmann*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 383.

3) *Fz. Simon*, Buchner's Repertorium. Bd. 46, S. 245.

Im Harn des Menschen und der fleischfressenden Thiere findet man immer auch phosphorsaure Magnesia, die sich vorzüglich beim Alkalisichwerden des Harns durch die leichte Krystallisirbarkeit der oben erwähnten Verbindung mit Ammoniak kenntlich macht. Wir werden im 2. Theile dieses Werks auf diesen Gegenstand zurückkommen; hier genüge nur so viel, dass jeder normale Harn bei dem Eintritt der alkalischen Gährung solche Krystalle absetzt (F. T. 13. F. 3. 5 u. 6), ja man findet in Krankheiten, die ein tiefer liegendes Leiden der Blase oder des Rückenmarks verrathen, oft ganze Sedimente, die aus solchen Krystallen bestehen; diese Sedimente sind meist farblos oder schmutzig weiss. In einem diabetischen Harn fand ich einst ein glänzend weisses Sediment, das ohne Spur von Kalk nur aus dem Ammoniak-Magnesiaphosphat bestand. Harnsteine, aus reinem Magnesiaphosphat bestehend, sind sehr selten, desto häufiger aber die sogenannten schmelzbaren Steine, die aus einem Gemeng von phosphorsurem Kalk mit phosphorsaurer Ammoniakalkerde bestehen.

Fluorcalcium.

Dieser Körper findet sich im thierischen Organismus zwar immer nur in sehr geringen Mengen, doch ist er ein so integrierender Theil des Schmelzes der Zähne, dass man ihm wohl mit Recht die Fähigkeit zuschreibt, der Substantia vitrea den Glanz so wie die ausserordentliche Härte zu ertheilen. In geringern Mengen hat man das Fluorcalcium auch noch in den Knochen fast aller Thiere mit Bestimmtheit nachgewiesen. In den Skeleten vorweltlicher Thiere hat man mehr Fluorcalcium gefunden, als in denen unsrer Zeit; sonderbar ist es, dass auch die Knochen von menschlichen Skeleten, die man zu Pompeji gefunden hat, nach *Liebig*¹⁾ mehr Fluorcalcium enthalten, als die Knochen unsrer Zeitgenossen.

*Berzelius*²⁾ fand im Zahnknochen eines Menschen 2,4%, im Schmelze 3,2%, im Zahnknochen eines Rindes 5,69% im Schmelze desselben 4% Fluorcalcium; *Marchand*³⁾ fand in dem Femur eines 30jährigen Mannes, 4% *W. Heintz*⁴⁾ = 2,05%.

*Middleton*⁵⁾ so wie *v. Bibra*⁶⁾ haben mit grosser Sorgfalt die Knochen aus verschiedenen Thierclassen untersucht, und das Fluorcalcium nicht nur in denen der Säugethiere, sondern auch in denen der Vögel, Fische, Reptilien, ja sogar in den Schalen der Mollusken nachgewiesen. Dass übrigens die Knochen eines 6½ monatlichen Foetus bereits ebensoviel Fluorcalcium enthalten, als die eines Erwachsenen, wie *Middleton* behauptet, dürfte ohne weitere Darlegung von Versuchen doch sehr zweifelhaft sein.

*Morichini*⁷⁾ fand das Fluorcalcium zuerst im fossilen Elfenbein; später haben *Proust*⁸⁾, *Fourcroy* und *Vauquelin*⁹⁾, *Chevreul*¹⁰⁾, *Brandes*¹¹⁾, *Bergemann*¹²⁾, *Mar-*

1) *Liebig*, Organ. Ch. in ihrer Angewend. auf Agricultur u. Physiol. 1840, S. 440.

2) *Berzelius*, Alt. Gehl. Journ. Bd. 3, S. 4.

3) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 27, S. 83.

4) *W. Heintz*, Ber. d. Ak. d. Wiss. z. Berlin, Febr. 1849. S. 54.

5) *Middleton*, Philosoph. Magaz. T. 25, p. 44.

6) *V. Bibra*, a. a. O.

7) *Morichini*, A. Gehl. J. Bd. 3, S. 625. N. Gehl. J. Bd. 3, S. 177.

8) *Proust*, N. Gehl. J. Bd. 2, S. 187.

9) *Fourcroy* u. *Vauquelin*, Ann. de Chim. T. 57, p. 37.

10) *Chevreul*, Ann. de Chim. T. 57, p. 43.

11) *Brandes*, Schweigg. Journ. Bd. 32, S. 505.

12) *Bergemann*, ibid. Bd. 52, S. 445.

chand, v. Bibra, Middleton und Andere das Fluorcalcium in allen fossilen Knochen gefunden; am meisten (d. h. 45%) hat *Lassaigne*¹⁾ in den Zähnen eines Anoplotherium gefunden, und ich²⁾ in der Rippenrinde eines Zeuglodon (*Hydrarchos*), nämlich 46%; in der Asche eines *Processus spinosus* eines Lendenwirbels auch von einem Zeuglodon fand *Baumert*³⁾ nur 9,54% Fluorcalcium.

Ueber den Ursprung des Fluorcalciums können wir wohl nicht in Zweifel sein, da so geringe Mengen, wie sie im Thierkörper gefunden werden, mit den Nahrungsmitteln sehr leicht zugeführt werden können; wir brauchen nur zu bedenken, dass viele Mineralwässer Spuren von Fluor- metallen enthalten, und dass aus glimmerhaltigem Boden gewiss auch etwas Fluorcalcium in das Pflanzenreich mit übergeht.

Fluorcalcium findet sich z. B. im Carlsbader Wasser aufgelöst, wie *Berzelius* nachgewiesen hat; übrigens ist künstlich bereitetes Fluorcalcium in destillirtem Wasser keineswegs völlig unlöslich.

Ob die grössern Mengen von Fluorcalcium, die man in fossilen Knochen gefunden hat, lediglich durch eine Infiltration von Aussen her zu erklären seien, muss zur Zeit dahingestellt bleiben.

Kieselsäure.

Wie das Skelet der Wirbelthiere seine Festigkeit hauptsächlich dem Gehalte an phosphorsaurem Kalk, das der wirbellosen Schaalthiere dem kohlsauren Kalk verdankt, so erhalten die Panzer der niedrigsten Thier- classen ihre Festigkeit durch ihren reichen Gehalt an Kieselsäure. Dieser Körper ist in jenen Organen so dicht abgelagert, dass diese, seien sie in Verwesung übergegangen oder eingeäschert worden, noch ihre frühere Form behalten; daher schon so häufig fossile Infusorienlager entdeckt worden sind.

In den Säften und Geweben höherer Thierclassen tritt die Kieselsäure mehr zufällig auf; indessen hat *v. Gorup-Besanez*²⁾ durch zahlreiche Untersuchungen nachgewiesen, dass dieser Körper auch hier einen integri- renden Bestandtheil gewisser Organe, namentlich der Federn und der Haare, ausmacht.

Geringere Mengen von Kieselsäure hat man daher auch im Blute, im Eiweiss der Vögeleier, in der Galle, im Harn und in den festen Excrementen gefunden, zuweilen auch in manchen pathologischen Con- crementen.

Besonders sind es unter den Infusorien die Bacillarien, welche sich durch einen weder im Feuer noch durch Säuren zerstörbaren Panzer auszeichnen. Bekanntlich hat *Ehrenberg*³⁾ zuerst diesen Gegenstand genauer erforscht und fossile Infusorien im Kieselguhr, Feuerstein, Bergmehl u. s. w. entdeckt.

1) *Lassaigne*, Schweigg. Journ. Bd. 52, S. 444.

2) *Lehmann*, Carus, über den *Hydrarchos*. Dresd. 1846.

3) *Baumert*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 54, S. 363—365.

4) *v. Gorup-Besanez*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 321—342.

5) *Ehrenberg*, die Infusionsthierchen als vollkommne Organismen S. 169. 443 u. 444.

Ausser *Gorup-Besanez* hat auch *Henneberg*¹⁾ den Kieselsäuregehalt der Federn nachgewiesen; jedoch hat ersterer in einer umfangreichen trefflichen Arbeit diesen Gegenstand nach den verschiedensten Richtungen hin durchforscht, indem er seine Untersuchungen zugleich auf Ermittlung des Einflusses ausdehnte, welchen Species, Alter, Nahrung der Thiere und andre Umstände auf die Ablagerung der Kieselsäure in den Federn äussern. Im Allgemeinen fand *Gorup* in den Federn verschiedener Vögel 0,44 bis 2,47% Kieselsäure, in 100 Th. Asche der Federn aber 6,9 bis 65,00% (letztere grösste Menge in den Federn von *Perdix cinerea*; neben diesen geben die Federn von *Strix flammea*, *Gallus domesticus* und von *Corvus frugilegus* die kieselsäurereichste Asche). Die Federn der körnerfressenden Vögel enthielten 4,69 bis 2,74% Kieselsäure (=25,5 bis 50,0% der Asche); die Federn der von Fischen und Wasserpflanzen lebenden Vögel im Mittel = 0,23% (10,5% der Asche), die der von Fleisch und Insecten lebenden durchschnittlich 0,64% (27,0% der Asche) und die der von Insecten und Beeren lebenden 0,75% (27,0% der Asche). In den Federn alter Thiere fand *Gorup* meistens um das Doppelte mehr Kieselsäure als in denen junger Individuen.

In neugewachsenen oder jungen Federn wurden oft nur Spuren von Kieselsäure gefunden. In den Schwungfedern erster Ordnung wurde das Doppelte des Kieselsäuregehalts der Schwungfedern zweiter Ordnung gefunden, in den Schwanz- und Bauchfedern wenig mehr als in den Schwungfedern zweiter Ordnung.

In den Knochen und Zähnen des Menschen fand *Berzelius* keine Kieselsäure; doch haben sie *Fourcroy* und *Vauquelin*²⁾ in den Knochen des Kindes, *Marchand*³⁾ in denen von *Squalus cornubicus* und andre sehr häufig in fossilen Thierknochen gefunden.

In der Wolle des Schaafes wurde von *Chevreul*⁴⁾, in den Menschenhaaren von *Vauquelin*⁵⁾ und neuerdings von *Laër*⁶⁾ Kieselsäure nachgewiesen. Auch über diesen Gegenstand hat jedoch *Gorup* die ausführlichsten Untersuchungen angestellt. In braunem Menschenhaar fand er 0,22% (= 42,89% der Asche), in den Haaren und der Wolle verschiedener Thiere bald etwas mehr, bald etwas weniger. Von der Nahrung der Thiere scheint der Kieselsäuregehalt der Haare übrigens unabhängig zu sein.

Nach diesem constanten Vorkommen der Kieselsäure liess sich erwarten, dass solche auch im Blute, besonders dem der Vögel, nachzuweisen sein würde. *Millon*⁷⁾ fand sie im Menschenblute; in der Asche von Rindsblute fand *Weber*⁸⁾ 4,19%; *Henneberg*⁹⁾ in der von Hühnerblut 0,96%.

*Poleck*¹⁰⁾ fand in der Asche vom Eiweiss der Hühnereier 7,05%. Die Kieselsäure wurde ferner nachgewiesen besonders in Galle, Harn und festen Excrementen; *Weidenbusch*¹¹⁾ fand in der Asche der Rindsgalle 0,86%, *Pleischl*¹²⁾ und *Bley*¹³⁾ dieselbe auch in Gallenconcrementen, *C. G. Mitscherlich*¹⁴⁾ eine Spur im

1) *Henneberg*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 255—264.

2) *Fourcroy* und *Vauquelin*, Ann. de Chim. T. 72, p. 282.

3) *Marchand*, Lehrb. d. phys. Ch. S. 97.

4) *Chevreul*, Compt. rend. 1840, No. 46.

5) *Vauquelin*, Ann. de Chim. T. 58, p. 41.

6) *Laër*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 44, S. 172.

7) *Millon*, Journ. de Phys. et de Ch. 3 Sér. T. 43, p. 86—88.

8) *Weber*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 387.

9) *Henneberg*, a. o. a. O.

10) *Poleck*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 360.

11) *Weidenbusch*, ebendas. S. 369.

12) *Pleischl*, Kastn. Arch. Bd. 8, S. 300.

13) *Bley*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 4, S. 115.

14) *C. G. Mitscherlich*, Pogg. Ann. Bd. 26, S. 320.

Speichel. Im menschlichen Harn hat *Berzelius*¹⁾ zuerst Spuren von Kieselsäure nachgewiesen, *Fleitmann*²⁾ fand dieselbe ebenfalls in der Asche des Harns; *Fourcroy* und *Vauquelin*³⁾ so wie *de Koninck* und *Wurzer*⁴⁾ in Harnsteinen. Dass im Darne oft Kieselsäure gefunden wird, kann nicht wundern, da die Kieselsäure im Pflanzenreiche so weit verbreitet ist.

Dass die Menge der in dem thierischen Organismus befindlichen Kieselsäure wesentlich von der mehr oder minder kieselsäurereichen Nahrung abhängt, und dass demnach der Ursprung dieses Körpers hauptsächlich in den vegetabilischen Nahrungsmitteln, in dem kieselsäurehaltigen Wasser (so wie etwa auch in dem von den Vögeln verschluckten Sande) zu suchen ist, wurde zur Evidenz durch *v. Gorup-Besanez* Untersuchung erwiesen, wenn die Sache nicht an sich schon klar wäre.

Die Pflanzen sind weit reicher an Kieselsäure als man früher geglaubt hat; bekannt ist dies von den Equisetaceen (deren Asche oft 97% enthält). Wir treffen aber auch in dem Saamen der Gräser auf Kieselsäure, die sich dem Auge am besten darstellen lässt, wenn man die Substanz mit etwas Salpetersäure befeuchtet einäschert; es lässt sich auf diese Weise nach *Schultz* nicht bloß in den Hülsen, sondern auch in den Ovarien sehr vieler Monokotyledonen jene Säure unter Benutzung des Mikroskops nachweisen. Daher ist es erklärlich, dass wir auch mit dem Brote Kieselsäure in uns aufnehmen, und dass *Berzelius*⁵⁾ nach dem Genusse von Roggenbrot 4,046% derselben in den festen Excrementen gefunden hat. Noch weniger auffallend ist daher, dass die Herbivoren, welche zugleich die kieselsäurereichsten Pflanzentheile (Halme u. s. w.) mit verzehren, einen Koth entleeren, in dem *Zierl*⁶⁾ (bei Kühen) 4,4%, (bei Schaafen) 6,0% und (bei Pferden) 4,6% fand. Die Darmconcretionen pflanzenfressender Thiere sind deshalb oft reich an Kieselsäure.

Zweite Classe von Mineralkörpern.

Chlorwasserstoffsäure.

Diese Säure kommt, ausser zuweilen im Magensaft, nirgends frei vor. Unter »*Magensaft*« wird daher ausführlicher von ihr die Rede sein.

Fluorwasserstoffsäure.

Diese Säure glaubte *Brugnatelli*⁷⁾ im Magensaft der Vögel entdeckt zu haben, indem er Achat- und Bergkrystallstücke, welche er mittelst Röhren in den Magen von

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 433.

2) *Fleitmann*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 358.

3) *Fourcroy* und *Vauquelin*, Alt. Gehl. Journ. Bd. 2, S. 352.

4) *Wurzer*, Schweig. Journ. Bd. 36, S. 324.

5) *Berzelius*, a. a. O. S. 346.

6) *Zierl*, Kastn. Arch. Bd. 2, S. 476.

7) *Brugnatelli*, Crell's Ann. 1787. Bd. 4, S. 280.

Hühnern und Truthühnern eingebracht und 40 Tage darin erhalten hatte, deutlich corrodirt fand, und an denselben einen Gewichtsverlust von 42 bis 44 Gran beobachtete; ebenso behauptet *Treviranus*¹⁾, dass bei der Digestion der Contenta des Darmcanals von Hühnern die Glasur von Porzellengefässen angegriffen werde.

Bei den geringen Quantitäten dieser Säure, welche möglicher Weise in den Magen- und Darmsäften jener Thiere vorkommen können, ist es allerdings schwierig, deren Abwesenheit mit aller erforderlichen Bestimmtheit nachzuweisen; allein theoretische Gründe ebensowohl als directe Versuche stehen der Behauptung *Brugnatelli's* entgegen, so dass man wenigstens mit höchster Wahrscheinlichkeit das Nichtvorkommen dieser Säure annehmen kann. *Tiedemann* und *Gmelin*²⁾ digerirten den Magensaft einer Ente 24 Stunden lang in einem Platintiegel, der mit einem von Wachs überzogenen und theilweise radirten Glasplättchen bedeckt war; sie konnten jedoch keine Corrosion am Glase wahrnehmen. Ich brachte den Chylus eben getödteter Enten in einen Platintiegel, setzte zur Masse noch etwas Schwefelsäure und bedeckte den Tiegel mit einem Uhrgläschen, welches mit Wachs überzogen, nach der Mitte (d. h. dem untern convexen Theile) hin aber entblöst war; nach Beendigung des Versuchs konnte ich auf dem Uhrgläschen auch nicht die geringste Corrosion auffinden. Ferner sättigte ich die aus dem Kropfe und dem Magen zweier Truthühner durch Auswaschen der Contenta mit Wasser erhaltene Flüssigkeit mit Kali, dampfte sie dann zur Trockenheit ein und verbrannte den Rückstand; die Asche ward dann im Platintiegel, wie oben erwähnt, vorsichtig mit Schwefelsäure behandelt; allein auch hier liess sich keine Spur von Flusssäure nachweisen.

Sind auch diese Versuche nicht streng beweisend gegen *Brugnatelli's* Beobachtung, so lässt sich recht wohl erklären, wie *Brugnatelli* und *Treviranus* zu jener Ansicht verleitet worden sind. Es ist nämlich recht leicht möglich, dass, da man in dem Magen dieser Thiere immer kleine Steinchen und Sand findet, bei dem längern Verbleiben der Achat- und Bergkrystallstücke eine rein mechanische Reibung mit den feinsten Sandkörnchen stattgefunden habe, durch welche eine Corrosion und jener Gewichtsverlust hervorgebracht worden sein kann. Uebrigens habe ich nie an den Steinchen, die man im Magen von Enten und Hühnern findet, eine deutliche Corrosion wahrnehmen können. Auch wäre es doch sonderbar, wenn die Natur hier erst für Absonderung der Flusssäure gesorgt hätte, um sie alsbald wieder durch die aufgenommenen kieselhaltigen Steinchen verschwinden zu lassen. Sollte denn aber die Flusssäure nicht sofort andre Säuren aus den im Magensaft enthaltenen Salzen austreiben?

Chlornatrium.

Wie fast überall auf der ganzen Erdoberfläche findet sich dieser Körper auch in allen Theilen des thierischen Organismus; er ist aber dem letztern nicht etwa bloß zufällig mit den Speisen und Getränken zugeführt worden, sondern wird daselbst zu bestimmten, obwohl höchst verschiedenen Zwecken verwendet.

Die Wichtigkeit des Kochsalzes für die thierische Stoffmetamorphose leuchtet schon daraus ein, dass es unter den löslichen Aschentheilen aller thierischen Substanzen immer den grössten Theil ausmacht. Es ist ein sehr constanter Begleiter gewisser Thierstoffe, auf deren chemische und physikalische Eigenschaften es von wesentlichem Einflusse ist. Obenan

1) *Treviranus*, Biologie. Bd. 4, S. 362.

2) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 2, S. 439.

steht unter diesen Stoffen das Eiweiss, welches seinem Kochsalzgehalte theils seine Löslichkeit verdankt, theils je nach der Menge des beigemengten Kochsalzes ein verschiedenes Verhalten bei der Coagulation zeigt. Das Kochsalz löst reines Casein auf und verlangsamt die Gerinnung des Fibrins des Blutes ausserordentlich. Ist es auch nicht möglich gewesen, bestimmte chemische Verbindungen des Chlornatriums mit diesen Körpern nachzuweisen, so spricht dafür doch der eben erwähnte Einfluss desselben auf genannte Proteinkörper, die Analogie der Verbindung des Kochsalzes mit Krümelzucker und endlich wohl auch die Unmöglichkeit, einige der Proteinkörper durch blosses Auswaschen vollkommen vom Chlornatrium zu befreien.

Man vergleiche insbesondere das oben S. 313 beschriebene Verhalten des Albumins zu Salzen.

Mit diesen Thatsachen steht im Einklange, dass das Kochsalz gleich andern wichtigern Bestandtheilen des thierischen Organismus nicht bloss constant vorkommt, sondern auch an eine ziemlich bestimmte Zahl gebunden ist. Denn es ist ein feststehendes Gesetz, dass die einzelnen thierischen Flüssigkeiten sich stets in gleicher chemischer Constitution zu erhalten suchen. Dieses Gesetz, auf welches wir später ausführlicher zurückkommen müssen, erstreckt sich sogar auf Proteinstoffe, die, wenn sie im Ueberschuss aufgenommen worden sind, zwar auf gewöhnliche Weise zersetzt, aber doch baldigst unter der Form von Harnstoff und Harnsäure durch die Nieren wieder entfernt werden.

In den Exsudaten findet man zwar weniger Kochsalz als im Blute selbst, allein im Verhältniss zu den fixen Bestandtheilen dieser Liquida zeigt sich das Chlornatrium stets erheblich vermehrt. Dass diese reichlichere Durchschwitzung der löslichen Salze durch die Gefässwände auf einem rein mechanischen Verhältnisse beruhe, haben *Brücke*¹⁾ und *Henle*²⁾ ziemlich ausser Zweifel gesetzt. Es ist indessen nicht unwahrscheinlich, dass das Chlornatrium bei der Umwandlung des Exsudates selbst mit wirksam sei; wir finden wenigstens, dass gerade Eiter und andre in Zellen übergehende Exsudate sehr reich an erwähntem Salze sind; besonders gilt dies von dem Schleimsafts, wie *H. Nasse*³⁾ dargethan hat. Krebsaft ist stets sehr reich an Kochsalz. Ob das Kochsalz bei der abnormen Umwandlung des Exsudats in Zellen mit betheilt sei, muss zur Zeit dahingestellt bleiben. Fast gewinnt es aber den Anschein, als ob jede Ablagerung von Zellen von einer vermehrten Menge Chlornatrium begleitet sei oder ihr Stehenbleiben auf einer niedern Entwicklungsstufe bedingte. Wir finden wenigstens, dass die Knorpel, welche bekanntlich in ihrem vollkommen ausgebildeten Zustande so reich an Zellen sind, auch weit grössere Mengen Chlornatrium enthalten, als man sonst wohl in andern

1) *Brücke*, Caspar's Wochenschr. 1840. No. 21.

2) *Henle*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 1, S. 422.

3) *H. Nasse*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 29, S. 59.

thierischen Theilen findet. Die knorpelartigen Knochen des Foetus, in denen sich noch wenig phosphorsaurer Kalk abgelagert hat, enthalten weit mehr Kochsalz als die ausgebildeten. Abnorme Ablagerungen nach Knochenkrankheiten enthalten oft mehr Chlornatrium als selbst die permanenten Knorpel.

*Fromherz und Gugert*¹⁾ fanden in der Asche des Rippenknorpels eines 26jährigen Mannes 8,231% Chlornatrium; bei Untersuchung des Kehlkopfknorpels eines ausgewachsenen Frauenzimmers fand ich 41,236% Kochsalz in der Asche. Aus verschiedenen Knochen konnte ich nur 0,7 bis 1,5% ausziehen; der Schenkelknochen eines 6monatlichen Foetus, den ich untersuchte, enthielt 40,438% Kochsalz, nach *Valentin*²⁾ enthielt die um eine cariöse Tibia abgelagerte Exsudatcruste = 43,7%.

H. Nasse fand im Schleim der Luftwege im Mittel zweier Analysen 0,582% Chlornatrium, bei zwei vergleichenden Analysen des Blutserums und des Eiterserums in erstem 0,46%, in letztem 1,26%. Die Eitersecretion steht also auch in dieser Hinsicht der Schleimsecretion sehr nahe, während das Eiterserum von dem des Blutes sehr verschieden zusammengesetzt ist.

Um eine Uebersicht über das Vorkommen des Chlornatriums in thierischen Flüssigkeiten zu geben, lassen wir die meist auf eigne Analysen begründeten Zahlen folgen, die den procentischen Gehalt an Kochsalz *a.* in der Flüssigkeit, *b.* dem festen Rückstand, *c.* der Asche angeben.

	a.	b.	c.
Menschliches Blut	0,424%	4,984%	57,644%
Blut vom Pferde	0,510%	2,750%	67,405%
Chylus „	0,534%	8,343%	67,884%
Lympe „ (<i>Nasse</i>)	0,442%	8,246%	72,902%
Blutwasser „ (<i>Ders.</i>)	0,405%	5,200%	59,090%
Blut der Katze (<i>Ders.</i>)	0,537%	2,286%	67,428%
Chylus „ (<i>Ders.</i>)	0,710%	7,529%	62,286%
Milch vom Menschen	0,087%	0,726%	33,089%
Speichel „	0,153%	12,988%	62,495%
Magensaft vom Hunde	0,426%	12,753%	42,089%
Galle vom Menschen	0,364%	3,353%	30,464%
Harn „	0,332%	5,487%	22,972%
Schleim „ (<i>Nasse</i>)	0,583%	13,400%	70,000%
Blutserum „ (<i>Ders.</i>)	0,460%	4,949%	58,974%
Eiterserum „ (<i>Ders.</i>)	1,260%	11,454%	72,330%
Entzündliches Exsudat der Pleura (<i>Scherer</i>)	0,750%	10,446%	73,529%
Faserkrebs der Brust	0,314%	6,043%	65,391%

Da wir bei der Betrachtung des thierischen Stoffwechsels die Wirksamkeit und den Nutzen der Salze und des Chlornatriums insbesondere berücksichtigen müssen, so verschieben wir bis dahin eine genauere Auseinandersetzung der physiologischen Function des Chlornatriums.

Nach diesem Ueberblicke über das Vorkommen des Kochsalzes im thierischen Haushalt ist es wohl nicht erst nöthig, die Quellen anzugeben, aus denen der Thierkörper die nöthigen Mengen desselben bezieht. Das Chlornatrium ist so allgemein in der Natur verbreitet, dass schon mit dem einfachsten und gewöhnlichsten Nahrungsmittel und besonders mit dem Wasser dem thierischen Organismus die nöthige Quantität zugeführt wird.

1) *Fromherz und Gugert*, Schweigg. Journ. Bd. 50, S. 487.

2) *Valentin*, Repertor. 1838. S. 304.

Die Cultur hat zwar die Benutzung des Kochsalzes zu einem wahren Bedürfniss erhoben, allein hieraus ist keineswegs zu schliessen, dass das in den gewöhnlichen Nahrungsmitteln enthaltene Salz zur Unterhaltung der thierischen Functionen nicht ausreichend sei. Ein einfacher Vergleich der im Thierkörper enthaltenen Mengen Salz mit denen, die in den täglich genossenen Nahrungsmitteln vorkommen, wird uns leicht belehren, dass wir mehr Kochsalz zu uns nehmen, als das Bedürfniss erfordert, und wenn auch andererseits nach den Erzählungen mehrerer Reisenden einige Negervölker im Innern Afrikas das Kochsalz mit Goldstaub aufwägen und bei Mangel desselben zu den widrigsten Surrogaten ihre Zuflucht nehmen: so wissen wir doch auch, dass fast ganze Volksstämme auf den Inseln der Südsee und in Südamerika ohne Kenntniss und Bedürfniss von Kochsalz wohl gedeihen. Uebrigens wird auch durch Stürme vom Meere aus, wie *Liebig* gezeigt hat, Kochsalz weit in die Binnenländer mit fortgeführt, um dort zunächst die Quellwasser mit diesem Salze zu versorgen. Man lese übrigens nur die Resultate der Analysen von Pflanzenaschen nach, um sich zu überzeugen, dass die gewöhnlichen vegetabilischen Nahrungsmittel vollkommen ausreichen, um den Thierkörper mit dem nöthigen Bedarf an Kochsalz zu versehen.

Kohlensaures Natron.

Dieses Salz findet sich zwar nicht selten in der Asche verbrannter thierischer Stoffe; allein in den meisten Fällen ist es hier nichts als das Product der Verbrennung von Verbindungen des Natrons mit organischen Säuren oder auch Proteinkörpern. Indessen findet sich nach den zuverlässigsten Untersuchungen kohlensaures Natron neben andern Natronverbindungen im Blute und in der Lymphe. Im Harn pflanzenfressender Thiere ist es ebenfalls neben grössern Mengen von kohlensaurem Kali und Kalk enthalten.

Frühere Beobachter nahmen die Gegenwart des kohlensauren Natrons im Blute als erwiesen an, ja man glaubte, mit Grund behaupten zu können, dass dieselbe für die Kohlensäureexcretion von grossem Belang sei: allein später schien es durch einige Beobachtungen wieder sehr zweifelhaft gemacht zu werden, ob überhaupt kohlensaure Alkalien im Blute vorkommen könnten. Man hatte allgemein in der Asche des Blutes kohlensaure Alkalien gefunden (*Berzelius*, *Marcet*, *Milscherlich*, *Tiedemann* und *Gmelin*, neuerlich *Nasse*, *Marchand* und *Andre*), bis *Enderlin*¹⁾ nach seiner Art, das Blut einzuäschern, auch keine Spur von Kohlensäure in der Blut- asche von Menschen, Rindern, Schaafen und Hasen auffinden konnte; er fand im Gegentheil unter den löslichen Salzen neben den bekannten Chloriden und Sulphaten nur dreibasisch phosphorsaures Natron. Er schloss hieraus, dass, da sich in der Blut- asche nicht einmal kohlensaure Salze vorfinden, noch viel weniger im Blute selbst kohlensaures Alkali enthalten sein könne. Nichts desto weniger dürften aber die frühern Beobachter sich keineswegs geirrt haben, wenn sie (wie z. B. *Nasse*²⁾ 0,060 bis 0,080% und *Marchand*³⁾ 0,125%) kohlensaures Natron fanden; man kann nämlich ganz beliebig eine Blut- asche ohne oder mit kohlensauren Salzen herstellen je nach dem Grade des Glühens und der Methode des Einäscherns selbst. Glühen wir das gewöhnliche phosphorsaure Natron ($\text{Na}_2 \text{H} \ddot{\text{P}}$) mit kohlensaurem Natron, so verliert das letztere seine Kohlensäure und es entsteht nothwendiger Weise drei-

1) *Enderlin*, Ann. d. Ch. und Pharm. Bd. 50, S. 53.

2) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 4, S. 467.

3) *Marchand*, Lehrb. d. physiol. Ch. S. 226.

basisch phosphorsaures Natron; beim Auflösen in Wasser verwandelt sich aber bekanntlich dieses dreibasische Natronphosphat durch die Kohlensäure der Luft sehr bald wieder in kohlensaures und c phosphorsaures Natron. Das dreibasisch phosphorsaurer Natron kann demnach als solches im kreisenden Blute keineswegs bestehen, da hier gerade reichlich Kohlensäure zu seiner Zerlegung vorhanden ist.

Nehmen wir aber auch das Vorkommen kohlensauren Natrons in der Blutasche an, so ist damit allein dessen Gegenwart im frischen Blute noch keineswegs erwiesen; denn es kommen im Blute fettsaure und andre organischsaure Alkalien vor, welche beim Einäschern in Kohlensäure verwandelt werden. Erwägen wir aber, dass die Reaction frischen Blutes alkalisch ist, ätzendes Natron aber wegen der im Blute stets enthaltenen Kohlensäure eben so wenig als das erwähnte dreibasisch phosphorsaurer Natron vorkommen kann, so ist jene Reaction kaum von einem andern Körper als von kohlensaurem Natron herzuleiten; denn die fettsauren Alkalien sind in viel zu geringer Menge im Blute enthalten, als dass von ihnen die alkalische Reaction frischen Blutes und die Menge Carbonat in der Asche desselben abgeleitet werden könnte. *Liebig*¹⁾ machte zuerst darauf aufmerksam, dass das Carbonat als doppeltkohlensaures Natron im Blute enthalten sein müsse. Neben dem einfach kohlensauren Natron kann keine freie Säure bestehen. Folgender Versuch spricht für die Gegenwart des Bicarbonats: füllt man Blutserum mit Alkohol und wäscht den Niederschlag mit verdünntem Weingeist gehörig aus, so hinterlässt das Albumin beim Verbrennen keine alkalische Asche; wäre Natron mit Eiweiss chemisch verbunden, so müsste das Natron mit dem Eiweiss gefällt worden sein, während neutrales und besonders doppeltkohlensaures Natron in Weingeist sich recht gut auflöst. Leitet man durch die vom Albumin abfiltrirte Flüssigkeit Wasserstoffgas, so treibt dieses Kohlensäure aus; Wasserstoffgas treibt nämlich, wie früher *Magnus*, *Rose* und *Marchand*²⁾ neuerlichst wieder dargethan haben, aus dem doppeltkohlensauren Natron, besonders bei $+ 38^{\circ}$ C, das eine Atom Kohlensäure vollständig aus. Für die Gegenwart von doppeltkohlensaurem Natron führt *Liebig* auch noch das Verhalten des Quecksilberchlorids gegen die durch Weingeist vom Albumin befreite Flüssigkeit an; dieses bildet hiermit, wie mit doppeltkohlensaurem Natron keinen Niederschlag, setzt aber nach einiger Zeit braune Krystalle von Quecksilberoxychlorid ab. Ich befreite mittelst eines Stromes reinen Wasserstoffgases und wiederholtes Auspumpen der Luft mittelst der Luftpumpe frisch geschlagenes Rindsblut so von Kohlensäure, dass neues Wasserstoffgas, welches durch das Blut gestrichen war, im Blutwasser auch nicht die geringste Trübung mehr erzeugte; hier ward mittelst einer besondern Vorrichtung (d. h. ohne dass atmosphärische Luft Zutreten konnte) etwas Essigsäure mittelst Wasserstoffgas in das Blut getrieben und von Neuem letzteres in grösserer Menge durch das Blut geleitet; unmittelbar nach dem Zustrom der Essigsäure zum Blute wurde das Barytwasser vom durchstreichenden Wasserstoff von Neuem getrübt; also ein Beweis, dass in dem Blute ausser der durch Gase und Luftpumpe entfernbaren Kohlensäure noch ein Theil derselben an eine Basis gebunden enthalten ist. Es dürften somit alle Zweifel über die Gegenwart des kohlensauren Natrons im Blute gehoben sein. Weiter ausgeführten quantitativen Versuchen³⁾ nach habe ich im Mittel von 40 Versuchen in 400 Th. Rindsblut = 0,1628 Th. einfach kohlensaures Natron gefunden, nachdem die freie Kohlensäure auf oben erwähnte Weise ausgetrieben war.

In der Lymphe eines Pferdes fand *Nasse*⁴⁾ 0,056% kohlensaures Natron, wäh-

1) *Liebig*, Handwörterb. d. Ch. Bd. 4, S. 904.

2) *Marchand*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 35, S. 390.

3) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1847. S. 96 - 400.

4) *Nasse*, Simon's Beiträge z. phys. und pathol. Ch. Bd. 4, S. 449.

rend *Marcet*¹⁾ im Blutwasser = 0,465 % gefunden hatte. Wer die Nieren als blosse Colatorien ansieht, kann die Gegenwart kohlensaurer Alkalien im Blute nicht läugnen, da wenigstens im Harn pflanzenfressender Thiere sich bedeutende Mengen kohlensaurer Salze vorfinden. Der Parotidenspeichel der Pferde trübt sich wie Kalkwasser an der Luft, nur mit dem Unterschiede, dass er zugleich die schönsten Krystalle von kohlensaurem Kalk absetzt, die man unter dem Mikroskop betrachten kann.

Dem kohlensauren Natron des Blutes hatte *Liebig* früher eine höchst wichtige Rolle bei dem Respirationsprocesse zuertheilt, indem er dasselbe als den Träger der Kohlensäure ansah, die aus den Haargefäßen in die Lungen übergeführt wird. Der in den Lungen dem Blute zugemischte Sauerstoff verdrängt dort die Kohlensäure ganz so, wie diese durch einen Sauerstoff- oder Wasserstoffgasstrom aus ihrer Verbindung im Natronbicarbonat ausgetrieben wird. Für jetzt steht dieser Ansicht durchaus keine Thatsache entgegen; ja ist die Gegenwart des kohlensauren Natrons im Blute einmal zugegeben, so kann nicht geläugnet werden, dass dieses daselbst in das Bicarbonat verwandelt und andererseits durch zutretende Gasarten anderer Art zersetzt werden müsse. Allein es fragt sich nur, ist die Menge des kohlensauren Natrons hinreichend, um der ganzen Kohlensäure des Blutes als Transportmittel zu dienen? Diese Frage lässt sich mit folgender Rechnung beantworten; 1000 gr. Blut enthalten 4,628 gr. kohlensaures Natron, letzteres kann, um sich in Bicarbonat zu verwandeln, noch 0,637 gr. Kohlensäure aufnehmen; 0,637 gr. Kohlensäure liessen sich also aus dem Blute durch die Luftpumpe oder andre Gase austreiben; diese würden dem Volumen nach = 322 CC. geben; nehmen wir das specifische Gewicht des Blutes = 1,055 an, so könnten 1000 CC. Blut = 343 CC. Kohlensäure enthalten, die durch andre Gase oder Luftverdünnung ausgetrieben werden. *Magnus* hat aber mittelst Wasserstoffgas und Vacuum aus 1000 CC. Blut gegen 300 CC. Kohlensäure ausgeschieden und zwar nach einer Methode, nach welcher immer ein Theil Kohlensäure im Blute zurückbleiben musste. Die Uebereinstimmung der Rechnung mit dem empirischen Resultate ist daher hier so gross, wie sie nur erwartet werden konnte.

Dass das Alkali des Blutes auch zur Sättigung der dem Organismus zugeführten oder in ihm erzeugten Säuren beiträgt, ist um so wahrscheinlicher, als die Natur selbst dafür gesorgt hat, dass das kohlensaure Alkali aus jenen organischsauren Salzen sobald als möglich wieder hergestellt werde (vergl. oben S. 106 und Th. 3 »Stoffwechsel«).

Die Entstehung des kohlensauren Natrons im Thierkörper liegt nach dem oben Angeführten auf der Hand, so dass es hierüber keiner weitern Entwicklung bedarf.

1) *Marcet*, Schweigg. Journ. Bd. 10, S. 151.

Phosphorsaure Alkalien.

Um ein Bild von der Verbreitung der Alkaliphosphate im thierischen Organismus zu gewinnen, stellen wir die Resultate der unter *Rose's* Leitung ausgeführten Untersuchungen mehrerer thierischen Substanzen hier übersichtlich zusammen:

100 Th. Asche liefern vom	Durch Wasser aus der Kohle ausziehbare Salze:	100 Th. der löslichen Salze enthalten Alkaliphosphate:
Rindsblut	60,90	$K_3 \text{ P}$ 4,58
Pferdefleisch . . .	42,84	$\left\{ \begin{array}{l} Na_2 \text{ P} \\ K_2 \text{ P} \end{array} \right.$ 41,40 83,27
Kuhmilch	34,17	$K_3 \text{ P}$ 21,60
Eigelb	40,95	$\left\{ \begin{array}{l} K \text{ P} \\ Na \text{ P} \end{array} \right.$ 24,57 25,46
Eiereiweiss . . .	81,85	0,00
Rindsgalle	90,85	$\left\{ \begin{array}{l} K_3 \text{ P} \\ Na_3 \text{ P} \end{array} \right.$ 6,78 44,51
Harn	90,87	$\left\{ \begin{array}{l} K_2 \text{ P} \\ K_3 \text{ P} \end{array} \right.$ 16,42 4,55
Feste Excremente	48,55	$K_3 \text{ P}$ 20,43

Schon diese wenigen Zahlenresultate versprechen uns eine reiche Ausbeute für die Theorie des thierischen *Stoffwechsels*, wir werden daher auch dort erst ausführlicher auf den physiologischen Werth dieser Salze eingehen.

Unter den »*Exsudaten*« werden wir namentlich die hohe Wichtigkeit dieser Salze für die Gewebsbildung erkennen, besonders aber auch unter »*Muskelgewebe*«.

Wer den zahlreichen Untersuchungen der Aschen der Pflanzen und der Saamen insbesondere auch nur einige Berücksichtigung gewidmet hat, wird über die Quelle der Phosphate im Thierkörper nicht in Zweifel sein können; der reichliche Abgang der Phosphate durch den Harn kann uns dann um so weniger Wunder nehmen, als sich den Phosphaten, die praeformirt in den Nahrungsmitteln enthalten waren, noch jene zugesellt haben, die bei der thierischen Stoffmetamorphose durch Oxydation der phosphorhaltigen organischen Stoffe entstanden sind.

E i s e n.

Dieses Metall kommt im Thierkörper nicht nur an sehr verschiedenen Orten, sondern auch in verschiedenen Zuständen vor: im Blute findet es sich, wie wir beim Haematin gesehen haben, höchst wahrscheinlich zum

grössten Theile im nicht oxydirten Zustande, im Magensaft nach *Berzelius* als Chlorür und in andern Flüssigkeiten als phosphorsaures Salz.

Ueber die speciellen Dienste, welche das Eisen in der thierischen Oekonomie leistet, sind wir leider noch völlig im Dunkeln. Da das Eisen aber jedenfalls eine besondere Wichtigkeit für den Thierkörper hat, so kann uns sein Vorkommen in der Milch und besonders im Ei durchaus nicht Wunder nehmen. Treffen wir in der Galle auf Eisen, so wird man dies um so erklärlicher finden, je mehr man der Ansicht zugethan ist, dass die Galle grösstentheils aus der Zerstörung der Blutkörperchen hervorgeht.

Die flüssigen wie die festen Nahrungsmittel enthalten so viel Eisen, dass immer noch ein Theil desselben mit den festen Excrementen abgeht. Die Natur hat dafür gesorgt, dass dem thierischen Organismus mit jeder Art von Nahrungsmitteln die nöthige Menge dieses bedeutsamen Metalls zugeführt wird.

Dritte Classe von Mineralkörpern.

Schwefelsaure Alkalien.

Schwefelsaure Salze kommen in den meisten thierischen Flüssigkeiten, ausser im Harn, nur in sehr geringen Mengen vor, ja sie fehlen in vielen derselben gänzlich, z. B. in der Milch, der Galle und dem Magensaft. Auch im Blute sind sie in verhältnissmässig geringen Mengen enthalten. Es lässt sich schon hieraus schliessen, dass jene Salze der thierischen Oekonomie von keinem wesentlichen Nutzen sind; was noch dadurch bestätigt wird, dass sie, dem Thierkörper kaum zugeführt, möglichst schnell wieder aus demselben mit festen oder flüssigen Excrementen entfernt werden. Dagegen ist es auffallend, dass *v. Bibra*¹⁾ in den Knochen der Reptilien und Fische nicht geringe Mengen schwefelsauren Natrons gefunden hat.

*Berzelius*²⁾ und *Fx. Simon*³⁾ fanden in der Milch keine Sulphate, ebenso vermissten *Braconnot*⁴⁾ und *Berzelius*⁵⁾ dieselben im Magensaft und in der Rinds- wie in der Menschengalle.

1) *v. Bibra*, Knochen u. Zähne u. s. w. S. 226 u. 242.

2) *Berzelius*, Lehrb. d. Chemie. Bd. 9, S. 695.

3) *Fx. Simon*, Frauenmilch. S. 48.

4) *Braconnot*, a. o. a. O.

5) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 16, S. 279.

Behandelt man den trocknen Rückstand von Blutserum, Milch, Speichel, Galle u. s. w. mit Spiritus, bis derselbe auch im Kochen nichts mehr aufnimmt, zieht den unlöslichen Rückstand mit Wasser aus, fällt die wässrige Lösung mit etwas Gerbsture, dampft die filtrirte Flüssigkeit ein, zieht wieder mit Spiritus aus und löst den Rückstand in Wasser, so wird die wässrige Lösung nur selten Spuren von Sulphaten anzeigen. Dass in der Asche jener thierischen Säfte schwefelsaures Natron häufig genug und oft in ansehnlicher Menge gefunden wird und gefunden werden muss, ist klar nach dem, was wir oben über die Veränderungen bemerkt haben, welche die Mineralbestandtheile thierischer Stoffe beim Einäschern erleiden. Als auffallendstes Beispiel hierzu kann die Galle dienen, deren Asche so reich an Sulphaten ist, während in der frischen Flüssigkeit kaum eine Spur zu entdecken ist.

Die häufige Anwendung schwefelsaurer Alkalien in der Medicin möchte fast vermuthen lassen, dass auch die mit den gewöhnlichen Nahrungsmitteln dem Thierkörper zugeführten Alkalisulphate nicht ganz ohne Nutzen für die physiologischen Functionen des thierischen Organismus und insbesondere für die der Verdauung seien. Erwägen wir einerseits das Verhalten der Alkalisulphate bei der Verdauung und andererseits das Vorkommen schwefelreicher organischer Substanzen im thierischen Organismus, so gewinnt jene Ansicht einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit. Die ärztlichen Erfahrungen ebensowohl als directe physiologisch-chemische Versuche haben deutlich dargethan, dass geringere Quantitäten schwefelsaurer Alkalien während der Verdauung im Darmcanal in Sulphurete umgewandelt werden. Man könnte wohl hieraus schliessen, dass diese Salze benutzt würden zur Erzeugung schwefelreicher thierischer Substanzen wie der Taurocholsäure, der Hornmaterie u. dergl.; allein da mit den vegetabilischen Nahrungsmitteln dem Thierkörper bereits so schwefelhaltige Substanzen, wie Legumin, Pflanzeneiweiss u. s. w. zugeführt werden, so könnten jene dem Thierkörper eigenthümlichen schwefelreichen Substanzen dieses Element wohl auch aus dem nicht oxydirten Schwefel der Nahrungsmittel entlehnen. Da entscheidende Versuche für die eine oder die andre Ansicht noch nicht vorliegen, so müssen wir für jetzt diese Frage dahingestellt sein lassen.

Laveran's und *Millon's* Versuche¹⁾ haben dargethan, dass schwefelsaure Alkalien nur, wenn sie in grössern Mengen genommen worden sind, in den Stuhlgang übergehen, dagegen in geringern Mengen im Darmcanal resorbirt und von den Nieren ausgeschieden werden. Man würde aber gewiss irren, wenn man glaubte, dass, wie es *Laveran* und *Millon* anzunehmen scheinen, im Darmcanal eine einfache Absorption jener Salze statt hätte. Es ist bekannt, dass nach dem Genusse schwefelsaurer Alkalien sich mehr Darmgase entwickeln und diese besonders reich an Schwefelwasserstoff sind.

Diese Umwandlung der Sulphate in Sulphurete bei der Verdauung im Darne wird aber noch durch folgende Thatsachen erwiesen. Brachte ich reines Glutin mit Milchzucker und etwas Oel in eine verdünnte Lösung von schwefelsaurem Kali und setzte die Mischung der Blutwärme aus, so ging die Masse erst in Milchgährung, sehr bald in Fäulniss über und nach 6 bis 8 Tagen war bereits deutliche Entwicklung von Schwefelwasserstoff wahrzunehmen; es gelang mir auf diese Weise eine Mischung, der ich 5 grm. schwefelsaures Kali zugesetzt hatte, durch allmählichen

1) *Laveran* und *Millon*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 42, p. 435.

Zusatz von Essigsäure ganz schwefelsäurefrei zu machen. Dass nun im Darmcanal, wo ähnliche Stoffe concurriren, das Sulphat ebenfalls zu Sulphuret desoxydirt werde, geht aus der Zusammensetzung jener Stuhlgänge hervor, welche nach dem Gebrauche jener Mineralwässer entleert werden, die (z. B. das Marienbader) neben kohlensaurem Eisenoxydul schwefelsaures Natron enthalten.

In diesen meist grün oder schwarz gefärbten Faeces habe ich einfach Schwefeleisen (nicht wie *Kersten*¹⁾ Zweifelschwefeleisen), mit Bestimmtheit nachgewiesen.

Dass der Schwefelsäuregehalt des Harns in der Zersetzung und Oxydation der schwefelhaltigen Gewebe und histogenetischen Stoffe hauptsächlich seinen Ursprung habe, geht aus dem Vergleich der mit den Nahrungsmitteln aufgenommenen und durch den Harn entleerten Sulphate deutlich hervor.

Im Mittel zahlreicher Versuche²⁾ fand ich, dass von mir bei gewöhnlicher, gemischter Nahrung täglich ungefähr 7,026 grm. Sulphate durch die Nieren entleert wurden. Bei einer 42 Tage fortgesetzten animalischen Kost excernirte ich dagegen täglich im Durchschnitt 10,399 grm.; nach dem Genusse rein vegetabilischer Nahrungsmittel endlich täglich durchschnittlich nur 5,846 grm. Bei diesen Versuchen hatte ich nur zur Stillung des Durstes ein gewöhnliches Brunnenwasser getrunken, welches ausser etwas Gyps nur geringe Mengen schwefelsaurer Alkalien enthielt, so dass also von daher der auffallende Unterschied in den Mengen der excernirten Sulphate nicht geleitet werden konnte. Auch deutete gerade die ungewöhnliche Vermehrung des Harnstoffs in dem bei animalischer Kost gelassenen Harn darauf hin, dass die jener entsprechende Vermehrung der Sulphate in einer gleichen Ursache d. h. in einer Zersetzung und Oxydation der genossenen Stoffe ihren Grund habe.

Kohlensaure Talkerde.

Dieses Erdsalz findet sich im thierischen Organismus nur spärlich. Nach *Berzelius*³⁾ ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Talkerde in den Knochen nicht an Phosphorsäure, sondern an Kohlensäure gebunden vorkomme, und dass sich die in den Knochen gefundene phosphorsaure Talkerde erst bei der Analyse gebildet habe. Unterstützt wird diese Ansicht dadurch, dass in vielen pathologischen Concrementen neben kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk kohlensaure Talkerde gefunden wird. Indessen müsste wohl, wenn die Talkerde in den Knochen mit Kohlensäure verbunden wäre, erstre sie mit dem an Kohlensäure gebundenen Kalk durch verdünnte Essigsäure ausziehen lassen, was weder mir noch von *Bibra* gelang.

Von *Bibra*⁴⁾ führt auch gegen die Ansicht von *Berzelius* an, dass in den Zähnen weit mehr Talkerde gefunden wird, als die darin gefundene Kohlensäure sättigen kann.

1) *Kersten*, Journ. f. Chirurgie von *Walther* und *Ammon*. Bd. 2, S. 2.

2) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25, S. 4 u. Bd. 27, S. 257.

3) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 545.

4) *Von Bibra*, Knochen und Zähne. S. 94 u. 237.

*Geiger*¹⁾ theilt die Analyse eines durch die Nase entleerten Concrements mit, welches unter 76,7% Mineralstoffen 8,3 kohlensaure Talkerde enthält, *Bley*²⁾ will in steinigen Concrementen aus dem Peritonaeum eines Menschen 27,66% kohlensaure Talkerde gefunden haben.

Sehr viel kohlensaure Talkerde findet sich im Harn pflanzenfressender Thiere; daher man sie sehr oft in den Harnsteinen derselben antrifft; selten nur hat man sie in menschlichen Harnconcrementen gefunden.

Der Harn vom Rind, Kameel, Pferde, Nashorn, Elephanten, Biber und Kaninchen setzt mit kohlensaurem Kalk auch kohlensaure Talkerde ab. Der schleimige Bodensatz eines diabetischen Pferdeharns enthielt nach *John*³⁾ 40% kohlensaure Magnesia.

Im Harnsteine eines Ochsen fand *Lassaigne*⁴⁾ neben kohlensaurem Kalk 4,8%, in dem eines Pferdes *Wurzer*⁵⁾ 4,06%, *Wackenroder*⁶⁾ 3,522% kohlensaure Talkerde. Der von *Lindbergson*⁷⁾ untersuchte Harnstein eines Menschen enthielt neben phosphorsaurer Kalk- und Talkerde 2,55% kohlensaure Magnesia, während sich nur 3,44% kohlensaurer Kalk darin fanden. *Bley*⁸⁾ untersuchte zwei menschliche Harnsteine, von denen der eine 5,7%, der andre 6,5% kohlensaure Talkerde enthielt.

Auffallend ist es, dass wir im Harn der Herbivoren so häufig kohlensaure Talkerde finden, während in den Pflanzen und besonders in den Gräsern die Magnesia fast nur an Phosphorsäure gebunden vorkommt. Es ist nicht wohl zu denken, dass die phosphorsaure Talkerde im Thierkörper durch eine Desoxydation der Phosphorsäure ihres electronegativen Bestandtheils beraubt und dafür mit der schwächern Kohlensäure versehen werde, sondern wahrscheinlicher ist es, dass der aus den Vegetabilien in den Thierkörper gebrachte pflanzensaure Kalk, entweder im Blute oder an andern Orten sich mit der phosphorsauren Magnesia so zersetzt, dass Knochenerde entsteht, die pflanzensaure Talkerde aber in kohlensaure verwandelt wird. Die Armuth des Harns pflanzenfressender Thiere an Phosphaten scheint diese Ansicht zu bestätigen.

Auch in der Eierschale der Vögel findet sich neben kohlensaurem Kalk kohlensaure Magnesia, die beim Bebrüten des Eis mit ersterem zum Theil vom Embryo aufgenommen wird (*Prout*⁹⁾ und *Lassaigne*¹⁰⁾).

M a n g a n.

Dieses Metall, der beständige Begleiter des Eisens, findet sich auch im thierischen Organismus neben dem Eisen in entsprechend geringen

1) *Geiger*, Mag. f. Pharm. Bd. 24, S. 247.

2) *Bley*, Arch. der Pharm. Bd. 20, S. 242.

3) *John*, Chem. Schriften. Bd. 6, S. 462.

4) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. 2 Sér. T. 4, p. 49.

5) *Wurzer*, Schweig. Journ. Bd. 8, S. 65.

6) *Wackenroder*, Ann. der Pharm. Bd. 18, S. 459.

7) *Lindbergson*, Schweig. Journ. Bd. 32, S. 429.

8) *Bley*, Buchner's Repert. 2. R. Bd. 2, S. 465.

9) *Prout*, Schweig. Journ. Bd. 38, S. 60.

10) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 40, p. 493.

Mengen; indessen scheint es nicht gleich diesem für den thierischen Stoffwechsel selbst von Einfluss zu sein, da es sich in den Excreten in verhältnissmässig grösserer Menge findet, als in irgend einer noch zu den Lebensfunctionen verwendeten thierischen Flüssigkeit; gleich andern zufällig in den Organismus gelangten schweren Metallen wird es hauptsächlich durch die Leber ausgeschieden; daher es in verhältnissmässig grösster Menge in der Galle gefunden worden ist.

*Vauquelin*¹⁾ fand Mangan in den Haaren, *Bley*²⁾, *Wurzer*³⁾ und *Bucholz*⁴⁾ in Gallenconcrementen und Harnsteinen. *Weidenbusch* fand in der nach *Rose* untersuchten Asche der Galle neben 0,23% Eisenoxyd 0,42% Manganoxydoxydul. *Burin du Bouisson*⁵⁾ fand durchschnittlich in 4 Kilogramm menschlichen Blutes 0,078 grm. Manganoxydoxydul.

Thonerde.

Dieser Körper kommt im thierischen Organismus nirgends vor; man hat ihn nur in einigen fossilen Knochen gefunden, in die er unstreitig durch Infiltration gelangt ist. Das Fehlen der Thonerde im thierischen Organismus ist leicht erklärlich; die in den Darmcanal gebrachte Alaunerde vereinigt sich mit organischen Substanzen und insbesondere mit den Bestandtheilen der Galle zu unlöslichen Verbindungen, die nicht resorbirt werden.

Nach dem Genusse von 3 Gramm basisch schwefelsaurer Alaunerde, die ich innerhalb 48 St. zu mir nahm, konnte ich in dem ganzen gesammelten Harn keine Spur Alaunerde finden, wohl aber in der Asche der festen Excremente. In den ersten Tagen nach dem Genusse jener Substanz waren die festen Excremente fast geruchlos.

Arsen.

*Devergie*⁶⁾ und besonders *Orfila*⁷⁾ glaubten das Arsen in allen thierischen Knochen gefunden zu haben und demnach dasselbe als integrierenden Bestandtheil des thierischen Organismus ansehen zu dürfen. Später hat es sich aber herausgestellt, dass die Untersuchungsmethode oder andre Fehler zu dieser irrthümlichen Ansicht Veranlassung gegeben hatten.

Die Gegenwart des Arsens namentlich in den Knochen, die positive Versuche zu beweisen schienen, fand man früher sehr wohl erklärlich, da man in der Natur

1) *Vauquelin*. Ann. de Chim. T. 58, p. 44.

2) *Bley*, a. o. a. O.

3) *Wurzer*, a. o. a. O.

4) *Bucholz*, a. o. a. O.

5) *Burin du Bouisson*, Rev. méd. Févr. et Mars. 1832.

6) *Devergie*, Ann. d'Hygiène publ. 1839, Octbr. p. 482.

7) *Orfila*, ibid. 1840, Juill. p. 463.

den Phosphor so häufig in Begleitung von Arsen angetroffen hatte; um wie viel mehr würde man die Gegenwart des Arsens in thierischen Organismen als erwiesen angesehen haben, wenn man damals schon die Entdeckung von *Walchner* und *Schaffhüll* gekannt hätte, wornach die Sedimente aus den meisten eisenhaltigen Mineralwässern arsenhaltig sind.

So giftig das Arsen selbst in den kleinsten Gaben auf den thierischen Organismus wirkt, so sehen wir doch aus Versuchen an Thieren, dass die Natur beflissen ist, diesen deleteren Stoff so schnell als möglich aus dem Thierkörper wieder zu entfernen.

*Meurer*¹⁾ hat Versuche an Pferden, die bekanntlich sehr viel Arsen vertragen, und *von Bibra*²⁾ an Kaninchen angestellt, aus denen hervorgeht, dass die grösste Menge Arsen mit den festen Excrementen wieder abgeht; im Harn fanden beide Beobachter ebenfalls Arsen in nicht geringer Menge; unter den festen Theilen des Thierkörpers liess das Arsen sich besonders in den Excretionsorganen, der Leber und den Nieren nachweisen; ausserdem wurde es aber auch in Herz, Lungen, dem Gehirn und den Muskeln gefunden; *Dufos* und *Hirsch*³⁾ haben einzelne dieser Resultate bestätigt.

Schnedermann und *Knop*⁴⁾ fanden selbst in den Knochen eines Schweines kein Arsen, welches $\frac{1}{4}$ Jahr lang in der Nähe der Silberhütte zu Andreasberg gelebt hatte, wo wegen der stets entwickelten Arsendämpfe Kühe und Federvieh nicht ge-
deihen.

Kupfer und Blei.

Beide Metalle sind von *Devergie*⁵⁾, *Lefortier*⁶⁾, *Orfila*⁷⁾, *Dechamps*⁸⁾ und *Millon*⁹⁾ im gesunden Körper in höchst geringen Mengen gefunden und als integrirende Bestandtheile aller Weichtheile so wie des Blutes angesehen worden, allein erst in neuerer Zeit sind zuverlässigere Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt worden, die wenigstens die Gegenwart des Kupfers im Blute einiger niedern Thiere und in der Galle des Rindes und Menschen ausser Zweifel zu setzen scheinen.

Im Blute glaubte es *Millon*¹⁰⁾ gefunden zu haben, allein *Melsens*¹¹⁾ hat diese Behauptung mit Gründen und durch directe Versuche widerlegt; da jedoch in der Galle des Menschen so wie in der des Rindes zuweilen ein Kupfergehalt mit Bestimmtheit nachzuweisen ist, so muss wohl das Blut, wenn auch kaum nachweisbare Spuren von Kupfer enthalten. Uebrigens hat *E. Harless*¹²⁾ im Blute einiger nie-

1) *Meurer*, Arch. d. Pharm. Bd. 26, S. 45.

2) *von Bibra*, Knochen und Zähne. S. 112.

3) *Dufos* und *Hirsch*, das Arsenik, seine Erkennung u. s. w. 1842.

4) *Schnedermann* und *Knop*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 36, S. 474.

5) *Devergie*, Ann. d'Hygiène publ. 1840, Juill. p. 180.

6) *Lefortier*, ibid. p. 97.

7) *Orfila*, Mémoir. de l'Acad. de Médec. T. 8, p. 522.

8) *Dechamps*, Compt. rend. Octbr. 1848.

9) *Millon*, Journ. de Ch. et de Ph. 3 Sér. T. 13, p. 86—88.

10) Ders., ebendas.

11) *Melsens*, ebendas. 3 Sér. T. 23, p. 358—372.

12) *E. Harless*, Müller's Arch. 1847, S. 448—457.

den Thiere, namentlich der Cephalopoden, Acriden und Molurten vom Kupfergehalt gefunden und besonders auch in der Leber dieser Thiere das Kupfer nachgewiesen. Im Blute von *Limulus Cyclops* hat *Genth*¹ Kupfer als constanten Bestandtheil nachgewiesen zuweilen 0.27%, der Asche an Kupferoxyd. Auch in der Leber von *Heliopoma* findet sich nach *Bertozzi* Kupfer: von *Béru* fand in der Leber von *Cancer pagurus*, *Acanthias*, *Zeus* u. dergl. das Kupfer meist in ungelösten Verhältnisse zum Eisen. In der Galle so wie in Gallensteinen haben einen Kupfergehalt nachgewiesen: zuerst *Bertozzi*², später *Heller*³, *Gorup-Besanez*⁴, *Bramson*⁵, *Orfila*⁶. Aus 250 Lebern von Fröschen habe ich ebensowenig als aus menschlichen Lebern Kupfer mit Sicherheit nachzuweisen vermocht. Ebenso habe ich auch in Blute nach *Milks*'s Methode weder Kupfer noch Eisen auffinden können.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass jene geringen Mengen von Kupfer, die man in den Flüssigkeiten der höhern Thiere gefunden hat, nur als zufällige Bestandtheile anzusehen sind, während der Kupfergehalt des Blutes bei den niedern Thieren nach den Untersuchungen von *Mariss* und *Genth* mit dem Blutpigmente allerdings in einem wesentlichen Zusammenhange zu stehen scheint.

Allen bisherigen Untersuchungen nach ist die Leber dasjenige Organ, in welchem die deleteren Stoffe und namentlich die Metalle z. B. Arsen, Blei, Antimon, Wismuth u. dergl. angehäuft werden, um von dort aus allmählig wieder mit der Galle ausgeschieden zu werden. Wir können uns daher auch, wenn wir selbst das Kupfer constant im Blute oder der Galle gefunden hätten, nicht davon überreden, dass dieses Metall einen integrierenden Bestandtheil jener Säfte ausmache.

Da das Kupfer nicht nur in vielen Mineralwässern z. B. von *Wulf*⁷, *Buchner*⁸, *Keller*⁹, *Fischer*¹⁰, sondern oft auch in Pflanzen und selbst im Getreide *Girardin*¹¹ gefunden worden ist, so ist der Ursprung der geringen Mengen Kupfer in den Organismen der höhern Thiere wohl erklärt.

Ammoniaksalze.

Diese Salze sind zwar von vielen Gelehrten in verschiedenen Theilen des thierischen Körpers gefunden worden, allein wenn wir auch ihr Vorkommen in den excernirten Flüssigkeiten nicht völlig in Abrede stellen wollen, so ist es dennoch als fast unzweifelhaft anzusehen, dass im thie-

1. *Genth*, *Keller's* u. *Tiedemann's* Nordam. Monatsber. Bd. 3, S. 438—440.
2. *Bertozzi*, Ann. di Chirur. Milan. 1845. p. 32.
3. *Heller*, *Heller's* Arch. Bd. 3, S. 228.
4. *Gorup-Besanez*, Unters. über Galle. Erlangen 1848. S. 95.
5. *Bramson*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 193.
6. *Orfila*, Journ. de Chim. méd. 3 Sér. T. 3, p. 434.
7. *Wulf*, Ann. d. Ch. u. Pharm. T. 35, p. 46.
8. *Buchner*, Jahrb. f. pr. Pharm. Bd. 15, S. 20—25.
9. *Keller*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 40, S. 442—447.
10. *Fischer*, Arch. d. Pharm. Bd. 52, S. 268.
11. *Girardin*, Journ. de Chim. méd. 3 Sér. T. 2, p. 443—445.

rischen Organismus selbst kein Ammoniaksalz erzeugt und in den belebten Theilen gefunden werde.

Im Scheweisse, namentlich in dem der Achselhöhlen, ist das Vorkommen des Ammoniaks unbestritten. In dem Urin nimmt man es sicher in grösserer Menge an, als es wirklich darin enthalten ist. In den festen Excrementen, welche eigentlich schon in Zersetzung begriffene Körper sind, und die sehr bald an der Luft Ammoniak entwickeln, nimmt auch *Berzelius*¹⁾ kein kohlen-saures Ammoniak an. So wichtig das Vorkommen von Ammoniak in den Pflanzensäften zur Herstellung stickstoffhaltiger Verbindungen ist, so wenig scheint der thierische Organismus desselben zu bedürfen. Ja der Zersetzungsprocess, welcher beim Unbrauchbarwerden der einzelnen Bestandtheile der Organe in den stickstoffhaltigen Materien derselben vor sich geht, führt keineswegs Ammoniakbildung mit sich; wir würden dann gewiss weit mehr Ammoniaksalze in den Excreten finden. Die Stickstoffverbindung, welche sich im Körper selbst aus den stickstoffhaltigen Substanzen als Zersetzungsproduct erzeugt, ist hauptsächlich der Harnstoff.

Im Blute, im Chylus, in der Lymphe, in der Milch, in den Eiflüssigkeiten und in den Secretionen der serösen Häute hat man kein Ammoniak oder nur höchst geringe Mengen desselben gefunden. In der Lungenausdünstung sind dagegen immer geringe Mengen von Ammoniak mit grösster Sicherheit nachzuweisen.

Fast sämtliche histogenetischen Stoffe entwickeln bei der Behandlung mit verdünnten Säuren oder Alkalien Ammoniak.

Man hat häufig geglaubt, Salmiak mittelst des Mikroskops nach dem Verdunsten des alkoholischen Extractes thierischer Flüssigkeiten zu finden, indem man das efflorescirende Kochsalz dafür ansah; das letztere scheidet sich nämlich bei Gegenwart gewisser organischer Materien besonders bei schnellem Verdunsten z. B. aus dem Chylus in dendritischen Gruppen aus, die denen des Salmiaks ganz ähnlich sind.

In dem Blute fanden *Lecanu* und *Denis*, in der Lymphe *Marchand* und *Colberg*, in der Milch *Schwartz* und *Simon* keine Ammoniaksalze.

Im Harn selbst ist die Menge des Ammoniaks höchst gering, wie aus folgenden Versuchen hervorgeht. Ich liess aus Morgenharn die grösste Menge Wasser gefrieren und erhielt so einen ganz concentrirten, fast weinrothen Harn, von dem angenommen werden konnte, dass er die Bestandtheile ganz unzersetzt enthielt; mit Aetzkali vorsichtig versetzt gab derselbe einen Niederschlag, der, selbst wenn er längere Zeit mit dem Harn in Berührung gelassen worden war, keine Harnsäure enthielt: denn wären im Urin Ammoniaksalze enthalten gewesen, so würde harn-saures Ammoniak präcipitirt worden sein; letzteres geschah erst auf Zusatz von Salmiak. Auch *Scherer* und *Liebig*²⁾ haben sich von der Abwesenheit des Ammoniaks in normalem Harn überzeugt. *Heintz* fand in dem gewöhnlichen Harnsedimente neben harnsaurem Natron etwas harnsauren Kalk und nur Spuren von harnsaurem Ammoniak.

*Boussingault*³⁾ hat jüngst den Ammoniakgehalt des Harns nach einer neuen

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 480.

2) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50, S. 498.

3) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 29, p. 472.

Methode zu bestimmen gesucht; dieselbe beruht nämlich darauf, dass aus gelösten Ammoniaksalzen alles Ammoniak entwickelt werden könne, wenn man sie mit Kalkhydrat oder kohlensaurem Natron im Vacuo bei 40 bis 50° zur Trockenheit verdunste, dass dagegen der Harnstoff durch eine gleiche Behandlung nicht zersetzt werde. Auf diese Weise fand *Boussingault* z. B. im Harne eines achtmonatlichen Kindes 0,034%, in dem eines Jünglings 0,444% Ammoniak. Sollten denn aber nicht stickstoffhaltige Materien des Harns z. B. die sog. farbigen Extractivstoffe desselben, die noch leichter als Harnstoff sich zersetzen, nicht unter jenen Bedingungen Ammoniak entwickeln können? Merkwürdig wäre es wenigstens, wenn nach Genuss von Ammoniaksalzen nicht diese, sondern deren höchstes Oxydationsproduct, *Salpetersäure* (wie *Bence Jones* nachgewiesen) im Harne gefunden würde, während ohne Ammoniakaufnahme von Aussen das im Körper gebildete Ammoniak nicht zersetzt würde, sondern als solches in den Harn überginge. Doch könnte sich das von *Boussingault* gefundene Ammoniak auch erst in der Blase gebildet haben.

In der Lungenexhalation hat zuerst *Marchand*¹⁾ die Gegenwart desselben mit Bestimmtheit dargethan; durch das von *Erdmann*²⁾ entdeckte farblose Haematoxylin lässt sich in der mit einem einzigen Athemzuge exhalirten Luft das Ammoniak nachweisen; übrigens findet man bei Respirationsversuchen, wenn man sich der Schwefelsäure zur Entfernung oder Bestimmung des Wassers bedient, stets Ammoniak in derselben.

In krankhaften Zuständen finden sich oft im Blute sowohl als im Harn sehr erhebliche Mengen Ammoniak. *Winter*³⁾ glaubte durch die Gegenwart von Ammoniak im Blute den Typhus erklärt zu haben; allein ein Ammoniakgehalt des Blutes kann in allen schwereren Fällen acuter Krankheiten, namentlich bei Variola und Scarlatina, nachgewiesen werden; im Typhus ist der Ammoniakgehalt des Blutes ebensowenig constant als die Tripelphosphatkrystalle in den Excrementen. Dass in gleichen Zuständen der Harn ammoniakhaltig wird, ist wohl nicht nöthig erst zu erwähnen; ammoniakreich ist aber der Harn, wenn er sich schon in der Blase zersetzt, wie bei inveterirtem Blasenkatarrh oder Rückenmarksleiden.

Blausäure.

Diese Säure findet sich niemals im thierischen Organismus präformirt vor; selbst bei den mannigfaltigsten Umwandlungen und Zersetzungen, die bei krankhaften Zuständen im Körper vor sich gehen, ist weder die freie Säure noch ein Cyanmetall vorgefunden worden. Erklärlich ist diese Erfahrung wohl auch dadurch, dass die Blausäure, Cyan oder Cyanmetalle sich aus stickstoffhaltigen Substanzen fast nur bei höhern Temperaturgraden erzeugen. Trotz dem ist man nicht abgeneigt gewesen, theils in histogenetischen Stoffen Blausäure als präformirt, als gepaart oder gebunden anzunehmen, theils ihre Bildung zur Erklärung mancher vitalchemischer Prozesse zu benutzen, kurz sie unter den Gleichungen, die man zur Deutung des thierischen Stoffwechsels fingirte, eine Rolle mit spielen zu lassen. Wir thaten ihrer hier nur Erwähnung, insofern sie zu den Körpern, wie Essigsäure, Baldriansäure, Oenanthsäure u. s. w. gehört, welche bei den künstlichen Zersetzungen thierischer Substanzen mit auftreten; wir erinnern an die Zersetzung der Hippursäure durch blosses Erhitzen, an die Zersetzung histogenetischer Substanzen durch saures chromsaures Kali oder Braunstein und Schwefelsäure.

1) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 33, S. 448 u. Bd. 44, S. 35.

2) *Erdmann*, ebendas. Bd. 27, S. 193—203.

3) *Winter*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 48, S. 339.

Schwefelblausäure.

Diese Säure, von *Berzelius Rhodanwasserstoffsäure* genannt, kommt nicht frei, sondern nur als Schwefelcyannatrium vor. Sie wurde von *Treviranus* im Speichel entdeckt und ist zur Zeit in keiner andern thierischen Flüssigkeit gefunden worden.

Treviranus nannte sie Blutsäure, da er fand, dass sie mit Eisenoxydsalzen blutrothe Lösungen gab; er leitete daher die Farbe des Blutes von Schwefelcyaneisen ab.

Sehr lange Zeit hat man sich darüber gestritten, ob jener Stoff des Speichels, der mit Eisenoxydsalzen jene rothe Färbung erzeugt, wirklich Schwefelcyan sei. Fast über keinen Gegenstand der Zoochemie sind so viele Versuche angestellt worden, durch die die Experimentatoren die Gegenwart jenes Stoffs bald als erwiesen, bald widerlegt betrachteten. Wir glauben indessen, dass, wer die Versuche von *Pettenkofer*¹⁾ wiederholt hat, nicht mehr an der Anwesenheit des Schwefelcyans im Speichel zweifeln kann. *Pettenkofer* macht insbesondere auf zwei von ihm gefundene Prüfungsmittel der Schwefelblausäure aufmerksam: Lösungen von essigsaurem und ameisensaurem Eisenoxyd werden durch Kochen mit Chloralkalien vollständig entfärbt, Schwefelcyaneisen nicht; ferner ist es bekannt, dass Eisenoxydsalze das Kaliameisencyanid nicht zersetzen; erhitzt man aber eine Auflösung von Schwefelcyaneisen, so wird unter Entwicklung von Blausäure alsbald Berlinerblau gefällt. *Pettenkofer* wandte diese Mittel auf das alkoholische Extract des Speichels an, und erwies somit den Schwefelcyangehalt desselben; von Andern ist früher auch die bekannte Reaction auf Schwefelcyanmetalle, nämlich ein Gemisch zweier Lösungen von schwefelsaurem Eisenoxydul und schwefelsaurem Kupferoxyd (wodurch Kupfersulphocyanür gefällt wird) zum Beweis der Gegenwart dieses Stoffs im Speichel benutzt worden. Das alkoholische Extract des Speichels ist frei von Schwefelsäure (da die Sulphate in Alkohol unlöslich sind); daher glaubte *Pettenkofer* den Schwefelcyangehalt des Speichels quantitativ bestimmen zu können, indem er das alkoholische Extract durch chloresäures Kali und Salzsäure oxydirte und die gebildete Schwefelsäure durch Chlorbaryum fällte u. s. w. *Gmelin* hatte übrigens schon früher aus dem Speichel durch Destillation sehr grosse Mengen von Schwefelcyan rein dargestellt. *Strahl*²⁾ fand, da er das Schwefelcyan im Speichel nicht nachzuweisen verstand, die Versuche dieser seiner Vorgänger »mangelhaft, seltsam und leichtfertig«; allein wer diesen absprechenden Aeusserungen *Strahl's* Glauben zu schenken geneigt wäre, den verweisen wir auf die vortrefflichen Arbeiten von *Jucubowitsch* und *Tilanus*³⁾, die durch die einfachsten und reinlichsten chemischen Versuche die Gegenwart des Rhodans ausser Zweifel gesetzt haben. Auch *Frerichs*⁴⁾ hat neuerdings das Rhodankalium im Speichel mit Sicherheit dargethan. Dass übrigens das Rhodankalium keineswegs giftige Eigenschaften besitzt, haben früher *Marchand*⁵⁾ und neuerdings *Wöhler* und *Frerichs*⁶⁾ durch directe Versuche nachgewiesen.

Im menschlichen Speichel kommt das Schwefelcyan ziemlich constant vor, indessen fehlt es auch zuweilen, ohne dass man für dessen Abwesenheit in physiologischen oder pathologischen Verhältnissen einen Grund finden könnte. In Speichel,

1) *Pettenkofer*, Buchn. Repert. 2 R. Bd. 44, S. 289—343.

2) *Strahl*, Med. Zeitg. d. Ver. f. Preussen. 1847. Nr. 24 u. 22.

3) *Tilanus*, De saliva et muco, dissert. inaug. Amstelod. 1849.

4) *Frerichs*, a. a. O. S. 764.

5) *Marchand*, Lehrb. d. phys. Ch. 1844. S. 440.

6) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 344.

der durch irgendwelche Salivation erhalten worden ist, fehlt das Schwefelcyan; so habe ich es z. B. nie bei Mercurialptyalismus noch bei reichlichen Speichelabsonderungen, durch Jod oder durch Krankheiten z. B. Typhus veranlasst, auffinden können. Das Schwefelcyan findet sich übrigens auch im Speichel der Hunde und Schaaf; in dem der Pferde, wo es *Wright* gefunden haben will, gelang es mir nicht, trotz dem, dass ich den Speichel von vier verschiedenen Individuen untersuchte, die Schwefelblausäure nachzuweisen.

Jacobowitsch fand im eignen Speichel 0,006% Rhodankalium, ich in dem meinigen zwischen 0,0046 und 0,0089%; nach *Wright* variirt die Menge dieses Salzes im menschlichen Speichel zwischen 0,54 bis 0,98%, was offenbar bei weitem zu viel ist.

Durch örtliche Reize, welche die Speicheldrüsen afficiren, durch innerlichen Gebrauch von Cyanpräparaten und ganz besonders von Schwefel soll nach *Wright* die Menge des Rhodans im Speichel vermehrt werden.

Dass das Schwefelcyanalkali im Speichel eine bestimmte Function etwa bei der Verdauung verrichte, ist nicht recht glaublich, theils da es nur in so äusserst geringen Mengen darin vorkommt, theils weil es oft fehlt, ohne dass man davon irgend eine nachtheilige Folge beobachtet.

Ich habe mehrere vollkommen gesunde, kräftige, junge Männer beobachtet, deren Speichel kein Schwefelcyan enthielt und die sich der besten Verdauung erfreuten.

Sehr leicht würde es sein, die Entstehung des Schwefelcyans aus den bekannten histogenetischen Stoffen durch chemische Formeln zu veranschaulichen; allein leider liegt uns noch keine Thatsache vor, die uns zur Aufstellung der einen oder andern chemischen Gleichung irgend eine Berechtigung gäbe; bekennen wir daher auch hier lieber offen, dass wir über den Ort der Entstehung und die Bildungsweise des Schwefelcyans im thierischen Organismus noch gar nichts wissen.

Ende des ersten Theils.

Druckfehler.

S. 274 Z. 10 l. anstatt 0,41 bis 0,2 = 0,45 bis 49%.

LEHRBUCH
DER
PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE.

ZWEITER BAND.

LEHRBUCH
DER
PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE

VON
PROF. D^r. C. G. LEHMANN.

ZWEITER BAND.

ZWEITE AUFLAGE.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1853.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung zu den thierischen Siften	4
Herstellungsweise derselben im Allgemeinen	4
Allgemeines über deren Analyse	2
Chemische Controle der Analyse	3
Physikalische Controle derselben	4
Behandlungsweise der pathologischen Säftelehre	6
Mengenverhältnisse der Säfte im Bezug auf den mechanischen Stoffwechsel	6
Ursprung, Function und Untergang thierischer Säfte	8
Speichel	9
Eigenschaften	9
Herstellungsweise	14
Parotidenspeichel	12
Submaxillardrüsensecret	14
Secret der Mundhöhlenschleimhaut	15
Gemischter Speichel	16
Analytisches Verfahren	17
Abnorme Bestandtheile des Speichels	19
Mengenverhältnisse des abgesonderten Speichels	22
Physiologischer Werth des Speichels	25
Magensaft	35
Eigenschaften	35
Gewinnungsweise	36
Bestandtheile	38
Künstlicher Magensaft	40
Abnorme Bestandtheile des Magensaftes	43
Quantitätsverhältnisse	45
Physiologische Function	45
Galle	51
Herstellungsweise	51
Bestandtheile	52
Bei verschiedenen Thieren	53
Quantitative Zusammensetzung	54
Abnorme Bestandtheile	57
Krankhafte Galle überhaupt	58
Analytisches Verfahren	59
Gallenconcremente	64

	Seite
Mengenverhältnisse der Gallenabsonderung	64
Function	67
Bedeutung für den Verdauungsprocess	68
Bildung der Galle	74
Histologische und physiologische Gründe	74
Chemische Gründe	80
Veränderungen der Galle im Darme	85
Die Leber dient zur Verjüngung oder Bildung der Blutzellen	85
Vergleich des Pfortader- und Lebervenenbluts	86
Pankreatischer Saft	88
Eigenschaften und Gewinnungsweise	88
Bestandtheile und Mengenverhältnisse	90
Function	91
Darmsaft	95
Eigenschaften, Bestandtheile und Mengenverhältnisse	95
Function	98
Darminhalt und Excremente	99
Bestandtheile des Magen- und Darminhalts	100
Gase des Darmcanals	104
Erbrochenes	108
Bestandtheile der festen Excremente	115
Mekonium	116
Grüne Stuhlgänge	118
Stuhlgänge in einzelnen Krankheiten	123
Darmconcremente	124
Blut	125
Eigenschaften	126
Morphotische Bestandtheile	127
Eigenschaften der Blutkörperchen	131
Senkungsvermögen	132
Färbung des Bluts	137
Gestaltveränderungen der Blutkörperchen	139
Chemische Bestandtheile der Blutkörperchen	148
Gase des Bluts	159
Faserstoffschollen	164
Farblose Blutkörperchen	166
Intercellularflüssigkeit des Bluts	166
Gerinnung	167
Blutkuchen	170
Speckhaut	173
Blutserum	174
Leichenblut	175
Bestandtheile des Serums	176
Methoden der Blutanalyse	181
Quantitative Bestimmung der feuchten Blutzellen	186
Gehalt des Bluts an Blutzellen	194
Quantitative Zusammensetzung der Blutzellen	198
Faserstoffmengen in gesundem und krankem Blute	203

	Seite
Zusammensetzung des Serums	205
Wassergehalt	205
Eiweissgehalt	210
Fettgehalt	212
Gehalt an Extractivstoffen	214
Salzgehalt	215
Gasgehalt	216
Zuckergehalt	217
Abnorme Bestandtheile	218
Constitution des Bluts in verschiedenen physiologischen Zuständen	219
bei Thieren	220
in verschiedenen Gefässen	223
in einzelnen Krankheiten	226
Mengen des Bluts im Körper	222
Bildungsstätte farbloser Blutzellen	225
Bildung farbiger Blutkörperchen	227
Function der Blutzellen	228
Untergang der Blutzellen	243
Chylus	244
Morphotische Bestandtheile	245
Chemische Bestandtheile	246
Analytisches Verfahren	250
Quantitative Zusammensetzung	254
Mengenverhältnisse	253
Bildung	255
Lympe	258
Bestandtheile	259
Quantitätsverhältnisse	261
Entstehung	262
Transsudate	266
Bestandtheile	268
Fibringehalt	268
Albumingehalt und Transsudationsverhältnisse desselben	272
Uebrige Bestandtheile	276
Verhältnisse der Salze in den Transsudaten	281
Mengenverhältnisse, Entstehung und Zweck der Transsudate	286
Milch	287
Eigenschaften und Gewinnungsweise	287
Morphotische Bestandtheile	288
Chemische Bestandtheile	290
Milch verschiedener Thiere	295
Methoden der Milchanalyse	297
Quantitätsverhältnisse der Milchabsonderung	299
Bildung	299
Sperma	301
Morphotische Bestandtheile	301
Chemische Bestandtheile	303
Analytisches Verfahren	303

	Seite
Eiweissigkeiten	305
Dotterflüssigkeit	306
Morphotische Bestandtheile	306
Chemische Bestandtheile	308
Eiereiweiss	311
Analytisches Verfahren	313
Schleim	315
Morphotische Bestandtheile	317
Chemische Bestandtheile	319
Analytisches Verfahren	322
Mengenverhältnisse	324
Entstehung	324
Hautsecrete	326
Hautsalbe	326
Bestandtheile	327
Analytisches Verfahren	330
Ursprung	331
Schweiss	332
Bestandtheile	333
Quantitätsverhältnisse	337
Ursprung	339
Nutzen	339
Harn	341
Eigenschaften	342
Morphotische Bestandtheile	343
Normale chemische Bestandtheile	345
Saure Reaction	352
Gährung und Sedimentbildung	354
Saure Harngährung	356
Alkalische Harngährung	358
Concrementbildung	359
Zufällige Bestandtheile	360
Abnorme Bestandtheile	369
Analytisches Verfahren	378
Diagnostische Harnuntersuchung	379
Allgemeines über die Methoden der Bestimmung des specifischen Gewichts	381
Quantitative Analyse des Harns	387
Absonderungsgrösse	394
in verschiedenen physiologischen Zuständen	401
Harn der Thiere	405
Harn in Krankheiten	409

Thierische Säfte.

In der methodologischen Einleitung zur gesammten physiologischen Chemie haben wir bereits (Th. 4. S. 44—42) die Stellung angedeutet, welche die thierische Säftelehre als Mittelglied zwischen der Lehre von den organischen Substraten und der von den zoochemischen Processen einnimmt; wir haben dort auch die Gesichtspunkte näher bezeichnet, von denen aus eine gedeihliche Bearbeitung dieses Theils der physiologischen Chemie erzielt werden kann. Es bleibt uns daher nur übrig, der speciellen Betrachtung derselben einige Worte über die formelle Behandlungsweise der folgenden Capitel vorzuschicken. Diese Behandlungsweise muss der der organischen Substrate, wie wir sie im ersten Theile durchzuführen versucht haben, im Allgemeinen entsprechen; denn auch hier werden wir zuerst immer die physikalischen und chemischen Charaktere jedes Objectes zu erörtern haben. Bei weitem weniger wichtig scheint für den ersten Blick die Darstellungsweise zu sein, da diese Gegenstände gerade in dem Zustande der Untersuchung anheinfallen, in welchem sie uns die Natur unmittelbar bietet. Verlangt aber die Herstellung solcher Objecte auch keine chemischen Mittel, so fehlt es uns hier doch oft sehr an den mechanischen und physiologischen Mitteln, um uns das zur Untersuchung nöthige Material in reinem, d. h. unvermengtem und unzersetztem Zustande zu verschaffen. Von der Herstellungsweise des Objectes ist oft das Resultat der ganzen chemischen Operation abhängig; ja wir werden uns überzeugen, dass eine unpassende Gewinnungsmethode mehrmals der Grund war, weshalb völlig irrthümliche Ansichten über die Natur und Function einer thierischen Flüssigkeit sich Geltung verschaffen konnten. Nur wenn wir die Ueberzeugung haben, dass die thierische Flüssigkeit in demselben Zustande uns vorliegt, wie sie im lebenden Körper selbst vorkommt, dürfen wir von der chemischen Untersuchung ein physiologisches Resultat erwarten. Die Herstellung vieler thierischen Flüssigkeiten bedarf aber oft gewisser anatomisch-chirurgischer Operationen, mit denen jeder vertraut sein muss, der sich selbst-

ständig mit solchen Forschungen beschäftigen will; wir glauben daher nichts Ueberflüssiges zu thun, wenn wir auf die Gewinnungsweisen gewisser thierischer Säfte mit Rücksicht nehmen.

Hat man sich ein physiologisch lauterer Object verschafft, hat man die physikalischen Charaktere desselben studirt und sich besonders durch das Mikroskop von der Anwesenheit oder Abwesenheit morphologischer Elemente unterrichtet: so nimmt die chemische Analyse und besonders die Methode derselben zunächst unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Es versteht sich von selbst, dass je nach den besondern Zwecken der Untersuchung der Plan und die Methode der Analyse eine sehr verschiedene sein kann; im Allgemeinen wird aber dieselbe leicht verständlicher Weise immer von der Natur der Bestandtheile der Flüssigkeit abhängig sein; deshalb glaubten wir auch in dem Folgenden nichts Unpassendes zu thun, wenn wir der jeder einzelnen Flüssigkeit eigenthümlichen analytischen Methoden Erwähnung thaten. Wir befinden uns aber auch hier noch ganz im Anfange der Forschung und können deshalb nur die Rudimente einer künftigen organisch-analytischen Chemie einflechten. Wir haben bereits im 4. Theile dieses Werks gesehen, dass die physiologische Chemie, als inductive Wissenschaft, vor Allem exacter Grundlagen bedarf, die dem Calcul zugänglich gemacht werden müssen. Allein ist es nicht gerade die Klage aller Chemiker, dass eine grosse Anzahl Analysen thierischer Flüssigkeiten zu den unreinlichsten, lüderlichsten und gewissenlosesten Untersuchungen gehört, welche die Chemie aufzuweisen hat? Wie vielen Analysen dieser Art sieht man es nicht auf den ersten Blick an, dass sie nur auf den Scheiterhaufen gehören. Es dürfte daher wohl nicht ganz unnütz sein, hie und da auf die Eigenschaften hinzuweisen, welche die Analyse der einen oder andern thierischen Flüssigkeit haben muss, um im Schatze der Wissenschaft verwerthet werden zu können.

Da wir schon im ersten Theile rücksichtlich der einzelnen thierischen Substrate auf die qualitativen und quantitativen Bestimmungen derselben hingewiesen haben, so bleibt uns hier rücksichtlich der zusammengesetzten Flüssigkeiten im Allgemeinen nur zu erwähnen übrig, dass für die *qualitative* Analyse thierischer Säfte die allgemeine Regel gilt, die möglich grössten Mengen der Untersuchung zu unterwerfen, ein Punkt, dessen Wichtigkeit den Zoochemikern auch erst durch *Liebig's* Untersuchungen über die Fleischflüssigkeit u. dergl. vor Augen geführt worden ist. Für *quantitative* zoochemische Analysen gilt aber gerade die umgekehrte Regel: immer nur die möglich geringsten Quantitäten der Untersuchung zu unterwerfen, vorzugsweise aber für die Analyse des Bluts. Fast bei den meisten der in der Literatur aufbewahrten Blutanalysen hat man für einzelne Bestimmungen bei weitem zu viel Material verwendet; die quantitativen Analysen des Bluts und ähnlicher Flüssigkeiten werden aber um so ungenauer, um so unreinlicher, je mehr man Masse verwendet. Dies liegt theils an der Schwierigkeit, mit welcher die thierischen Flüssigkeiten oft selbst in verdünnten Zustände durch das Filter gehen, theils an

der leichten Zersetzbarkeit vieler Bestandtheile derselben, hauptsächlich aber an der Unmöglichkeit, grössere Mengen vollständig und gleichförmig auszutrocknen. Diese und mehrere andre Uebelstände lassen sich oft recht gut vermeiden, wenn man nur geringe Mengen der Objecte zur Analyse verwendet.

Trotz aller Sorgfalt, trotz der Berücksichtigung aller Cautelen ist der Chemiker bei der Analyse thierischer Substanzen noch Fährlichkeiten ausgesetzt, die der grössten Aufmerksamkeit entgehen; es ist daher hier mehr als bei der Analyse irgend anderer Substanzen eine strenge *controllirende Vergleichung* der verschiedenen Ergebnisse der Analyse, ja eine theilweise Wiederholung derselben nach einer anderen Methode dringend nothwendig. Gerade deshalb, weil wir dieselbe Menge einer thierischen Flüssigkeit immer nur zu wenigen Bestimmungen benutzen können, bieten sich um so mehr Hilfsmittel zur Controle dar, je mehr Bestimmungen unabhängig von einander gemacht werden. So sollte z. B. der Gehalt einer Flüssigkeit an coagulabler Materie immer dadurch controlirt werden, dass der feste Rückstand der Flüssigkeit mit Alkohol, Aether und Wasser extrahirt und dann die Menge des unlöslichen mit der Zahl des durch Coagulation bestimmten Proteinkörpers verglichen würde. Man sollte ferner die Aschenanalyse immer dadurch controliren, dass man die Mineralbestandtheile der einzelnen Extracte mit denen der Gesamtasche vergliche. Eine völlige Uebereinstimmung würde in diesen beiden Fällen allerdings gerade die Unrichtigkeit der Analyse ausweisen; denn die coagulirte Substanz wird, wenn sie nicht ausdrücklich entfettet worden ist, noch Fett und zuweilen andre wohl in Alkohol aber nicht in Wasser lösliche Substanzen enthalten, welche dagegen in dem mit Alkohol und Aether extrahirten, in Wasser unlöslichen Theile des festen Rückstands der Flüssigkeit nicht vorkommen können, während in diesem stets mehr erdige Salze enthalten sein müssen, als z. B. in dem durch schwache Ansäuerung vollständig coagulirten Eiweiss. Ebenso wenig wird auch die Analyse der Gesamtasche mit der der einzelnen Extracte coincidiren können, da z. B. schon der Schwefelgehalt der coagulablen Materien nicht umwandelnd auf die löslichen Salze der Extracte einwirken kann, während die Gesamtasche theils durch die aus dem unoxydirten Schwefel der Proteinkörper gebildete Schwefelsäure, theils durch die schwere Verbrennlichkeit der eiweissartigen Substanzen, theils durch andre Verhältnisse eine durchaus verschiedene Zusammensetzung erhalten muss. Allein erlangen wir auch auf solche Weise gerade für diese Verhältnisse keine scharfe Controle, so gewinnen wir doch dadurch eine richtigere Anschauung über die wahre Natur der in der Flüssigkeit gelösten Substanzen. Dies ist gewissermaassen eine physiologische Controle; es dürfte aber überflüssig sein, hier noch besondere Controlemethoden anzuführen, da ja bei jeder Analyse einer thierischen Flüssigkeit sich fast für jede einzelne Bestimmung die schärfsten, rein chemischen Controlen mit Leichtigkeit ausführen lassen. Wir werden übrigens sehen, dass gerade durch

solche controlirende oder controlirte Analysen oft unerwartete Aufschlüsse über den Werth der analytischen Methode eben so wohl als über die wahre Constitution des Untersuchungsobjectes erhalten werden.

Ein eigenthümliches Verfahren, die Richtigkeit der ganzen Analyse einer thierischen Flüssigkeit zu controliren, hat *C. Schmidt*¹⁾ scharfsinniger Weise in Anwendung gebracht; dasselbe beruht nämlich auf der Vergleichung des empirisch gefundenen specifischen Gewichts mit der Summe der specifischen Gewichte der einzelnen Bestandtheile nach den Proportionen, wie sie die Analyse ergeben hat. Einer solchen controlirenden Berechnung der Dichtigkeit können natürlich nicht die specifischen Gewichte der trocknen Substanzen und des Wassers für sich zu Grunde gelegt werden; denn alle Stoffe erleiden bei ihrer Auflösung in Wasser mit diesem noch eine Verdichtung. Es ist ein für die ganze physiologische Anschauung der thierischen Flüssigkeiten und des mechanischen Stoffwechsels höchst bedeutungsvoller Satz, dass die gelösten Substanzen sich nicht (wie man sich das wohl meist gedacht hat) im blossen Zustande mechanischer Vertheilung und Mengung befinden, sondern dass sie, in verschiedenen Mengen Wasser gelöst, mit diesem verschiedene hydratähnliche Verbindungen eingehen und dem entsprechend eine verschiedene Condensation erleiden. *Schmidt* hat nun die Verdichtungscoefficienten für die gewöhnlichen Bestandtheile thierischer Flüssigkeiten bestimmt, und dabei die Dichtigkeit der Lösungen, welche gerade 10% fester Substanz enthalten (bei + 15° C. im Vacuo) der Controlrechnung zu Grunde gelegt. Aus der Summe der Verdichtungscoefficienten lässt sich alsdann unter Berücksichtigung der aus der Analyse hervorgegangenen Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile das specifische Gewicht der Gesamtlösung leicht berechnen und mit dem empirisch gefundenen vergleichen.

Zum Verständniss der folgenden von *Schmidt* für den beregten Zweck ausgeführten Tabelle, möge man folgende Betrachtung anstellen; bekannt ist z. B. das specifische Gewicht des Chlornatriums, nämlich (bei + 15° C. im Vacuo) = 2,1484; wäre nun in einer 10% Chlornatrium enthaltenden Lösung das Salz im Wasser ohne Verdichtung vertheilt, so würde diese Lösung ein specifisches Gewicht = 1,0565 haben; denn 10 Th. trocknes Chlornatrium nehmen (wenn sein specifisches Gewicht = 2,1484 ist) den Raum von 4,655 Th. Wasser ein, mit den 90 Th. Wasser würde also die Lösung den Raum von 94,655 Th. Wasser erfüllen müssen; allein untersuchen wir das specifische Gewicht einer solchen Lösung, so finden wir es höher, d. h. = 1,0726; dieser Dichtigkeit nach erfüllen aber 10 Th. Kochsalz und 90 Wasser nur den Raum von 93,234 Th. Wasser; es hat hier also eine Verdichtung um 1,424 Th. stattgefunden; auf 100 Volumina berechnet würde zwischen 4 Th. Chlornatrium und 9 Th. Wasser eine Verdichtung um 1,505 Volumina stattfinden. Hiernach lässt sich die von *Schmidt* aufgestellte Tabelle übersehen:

1) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera, Mitau 1850. S. 22—28.

Substanz.	Dichtigkeit der 40% feste Substanz enthaltenden Lösung.	Dichtigkeit der trocknen Substanz.	Volumenprocente der bei der Bildung v. 40% Hydrat stattfindenden Condensation.
Chlornatrium	4,0726	2,4484	4,505
Chlorkalium	4,0652	4,9787	4,348
Schwefelsaures Kali	4,0833	2,6616	4,544
Phosphorsaures Kali $K_2 P$	4,0960	2,4770	2,974
Phosphorsaures Natron $Na_2 P$	4,0994	2,3785	2,455
Kaliumoxyd	4,1004	2,6560	2,052
Natriumoxyd	4,4484	2,8050	6,922
Phosphorsaurer Kalk $Ca_2 P$	4,0807	2,0976	0,744
Phosphorsaurer Kalk $Ca_2 P$	4,0896	2,0596	4,600
Phosphorsaure Talkerde $Mg_2 P$	4,0913	2,0282	4,776
Phosphorsaures Eisenoxyd $Fe_2 P_2$	4,0880	2,0664	4,447
Harnstoff	4,0275	4,3369	0,460
Harnzucker $C_{12} H_{12} O_{12}$	4,0396	4,3860	0,766
Fibrin	4,0270	4,2858	0,420
Albumin	4,0268	4,2746	0,426

Wir unterlassen es, an diesem Orte auf die interessanten Gesichtspunkte aufmerksam zu machen, die uns durch die schöne Untersuchung *Schmidt's* eröffnet werden, da wir bei der Betrachtung des mechanischen Stoffwechsels ohnedies ausführlicher wieder hierauf zurückkommen müssen.

Schmidt führt die Controle aus den specifischen Gewichten auf folgende Weise aus: die Analyse eines Serums, dessen specifisches Gewicht = 4,0292 gefunden wurde, ergab 82,59 p. m. organische Bestandtheile, 0,282 p. m. schwefelsaures Kali, 0,262 Chlorkalium, 5,594 Chlornatrium, 0,272 phosphorsaures Natron, 4,545 Natron, 0,300 phosphorsaurer Kalk und 0,220 phosphorsaure Talkerde; die Controle ersieht man aus Folgendem:

82,586 gr. Albumin nebst Extractivstoffen erfüllen (die Hydratationsverdichtung auf wasserfreie Substanz übertragen) den Raum von	64,474 Wasser.
2,826 gr. 40% Hydrat von schwefelsaurem Kali	2,618 „
3,616 gr. „ „ „ Chlorkalium	2,395 „
55,944 gr. „ „ „ Chlornatrium	52,129 „
2,726 gr. „ „ „ phosphorsurem Natron	2,480 „
45,454 gr. „ „ „ Natron	43,457 „
2,997 gr. „ „ „ phosphorsurem Kalk	2,772 „
2,197 gr. „ „ „ phosphorsaurer Talkerde	2,013 „
<u>468,326 gr. Gesamthydrat</u>	<u>440,326 Wasser.</u>

Hiernach berechnet sich ($440,326 : 468,326 = 4 : x$) die Dichtigkeit so zusammengesetzten Serums = 4,0288.

Nachdem wir in unsrer weitem Betrachtung der einzelnen thierischen Flüssigkeiten die chemische Constitution derselben im normalen Zustande kennen gelernt haben, werden wir unsre Aufmerksamkeit zunächst auf die Modificationen zu lenken haben, welche die betreffende Flüssigkeit unter verschiedenen physiologischen und pa-

thologischen Verhältnissen erleidet, dabei aber gleichzeitig die Zusammensetzung der entsprechenden Säfte verschiedener Thierclassen in Betracht ziehen; bildet doch gerade die letztere das gewöhnlichste Object und die wesentlichste Grundlage unsrer physiologisch-chemischen Forschung.

Was aber die Berücksichtigung der *pathologischen* Verhältnisse betrifft, so glauben wir hier unsrer Darstellung einige Worte vorausschicken zu müssen. Es geht schon aus dem, was wir im ersten Theile über die Behandlung der pathologischen Chemie gesagt haben, wohl deutlich hervor, wie sehr man irren würde, wenn man hier eine vollständige Humoralpathologie erwartete, eine Disciplin, die Niemand kennt und die nur in den Köpfen einiger Enthusiasten spuckt. Nach den Principien, von denen aus wir die pathologischen Processe betrachtet wissen wollen, können wir die an thierischen Säften beobachteten physischen und chemischen Veränderungen durchaus nicht nach den beliebigen Krankheitsfamilien gruppieren, sondern vielmehr nach der innern, d. h. chemischen Constitution der pathologischen Objecte selbst. Es dünkt uns, wir würden uns auf einen ganz falschen Standpunkt stellen, wenn wir von den conventionell angenommenen Krankheitsnamen, wie Tuberculose, Carcinom u. s. w. ausgingen; denn diese Bezeichnungen sind eben nur Postulate, bedingt durch die praktische Anwendung in der Heilkunde. So häufig man sich auch gegen die ontologischen Begriffsbestimmungen von Krankheiten erklärte, so wenig hat man sich doch gehütet, jenen einmal eingebürgerten Bezeichnungen gewisser Krankheitsformen einen ganz specifischen Charakter unterzulegen; denn wie hätte man sonst z. B. auf solche und ähnliche Ideen kommen können, wie die, dass die Tuberkeln aufs Trockne gesetzte Exsudate seien? Um diese Scheinphysiologie zu vermeiden, werden wir uns immer an das Object selbst halten und nur in Kürze auf das conventionelle Praedicat hinweisen.

Wenn wir selbst z. B. referiren, dass die Galle in Leichnamen nach heftigern Entzündungen ärmer an festen Bestandtheilen, nach Typhus aber noch dünnflüssiger und wässriger, bei Tuberculose aber bald ärmer, bald reicher an festen Bestandtheilen gefunden werde, so halten wir doch selbst diese Bezeichnung der Zustände, in welchen die Galle concentrirter oder verdünnter gefunden wird, eigentlich für durchaus irrational; denn wir hätten einfach sagen müssen, dass in denjenigen Zuständen, in welchen, um mit den pathologischen Anatomen zu reden, der krankhafte Process sich localisirt hat, d. h. in welchen das Blut in Folge bedeutender Exsudate oder anderer starker Säfteverluste ärmer an festen Bestandtheilen geworden ist, diese Beschaffenheit des Blutes sich auch in den Secreten reflectirt und somit auch eine weniger consistente, stoffarme Galle abgesondert wird, während in den Fällen, wo das Blut dichter und reicher an festen Bestandtheilen gefunden wird, wie z. B. in der Cholera, sich auch eine wasserarme und zähe Galle in den Leichnamen vorfindet.

Als eine weitere Grundlage der physiologischen Erkenntniss einer thierischen Flüssigkeit ist die Erforschung der quantitativen Verhältnisse der Bildung oder Absonderung nothwendig, ein Punkt, welcher für diese Disciplin weit wichtiger ist, als er auf den ersten

Blick scheinen möchte. Wir haben bereits in der methodologischen Einleitung auf die statistische Methode der Untersuchung über den Stoffwechsel hingewiesen und sie als eines der wichtigsten Mittel der physiologisch-chemischen Forschung erkannt, obgleich sie uns über das **Wie** und **Warum** völlig im Dunkeln lässt: allein sie stellt uns gewisse **Marken**, über welche unsre Phantasie bei der Deutung thierischer Phaenomene, so wie bei der Conception der Ideen zu neuen Versuchen nicht hinaus-schweifen darf, ohne in die augenscheinlichsten Irrthümer zu verfallen. Eine Begrenzung der Hypothesen thut ja aber vor allem Noth in einer Dis-ciplin, die sich noch so sehr in ihrer Kindheit befindet. Diese statistische Methode wirkt aber nicht nur negativ vortheilhaft, sondern sie liefert uns auch die positivsten Unterlagen zur Erkenntniss desjenigen Theiles der physiologischen Chemie, der uns gerade für die nächste Zukunft die **meiste Ausbeute** verspricht. Ist es doch das nächste, erreichbarste Ziel unsrer Bestrebungen, die quantitativen Verhältnisse des Austausches der einzelnen thierischen Stoffe zwischen den verschiedenen Organen, Gewe-ben, geschlossenen und offenen Höhlen und endlich der Aussenwelt zu eruiren. Eine auf physikalische Gesetze begründete und auf einfache Zahlenverhältnisse zurückgeführte Entwicklung des mechanischen Stoff-wechsels gewährt gerade jetzt die glänzendsten Aussichten, und zwar um so mehr, als unsre Kenntniss der chemischen Substrate im gesunden wie im kranken Organismus noch so sehr darniederliegt. Die Fabel von Kra-sen und Dyskrasien vermehrte den Eifer in der chemischen Untersuchung krankhafter Producte; allein haben denn die zahllosen Analysen krank-haften Blutes und Harns viel andres geliefert, als den Nachweis von Ab-änderungen in den quantitativen Proportionen der gewöhnlichen Bestand-theile jener Säfte? Da also für jetzt wenigstens das Nachsuchen nach deleteren Materien, specifischen Ansteckungsstoffen, nach einer *Materia peccans* u. s. w. wenig Aussicht auf Erfolg verspricht, so sind wir fast geradezu darauf angewiesen, die quantitativen Verhältnisse der bis jetzt bekannten Stoffe und ihre Vertheilung in den verschiedenen thierischen Säften zu enthüllen. Dazu genügt es aber freilich nicht, die nackten Re-sultate der chemischen Analysen in procentischen Zahlen hinzustellen, sondern es ist nothwendig, dass diese Ergebnisse in Einklang gebracht werden mit den Massenverhältnissen, in welchen die einzelnen thieri-schen Säfte zu einander stehen, und mit der Quantität der Bewegung, welche zwischen den durch Membranen und Zellen getrennten Säften stattfindet. Vergleicht man z. B. in Krankheiten die Mengen der in den Ausscheidungen erscheinenden Stoffe mit denen, die im Blute zurück-bleiben, so gelangt man zu Resultaten, welche die interessantesten Auf-schlüsse über physiologische Mechanik, über den Ablauf krankhafter Pro-cesse und über den Causalnexus ganzer Symptomgruppen geben: eine Behauptung, deren Beweis *C. Schmidt* durch seine vortrefflichen Unter-suchungen über die Transsudationsprocesse in der Cholera, Brightschen Krankheit, Dysenterie und hydropischen Zuständen factisch geliefert hat.

Die Kenntniss der quantitativen Verhältnisse, in welchen jeder thierische Saft und seine einzelnen Bestandtheile gebildet oder abgesondert werden, sind das erste Fundament zu einer Statik der thierischen Stoffbewegungen; wir haben daher im dritten Abschnitte dieses Werks dem mechanischen Stoffwechsel im thierischen Organismus eine besondere Betrachtung gewidmet, und dort nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen die Ergebnisse der quantitativen, physiologisch-chemischen Untersuchungen in Einklang zu bringen gesucht mit den Lehren von der Imbibition thierischer Häute, der Endomose und der von Elasticität und Dicke der Membranen ebensowohl als von der Schnelligkeit der Blutbewegung abhängigen Transsudation u. s. w. Ohne solche auf physikalische Gesetze und arithmetische Folgerungen begründete Stützpunkte werden nur wenig Hypothesen über den Stoffwechsel im Thierkörper, namentlich solche über Ernährung und Absonderung, eine logische Berechtigung erlangen können. Wir hielten es daher keineswegs für ein der physiologischen Chemie fremdes oder entbehrliches Gebiet, in dem wir die Absonderungsgrössen der Ausscheidungen und die Quantität der chemischen Bewegung für jede einzelne thierische Flüssigkeit, so weit es die heutige Wissenschaft gestattet, mit in Betracht ziehen.

Eine weitere Rubrik in der formellen Behandlung der thierischen Säfte wird die Umwandlungen umfassen, welche jedes einzelne Object innerhalb des thierischen, lebenden Organismus erleidet und diese in Vergleich bringen mit den Veränderungen und Zersetzungen, die wir an derselben Materie ausser der Lebenssphäre beobachten. Lassen wir hierauf in ähnlicher Weise, wie wir es bei den thierischen Substraten gethan haben, die factischen Unterlagen folgen, welche zu einer Betrachtung der *genetischen* Entwicklung jedes Objectes etwa berechtigen können: so werden wir uns in den Besitz aller Elemente (so weit diese bis jetzt uns zugänglich geworden sind) gesetzt haben, um die *Function* oder den *physiologischen Werth* jeder einzelnen thierischen Flüssigkeit beurtheilen zu können. Zwar werden wir auf diese Weise schon in das Gebiet der physiologischen Processe hinüberstreifen: allein, wenn wir den thierischen Stoffwechsel im Allgemeinen und Ganzen, die Processe der Verdauung, Respiration und Ernährung in geordnetem Zusammenhange betrachten wollen, muss unsre Entwicklung des Gesamtchemismus im Thierkörper, um nicht durch das Haftenbleiben am Einzelnen gestört zu werden, sich an die durch einfache Induction gewonnenen Ansichten über die *Function* der einzelnen chemischen Werkzeuge anschliessen (vergl. Th. 1. S. 3).

Schwebte uns nach dieser Anschauungsweise einer Behandlung der physiologischen Chemie und insbesondere der Säftelehre das Ziel vor, die Ergebnisse der bisherigen Bestrebungen der Forscher zu einem wissenschaftlichen Ganzen zu vereinigen und zu einer der Physiologie würdigen rein inductiven Disciplin zu verarbeiten: so machte uns der Muth sinken (und er ist uns oft genug gesunken), als wir zu die materielle Ausführung selbst gingen. Wir glauben im 4. Theile unsre Absicht über die nur allzu grosse Mangelhaftigkeit unsrer Kenntnisse in diesem

Felde der Naturwissenschaften schon genügend ausgesprochen zu haben: allein bei weitem weniger ist es das Minus unsrer positiven Kenntnisse als das Plus in der Literatur aufgehäuften Materials, welches die Schwierigkeiten fast unüberwindlich macht, das reine unverfälschte Eigenthum der Wissenschaft, frei von der durch windige Phantasien zugeführten Spreu, vor Augen zu führen und in einer gewissen Harmonie zusammenzustellen. Wenn wir den »zu Hauf liegenden Stoff« überblicken und das wirre Durcheinander der widersprechendsten scheinbar auf Beobachtung gegründeten Behauptungen wahrnehmen: so wird man fast unwillkürlich an das berühmte Besitzthum des Augias erinnert, das nur ein Herakles zu klären vermochte. Wir gestehen daher offen, dass wir davon abstanden, in dem Folgenden eine sorgfältige Sammlung alles dessen zu liefern, was von jeher in Bezug auf diese Disciplin wohl oder übel experimentirt und aus Beobachtungen erschlossen worden ist, sondern wir begnügten uns mit dem Versuche, die von den besten Beobachtern gesammelten Thatsachen, so weit Kräfte und Erfahrung es erlaubten, mit den Resultaten eigener Anschauung zusammenzustellen und höchstens noch die logische Berechtigung der verschiedenen Schlussfolgerungen und Hypothesen zu prüfen. Sehen wir ganz ab von dem vorliegenden Unternehmen, welches einen Versuch zu nennen, uns keineswegs erheuchelte Bescheidenheit veranlasst: so wird man zugeben, dass Experimentalkritik es ist, welche der Säftelehre sowie der physiologischen Chemie überhaupt gewiss weit mehr Noth thut, als das sorgfältigste Sammeln der Erzeugnisse der einschlagenden Literatur. Wenn wir aber das vorliegende reiche Material zu sichten versuchen, so werden wir, abhold jeder Art von sogenannter Polemik, nur bemüht sein, das Palladium der Naturwissenschaft, die Thatsache rein zu bewahren.

S p e i c h e l .

Der aus der Mundhöhle entlehnte Speichel ist nicht blos ein Gemeng der von den verschiedenen Speicheldrüsen abgesonderten Flüssigkeiten, sondern ein wesentlicher Bestandtheil desselben ist auch der Mundschleim, d. h. die von den Schleimhäuten der Mundhöhle abgesonderte Flüssigkeit. Der gemischte Speichel oder Mundspeichel ist daher sehr wohl zu unterscheiden von den Secreten der einzelnen speichelbildenden Organe und zwar ebensowohl rücksichtlich seiner chemischen Eigenschaften als seiner physiologischen Wirksamkeit.

Der gemischte Speichel des Menschen so wie der der meisten Säugethiere hat folgende Eigenschaften: er bildet eine etwas trübe, opalisirende oder schwach bläulichweisse Flüssigkeit, die ziemlich zäh und fadenziehend ist, ohne Geruch und ohne Geschmack. Nach einigem Stehen scheidet sich daraus ein schleimiger grauweisslicher Bodensatz ab, der unter dem Mikroskop hauptsächlich aus Plattenepithelium, oft noch zu ganzen Fetzen vereinigt, und sogenannten Schleimkörperchen besteht, welche durchschnittlich etwas grösser als Eiterkörperchen gefunden werden und gewöhnlich selbst ohne Anwendung besonderer Agentien einen grossen, linsenförmigen, excentrischen Kern zeigen (*F. T. 7. F. 4*). Das specifische Gewicht des gemischten Speichels ist selbst im normalen Zustande verschieden; denn seine Dichtigkeit ist theils von der Menge bei-

gemengten Schleims abhängig, theils von der grössern oder mindern Verdünnung der Drüsensecrete; sie schwankt beim Menschen zwischen 1,004 und 1,006, kann aber selbst im normalen Zustande bis 1,008 und 1,009 hinauf- und bis 1,002 herabgehen. Der normale Speichel ist von mehr oder minder deutlich alkalischer Reaction; er wirkt weder auf Pflanzen noch auf Thiere giftig.

Fast bei keiner andern thierischen Flüssigkeit ist es so wichtig, dass sie ganz frisch untersucht werde, als beim Speichel; keine erleidet so schnell Veränderungen und vollkommene Zersetzungen, als gerade diese; die Missachtung dieser Thatsache ist die Ursache einer Menge Irrthümer, welche zu den sonderbarsten Ansichten über den Speichel geführt haben. Hierin ist der Grund zu suchen, weshalb z. B. *Wright*¹⁾ diesem Secrete mancherlei Eigenschaften zuschreibt, welche von andern Forschern entweder gar nicht oder wenigstens nicht in gleichem Grade beobachtet werden konnten; dies gilt unter anderm vom Geschmack des Speichels, welchen *Wright* deutlich scharf, salzig und sogar adstringirend gefunden haben will; dem muss ich jedoch mit *Jacobowitsch*²⁾ durchaus widersprechen. So fand ich auch gegen *Wright's* Behauptung den Speichel Gesunder stets geruchlos. Die nachtheilige Einwirkung des Speichels auf pflanzliche und thierische Organismen, wie sie *Wright* beobachtet hat, rührt, wie positive Versuche zeigen werden, grösstentheils von der Anwendung eines nicht ganz frischen Speichels her.

Die morphologischen Elemente des Speichels verdanken ihren Ursprung nur der Schleimhaut der Mundhöhle und in geringer Menge auch der der Speichelgänge; daher man über diese unter »Schleim« das hierauf Bezügliche erwähnt findet. Zuweilen trifft man im ausgeworfenen Speichel ausser Epithelien und Schleimkörperchen noch Fetttropfchen an, seltner Rudimente genossener Nahrungsmittel, wie Pflanzenzellen, oft sehr schön macerirte Muskelfaser; noch seltner auch Vibrionen, herrührend von dem zwischen den Zähnen oder in hohlen Zähnen längere Zeit stagnirenden Schleime oder Speiseresten.

Die Gegenwart der Schleimkörperchen im normalen Speichel oder Mundschleim hat man läugnen und sie nur von einem wenn auch noch so geringen Reizzustande der Mundschleimhaut (z. B. durch Tabakrauchen bedingt) herleiten wollen; allein ich habe immer einige derselben im Mundschleime von Gesunden (auch solchen, die nicht rauchten) auffinden können; da sie aber auch im Speichel von Thieren, z. B. von Hunden und Pferden (*Magendie*³⁾ *Jacobowitsch*⁴⁾) vorkommen, so dürfte wohl nicht daran zu zweifeln sein, dass die Mundschleimhaut auch im völlig normalen Zustande mit den Epithelialplatten jene Schleimkörperchen abstreift, die doch wohl als nichts anderes, denn als abortive Epithelialzellen anzusehen sind.

Wie ausserordentlich variabel das specifische Gewicht des Speichels selbst bei einer und derselben Person unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen ist, lässt sich leicht durch Versuche darthun. Ich habe in dieser Hinsicht einige Versuche mit dem Parotidensecrete eines Pferdes angestellt, dem eine künstliche Speichelfistel nach Blosslegung und Durchschneidung des Ductus Stenonianus beigebracht worden war. Der Parotidenspeichel dieses Pferdes hatte kurz nach der Operation eine Dichtigkeit = 1,0064; 10 Minuten später, nachdem es ungefähr 6 Pfd. Wasser zu sich genommen hatte und ihm Heu zu fressen gegeben wurde, war das specifische Gewicht auf 1,0054 gesunken; nachdem es 12 Stunden nichts zu saufen

1) *Wright*, On the Physiology and Pathology of the Saliva. London 1842. p. 50 und 210.

2) *Jacobowitsch*, de Saliva, diss. inaug. Dorpati Liv. 1848. p. 12.

3) *Magendie*, Compt. rend. T. 21. p. 905.

4) *Jacobowitsch*, a. a. O. S. 16.

erhalten hatte, und wiederum durch Heu eine reichlichere Absonderung erzielt worden war, stieg das spec. Gewicht auf 1,0074. *Wright*¹⁾ hat nachgewiesen, dass der menschliche Speichel nach dem Essen dichter ist, als im nüchternen Zustande; bei einem gesunden Manne fand er, während jener eine Woche lang von gemischter Kost gelebt hatte, das specifische Gewicht des Speichels schwankend zwischen 1,0079 und 1,0083, während einer gleichen Zeit bei rein animalischer Kost = 1,0098 und 1,0476, bei rein vegetabilischer Nahrung aber = 1,0089 und 1,0047. Nach demselben Autor sollen auch moralische Affecte, Witterungsveränderungen, Licht, Schall u. dergl. von Einfluss auf die Dichtigkeit des Speichels sein. Nach zahlreichen Bestimmungen desselben Forschers an 200 gesunden Individuen schwankte das specifische Gewicht des Speichels zwischen 1,0089 und 1,0069, ein Resultat, welches das von mir erhaltene bei weitem übersteigt; möglich, dass der reichlichere Fleischgenuss der Engländer die von *Wright* gefundene höhere Dichtigkeit bedingt hat.

Was die Alkalescenz des Speichels betrifft, so kann jeder an sich selbst leicht beobachten, dass während des Essens und nach demselben die alkalische Reaction zunimmt, während sie im nüchternen Zustande sehr abnimmt oder gänzlich schwindet; ja bei manchen wenigstens scheinbar gesunden Personen erlangt der Speichel im nüchternen Zustande schwach saure Reaction, die jedoch alsbald nach dem Genusse fester Nahrungsmittel der alkalischen weicht (*Hünefeld*²⁾, *Mitscherlich*³⁾, *Wright*, *Jacobowitsch*.) Nach *Wright* schwankt die Menge des Natrons im Speichel gesunder Menschen zwischen 0,095 und 0,353% und in dem der Hunde zwischen 0,151 bis 0,653%, in dem der Schaafe zwischen 0,087 und 0,264%, bei Pferden zwischen 0,098 bis 0,543%. Wir führen diese Zahlen nur an, um einen ungefähren Maassstab zu geben für die Menge Säure, welche etwa durch den Speichel gesättigt werden kann; denn jene Zahlen sind auf Natron berechnet, während namentlich in dem Speichel der pflanzenfressenden Thiere oft viel Kali, constant aber sehr viel Kalk enthalten ist, der durch die schwächste Säure, z. B. schon durch Kohlensäure, aus seiner Verbindung mit nicht sauren organischen Substanzen ausgetrieben wird. *Frerichs*⁴⁾ fand, dass 100 grm. beim Rauchen gesammelten Speichels durch 0,150 grm. Schwefelsäure gesättigt wurden.

Nach *Wright* nimmt die Menge des Alkalis im Speichel zu beim Genusse fettiger, aromatischer, saurer, spirituöser und überhaupt schwer verdaulicher Speisen und Getränke.

Um sich reinen Speichel vom Menschen zu verschaffen, ist es durchaus tadelnswerth, eine reichlichere Absonderung durch solche künstliche Mittel hervorzurufen, welche sich dem Secrete selbst beimischen; daher das Tabakrauchen, das Kauen löslicher oder aromatischer Substanzen zu jenem Zwecke durchaus verwerflich ist. Am einfachsten verschafft man sich in kurzer Zeit grössere Mengen Speichels, wenn man die Unterkinnlade stark herabdrückt und mittelst einer Feder am Gaumen kitzelt; es entsteht ein schnell vorübergehendes Würgen, unter dem der Speichel stossweise aus dem Munde hervorstürzt. Von Thieren sammelt man sich den Speichel am besten so, dass man ihnen im nüchternen Zustande ihr Lieblingsfutter vorhält; der Speichel fliesst, wenn man die Schnauze etwas abwärts drückt, sehr bald in Menge ab.

1) *Wright*, a. a. O. S. 93.

2) *Hünefeld*, Chemie u. Medicin. Berlin 1844. S. 43—60.

3) *C. G. Mitscherlich*, Pogg. Ann. B. 27, S. 320—347.

4) *Frerichs*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 3, Abth. 1, S. 760.

Die Methode *Magendie's* und *Lassaigne's* gemischten Speichel von Thieren nach Durchschneidung der Speiseröhre an der eröffneten Stelle derselben zu sammeln, ist für gewisse Versuche nicht zu vermeiden, allein für die gewöhnlichen Zwecke ist sie nicht nur inhuman und umständlich, sondern auch unphysiologisch; denn wie kann man erwarten, dass nach einem so bedeutenden Eingriffe in das thierische Leben, wie die Blosslegung und Durchschneidung des Oesophagus ist, ein normales Secret erhalten werde?

Wir haben oben bereits erwähnt, dass der gewöhnliche Speichel ein Gemeng der Secrete der Mundschleimhaut und mehrerer Drüsen ist; wir fassen daher diese Secrete zunächst einzeln ins Auge.

Parotidenspeichel. Solchen von Menschen genauer zu untersuchen hatten bis jetzt nur *C. G. Mitscherlich*¹⁾ und *van Setten*²⁾ Gelegenheit; sehr oft ist derselbe von Thieren, namentlich Pferden und Hunden, untersucht worden. Das Secret der Parotis ist meist vollkommen wasserhell und farblos, ohne Geruch und Geschmack, nicht fadenziehend, von deutlich alkalischer Reaction. Das specifische Gewicht fand *Mitscherlich* bei einem kranken Menschen schwankend zwischen 1,0064 und 1,0088; *Jacobowitsch* bei Hunden = 1,0040 bis 1,0047, ich bei Pferden zwischen 1,0054 und 1,0074.

Die Beobachtungen *Mitscherlich's* am Parotidenspeichel eines chronisch erkrankten Mannes deuten an, dass nach längerem Hungern oder beim Genusse harter und reizender Speisen ein concentrirter Speichel abgesondert wird. Uebrigens fand *Mitscherlich* das Parotidensecret im nüchternen Zustande immer sauer und nur während des Essens alkalisch. *Magendie* und *Rayer* sahen, als sie einem Pferde an jeder Seite eine Fistel des Stenon'schen Ganges angebracht hatten, das specifische Gewicht der Parotidensecrete allmählig abnehmen.

Was die chemischen Bestandtheile des Parotidenspeichels betrifft, so sind hierüber die Erfahrungen der Experimentatoren, namentlich rücksichtlich verschiedener Thiere, nicht ganz übereinstimmend; indessen lassen sich folgende als constante Bestandtheile des Secrets der Parotis betrachten:

a. Kali, Natron und Kalk, gebunden an eine organische Materie; diese Verbindung ist einer der Hauptbestandtheile des Speichels, von welchem mehrere Eigenschaften desselben bedingt werden; sie ist ähnlich dem Natronalbuminat, aber nicht damit identisch, entsprechend zum Theil dem Speichelstoff oder Ptyalin von *Berzelius* und Andern.

Magendie, *Jacobowitsch* und Andere nehmen kohlensaure Alkalien im Speichel an, allein in dem frischen Secrete dürfte deren Menge äusserst gering sein; die kohlensauren Alkalien entstehen erst während der chemischen Behandlung durch Zutritt atmosphärischer Luft; am evidentesten ist die Bildung kohlensauren Kalks am Parotidensecrete der Pferde zu sehen, welches, gleich Kalkwasser, aus der Luft Kohlensäure anzieht und die schönsten mikroskopischen Formen von kohlensaurem Kalk abscheidet. Die organische Materie, das Ptyalin, ist in Wasser schwer löslich, aber nicht unlöslich, sobald sie von den Alkalien oder dem Kalk, sei es durch Kohlensäure oder durch andre Säuren, getrennt wird; deshalb wird der menschliche

1) *C. G. Mitscherlich*, a. a. O.

2) *Van Setten*, de saliva ejusque vi et utilitate, Groning. 1837.

Speichel sowie der der Hunde durch Säuren bald getrübt, bald nicht; das Ausgeschiedene bildet amorphe Flocken, die in Wasser schwer löslich sind, in alkali- oder säurehaltigem sich aber leicht auflösen. Man findet diese Substanz, zum Theil noch an Alkali gebunden im wässrigen Extracte ebensowohl als in dem spiritösen; am reinsten erhält man sie aus letzterem, nachdem man dasselbe mit Alkohol und Aether extrahirt hat; es bildet dann eine fast gallertartige, farblose Substanz, welche in Wasser sich um so weniger löst, jemehr Alkali ihr durch Kohlensäure oder auf eine andre Weise entzogen ist. Die alkalihaltige Lösung dieser Substanz bewirkt mit geringen Mengen Essigsäure, Salpetersäure u. s. w. einen flockigen Niederschlag, der sich namentlich in überschüssiger Essigsäure leicht auflöst; auch beim Kochen mit Salmiak wird die alkalische Ptyalinlösung stark getrübt, so auch mit schwefelsaurer Talkerde. Die alkalische Lösung (nicht aber die neutralisirte) dieser Substanz wird durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid und basisch essigsäures Bleioxyd gefällt, aber nicht durch Alaun, Kupfervitriol und dergl. Die essigsäure Lösung giebt mit Blutlaugensalz eine starke Trübung; mit Salpetersäure gekocht, bildet diese Substanz eine gelbe Lösung. Dieser Stoff ist den angeführten Eigenschaften nach dem Natronalbuminat und Casein sehr ähnlich, darf aber keineswegs damit verwechselt werden. Ich habe dessen Eigenschaften hauptsächlich am Parotidenspeichel des Pferdes studirt und glaube, dass sich dieser Betrachtungsweise nach die Verschiedenheiten erklären lassen, welche *Berzelius*, *Gmelin* und andre Autoren rücksichtlich des Ptyalins fanden. In andern thierischen Flüssigkeiten vermochte ich nicht eine mit diesem Ptyalin vollkommen identische Substanz nachzuweisen.

Es ist auffallend, dass *Magendie* auf den Reichthum des Parotidensecrets an Kalk bei seinen Untersuchungen dieser Flüssigkeit nicht aufmerksam geworden ist (er nimmt darin nur doppeltkohlensaures Kali an), während selbst im gleichen Secrete der Hunde von *Jacobowitsch*¹⁾ constant kohlensaurer Kalk gefunden wurde. Sollte vielleicht verschiedene Nahrung denselben Einfluss auf den Speichel der Pferde äussern, den sie auf den Harn derselben ausübt; wir werden nämlich weiter unten nachweisen, dass der Harn dieser Thiere bald reich an kohlensaurem Kali, bald an kohlensaurem Kalk ist. Ich fand indessen den Pferdespeichel, so oft ich ihn untersuchte, immer sehr reich an Kalk.

b. Ein in Alkohol und in Wasser löslicher Extractivstoff, welcher durch Gerbsäure, aber nicht durch Alaun gefällt wird.

c. Rhodankalium, dessen Gegenwart von *Mitscherlich*, *Jacobowitsch* und *Gmelin* im Parotidenspeichel des Menschen, des Hundes, des Pferdes und Schaafs gefunden wurde.

Ich habe in dem Parotidensecrete des Pferdes durch Eisenchlorid keine Röthung entstehen sehen.

d. Das Kalisalz einer der Buttersäuregruppe angehörigen, nicht leicht zu verflüchtigen Säure (Capronsäure?); es krystallisirt in schönen Efflorescenzen, die unter dem Mikroskop den Büscheln der Margarinsäure gleichen.

e. Ein wenig Epithelium und einzelne Schleimkörperchen.

f. Chlornatrium und Chlorkalium.

g. Sehr wenig phosphorsaure Salze.

h. Von schwefelsaurem Alkali eine Spur.

Rücksichtlich der *quantitativen* Verhältnisse der Bestandtheile des Parotidensecrets mögen folgende Andeutungen hinreichen: *Mitscherlich*

1) *Jacobowitsch*, a. a. O. S. 20—22.

fand in dem Parotidenspeichel des Menschen 1,468 bis 1,632%, *van Setten* 1,62% feste Bestandtheile, *Jacobowitsch* in dem eines Hundes 0,47%, *Gmelin* dagegen 2,58%, *Magendie* in dem der Pferde durchschnittlich 1,4%, ich aber im Mittel von 6 Bestimmungen verschiedenen Speichels 0,708%.

In dem Secrete des Menschen fand *Mitscherlich* ungefähr 0,525% alkalireiches *Ptyalin*; in dem der Pferde fand ich durchschnittlich 0,440% reines *Ptyalin* (nach Abzug der in ihm enthaltenen Mineralsubstanzen).

Das alkalische *Ptyalin*, aus dem Wasserextracte und dem in Alkohol unlöslichen spirituösen Extracte erhalten, machte 23,332% der festen Bestandtheile des Pferdespeichels aus und lieferte 5,675% Asche, die fast nur aus kohlensauen Alkalien und Kalk bestand.

Das alkoholische Extract des Secrets vom Menschen betrug nach *Mitscherlich* ungefähr 0,4%, in dem der Pferde fand ich 0,0988%.

Das alkoholische Extract des Pferdespeichels machte im Mittel mehrerer meiner Versuche 13,936% des festen Rückstands aus; darin waren 3,812% Asche (meist Chloralkalien) enthalten.

Eine quantitative Bestimmung des im Parotidenspeichel enthaltenen *Rhodankalium* ist noch nicht versucht worden.

Im Parotidenspeichel des Pferdes fand ich 0,0403% *fettsaures Kali*.

Der Aetherauszug betrug 5,703% des festen Rückstands und enthielt 1,102 Th. Kali (durch Platinchlorid aus der Asche bestimmt).

An unlöslicher, abfiltrirbarer *Materie*, also Epithelium mit Salzen, fand *Mitscherlich* 0,005%, ich im Pferdespeichel 0,124%.

Der unlösliche Theil des Pferdespeichels bestand grösstentheils aus kohlensaurem Kalk; nach Abzug desselben und der Asche überhaupt betrug die unlösliche organische Materie des Pferdespeichels sehr wenig; der feste Rückstand enthielt 17,550% unlöslicher Materie; in dieser wurden 13,453 Th. Asche gefunden; also kommt auf Epithelium nur 4,097% des gesammten festen Rückstandes.

Nach *Mitscherlich's* Bestimmungen sind im festen Rückstande des Parotidenspeichels des Menschen ungefähr 45,7% Mineralbestandtheile und darin 35,4 Th. Chlorkalium und eben so viel Kali und Natron (nach Abzug der Kohlensäure) enthalten; *Jacobowitsch* fand in dem des Hundes das Verhältniss der organischen Materien zu den anorganischen wie 29,8 : 70,2; in letzterer 44,7 Th. Chloralkalien und 25,5 Th. kohlensauren Kalk. In 100 Th. des festen Rückstands vom Parotidensecrete des Pferdes fand ich 53,9 Th. Aschenbestandtheile und in diesen 21,764 Th. Chlorkalium, 16,983 Th. kohlensaures Kali und 11,226 Th. kohlensauren Kalk, daneben nur 0,882 Th. phosphorsaure Kalk- und Talkerde, 0,805 Th. schwefelsaures und 2,240 Th. phosphorsaures Natron.

Secret der Submaxillardrüsen. Dasselbe ist von *Cl. Bernard*¹⁾ und *Jacobowitsch* bei Hunden genauer untersucht worden; es bildet ebenfalls eine farblose, wasserhelle, geschmacklose Flüssigkeit,

1) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de médecine. 4 Sér. T. 13 p. 1—29.

ohne Geruch und ohne morphologische Beimengungen; das specifische Gewicht fand *Jacobowitsch* = 1,0044, die Reaction minder stark alkalisch, als die des Parotidensecrets; es enthält weit weniger an organische Materie gebundenen und an der Luft Kohlensäure anziehenden Kalk als das vorher beschriebene Secret, im Uebrigen aber ganz dieselben Bestandtheile, darunter auch Rhodankalium. *Bernard* hebt aber als wesentlichen Unterschied dieses Secrets von dem der Parotis dessen schleimige, fadenziehende Beschaffenheit hervor; zäh fand diese Flüssigkeit indessen auch *Jacobowitsch*. Sie hinterliess nach *Jacobowitsch* 0,855% festen Rückstand, welcher 0,566 Th. Asche lieferte, so dass hier das Verhältniss der organischen Stoffe zu den mineralischen = 33,8 : 66,2 war; letztere enthielten 52,6 Th. Chloralkalien und 13,6 kohlen saure Kalk- und Talkerde.

Bernard macht noch bemerklich, dass ein Infusum der Parotis sehr wässrig und nicht fadenziehend sei, während das Infusum eines Stückes Submaxillardrüse ebenso schleimig sei, als das aus dem Wharton'sche Gänge gesammelte Secret.

Secret der Mundschleimhaut. *Jacobowitsch* hat auch dieses von Hunden untersucht; jedoch waren demselben die Secrete der Orbitaldrüsen und der beim Hunde allerdings sehr wenig entwickelten Sublingualdrüsen beigemischt. Diese Flüssigkeit war sehr zäh und klebrig, schaumig, farblos, aber stark getrübt durch eine Unzahl von Epithelialzellen, die beim Stehen dieser Flüssigkeit sich nicht absetzten; auch diese Flüssigkeit reagierte alkalisch und gerann nicht beim Erhitzen; sie hinterliess 0,999% festen Rückstand, in welchem 0,385 Th. organischer und 0,614 Th. unorganischer Materie enthalten waren. Unter den unlöslichen Salzen ward kein kohlen saurer Kalk gefunden.

Jacobowitsch verschaffte sich den Mundschleim des Hundes dadurch, dass er diesem die Stenon'schen und Wharton'schen Gänge unterband, dem Thiere die Schnauze aufsperrte und den Kopf in eine geneigte Lage brachte, so dass das Thier nicht schlucken konnte, sondern der Mundschleim einfach herabfloss. Das Secret der Parotis so wie das der Submaxillardrüse erhielt *Jac.* dadurch, dass er in den Stenon'schen oder Wharton'schen Gang eine feine silberne Canüle einbrachte.

Ausser den angeführten Unterschieden in den einzelnen den Hundespeichel constituirenden Secreten führt *Jac.* noch an a) dass der Parotidenspeichel sich an der Luft schnell mit einem Häutchen von Krystallen kohlen sauren Kalks überzieht, was bei den andern beiden Secreten nicht geschieht; b) dass bei 100° der Parotidenspeichel nicht getrübt wird, während dies bei den andern Secreten wenigstens in geringem Grade der Fall ist; c) dass der Parotidenspeichel beim Kochen mit Salpetersäure und auf nachherigen Zusatz von Ammoniak nicht gelb oder orange gefärbt wird, wie das Secret der Mundschleimhaut und Submaxillardrüsen; d) dass kohlen saures Kali nur im Parotidenspeichel eine geringe Trübung von kohlen saurem Kalk hervorbringt.

Jacobowitsch hat auch den gemischten Speichel des Hundes einmal mit Ausschluss des Parotidensecrets und das andre Mal mit Ausschluss des Secrets der Submaxillardrüsen untersucht.

Nach dieser Uebersicht der chemischen Eigenschaften der einzelnen den Speichel constituirenden Secrete ist nur noch wenig über die Constitution des gemischten Mundspeichels hinzuzufügen.

Im gemischten Speichel des Menschen fand *Berzelius*¹⁾ 0,74% fester Bestandtheile, *Tiedemann* und *Gmelin*²⁾ 1,14 bis 1,49%, *Wright*³⁾ 1,49%, *L'Heritier*⁴⁾ 1,35%; *Jacobowitsch* fand nur 0,484%, *Frerichs* in 18 Analysen 0,54 bis 1,05% und ich nach zahlreichen Bestimmungen filtrirten Speichels nur 0,348 bis 0,844%, so dass die Angaben der ältern Beobachter offenbar zu hoch ausgefallen sind. Im Speichel des Hundes fand *Jacobowitsch* 1,037%, *Magendie* und *Rayer* in dem des Pferdes auch ungefähr 1% festen Rückstand.

In 100 Th. fester Bestandtheile menschlichen gemischten Speichels fanden *Tiedemann* und *Gmelin* 21,3% Mineralstoffe, *L'Heritier* nur 6,8%, *Jacobowitsch* dagegen 37,5%; der letztere fand in dem vom Hunde die Mineralbestandtheile sehr überwiegend, nämlich 65,5%, *Magendie* in dem des Pferdes gegen 40%.

Was die einzelnen *Mineralbestandtheile* des Speichels betrifft, so lässt sich aus den vorliegenden Aschenanalysen des Speichelrückstandes eben so wenig als aus denen der meisten andern thierischen Säfte ein bestimmter Schluss auf die praeformirt im Speichel enthaltenen Mineralstoffe ziehen. Wir haben indessen bereits oben bemerkt, dass ein grosser Theil des *Alkalis* im Speichel an *Ptyalin* gebunden ist, und dass er von diesem schon durch die schwächsten Säuren, z. B. Kohlensäure, getrennt wird. Aus den Quantitäten von Säuren, welche zur Sättigung alkalischen Speichels nöthig sind, hat *Wright* geschlossen, dass im normalen Zustande das Alkali nie 1% des Speichels erlangt. In der Asche des Speichelrückstandes findet man das Alkali meist an *Phosphorsäure* gebunden, so dass man in 100 Th. der Mineralstoffe 28,122% dreibasisches (*Enderlin*⁵⁾) und 51,4% zweibasisches phosphorsaures Natron (*Jacobowitsch*) gefunden hat.

Schwefelsaure Alkalien finden sich im frischen Speichel nur spurweise, ja oft ist nicht einmal eine Spur darin aufzufinden; auch in der Asche ist die Menge des schwefelsauren Alkalis nicht erheblich; die Schwefelsäure muss daher gleich der Phosphorsäure aus andern Verbindungen beim Einäschern hervorgegangen sein.

Enderlin fand in der Asche des Menschenspeichels 2,315%, ich in der des Pferdespeichels 1,604% schwefelsaures Natron.

Nach der von *Wright* angewendeten Methode, das Rhodankalium zu bestimmen, d. h. den durch (jedenfalls wasserhaltigen) Aether erhaltenen Auszug in Wasser zu lösen und mit basisch essigsaurem Bleioxyd zu fällen, wird neben Rhodanblei eine weit grössere Menge fettsaures Bleioxyd gefällt; deshalb sind die Bestimmungen von *Wright* durchschnittlich um das Zehnfache zu hoch.

Unter den *Mineralbestandtheilen* des Speichels sind besonders *Chlorkalium* und *Chlornatrium* vorherrschend.

1) *Berzelius*, Föreläsningar i Diurkemien. 2 vol. Stockholm 1808.

2) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung nach Versuchen. Bd. 1, S. 9 ff.

3) *Wright*, On the Physiology of the Saliva. Lond. 1845.

4) *L'Heritier*, Chimie pathol. Paris 1842. p. 290.

5) *Enderlin*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 49, S. 317.

Enderlin fand in der Asche des Speichels 61,930% Chloralkalien, *Jacobowitsch* 46,3%, letzterer in der des Hundes 85,7%.

Rhodankalium ist immer nur in sehr geringer Quantität im Speichel enthalten (man vergleiche über die Mengenverhältnisse des Schwefelcyans im Speichel Th. 1. S. 419).

Das *Ptyalin* ist im gemischten Speichel mit Schleimsaft gemischt, so dass dessen Eigenschaften weniger mit den oben beschriebenen übereinzustimmen scheinen und eine scharfe quantitative Bestimmung, abgesehen von dem erheblichen Salzgehalte des wässrigen Extractes, nicht möglich ist. An wässrigem, ptyalinreichem Extracte wurde im Speichel von *Berzelius* 40,8% des festen Rückstands gefunden, von *Gmelin* 20,0%, von *van Setten*¹⁾ 15,62%.

Die Bestimmungen der in Wasser und Alkohol löslichen organischen Materie sind ebenso unsicher als die Kenntniss der Materie selbst.

Dass der Schleimgehalt des gemischten Speichels, je nach den Bedingungen, unter denen er gesammelt wurde, höchst verschieden ausfällt, bedarf kaum der Erwähnung.

Das Aetherextract betrug in mehreren der von mir mit dem eigenen Speichel angestellten Analysen zwischen 5,8 und 9,6% des festen Rückstandes.

Rücksichtlich der chemischen *qualitativen und quantitativen Analyse des Speichels* gelten im Allgemeinen dieselben Principien und Methoden, deren wir schon im ersten Theile bei einzelnen thierischen Stoffen Erwähnung gethan haben. Wir brauchen daher nur auf einige Punkte aufmerksam zu machen, welche ein besonderes Verhalten des Analytikers verlangen. Zunächst ist der Speichel immer zu filtriren, um ihn von den Epithelialzellen zu trennen; leider ist er aber oft so schleimig und zäh, dass er früher in Zersetzung übergeht, ehe die zu filtrirende Flüssigkeit durch das Filter gegangen ist; ja in der Regel fängt die filtrirte völlig klare Flüssigkeit sich schon an zu trüben, während der grösste Theil des Untersuchungsobjects noch auf dem Filter ist. In solchen Fällen ist es oft vortheilhaft, das Object mit der 3- und 4fachen Menge ausgekochten Wassers zu verdünnen, das Gemisch in möglich kühle Temperatur zu bringen und erst nachdem der grösste Theil der schleimigen Flocken sich abgesetzt hat, das Filtriren zu versuchen; gelingt es aber auch dann nicht, das Lösliche von dem Unlöslichen zu trennen, so ist es vielleicht besser, die ganze Analyse zu unterlassen, da sonst immer nur unreinliche Resultate erzielt werden könnten. Man würde zwar die schleimige Flüssigkeit ohne weiteres abdampfen können, um den Rückstand alsdann mit Alkohol, Aether und endlich mit Wasser auszuziehen: allein abgesehen davon, dass auch dann der wässrige Auszug noch schwer filtrirbar ist, so würden in den Alkohol und Aether Substanzen übergehen, welche nicht

1) *Van Setten*, a. a. O. S. 24.

dem Speichel als solchem, sondern den Epithelialzellen und dem diesen etwa beigemischten Fett und andern Speiseresten angehören.

Es versteht sich übrigens von selbst, dass vor der chemischen Analyse durch das Mikroskop die morphologischen Elemente des Speichels gehörig erforscht sind, damit man wisse, ob in den unlöslichen Theilen des Speichels blos Epithelialzellen und Schleimkörperchen oder auch Fett, Vibrionen, Molecularkörnchen irgend einer organischen Materie enthalten seien. In Speichel, der längere Zeit an der Luft gestanden hat, in krankhaftem Speichel und namentlich in sauer reagirendem trifft man solche Körnchen sehr häufig an. Als Materien, welche meist noch in Umwandlung begriffen sind, können sie einer genauern chemischen Analyse nicht zugänglich sein. Mineralstoffe, wie Krystalle von kohlensaurem Kalk, würde wohl Niemand mit sog. Molecularkörnchen verwechseln.

Ist der Speichel filtrirt, so dürfte eine weitere Untersuchung des Rückstandes auf dem Filter für die Kenntniss der Natur des Speichels selbst ohne Interesse sein, da wir wissen, dass der eigentliche Speichel nur lösliche Stoffe enthält.

Wright findet in jenem Rückstande sein Ptyalin; er kann aber jenen Rückstand unmöglich sattsam mit Wasser ausgesüsst haben, um, wie seine Zahlenangaben zeigen, noch soviel in Wasser lösliche Substanz daraus auszuziehen.

Hätte sich jenem in Wasser unlöslichen Rückstande kohlensaurer Kalk beigemischt, so würde derselbe leicht durch höchst verdünnte Essigsäure auszuziehen und dann weiter zu bestimmen sein.

Was nun die filtrirte Speichelflüssigkeit betrifft, so dürfte es in der Regel von Interesse sein, nach dem volumetrischen Verfahren die Menge Säure zu bestimmen, welche durch eine gewisse Quantität Speichel gesättigt wird, um ein Urtheil über die Alkalicität des Speichels oder mit andern Worten über die Menge des schwach gebundenen Alkalis zu erhalten. In jedem Falle ist aber der filtrirte Speichel mit Essigsäure zu neutralisiren und dann zu erhitzen; entsteht hierdurch eine Trübung, so ist die ausgeschiedene eiweissartige Substanz zu filtriren und für die quantitative Bestimmung weiter zu behandeln. Der Verdunstungsrückstand des Speichels ist dann zu behandeln, wie die Rückstände der meisten andern thierischen Flüssigkeiten.

Nur rücksichtlich der quantitativen Bestimmung des Rhodans im Speichel bleibt uns noch etwas zu bemerken übrig. Zwei Wege haben wir nämlich zur Zeit als die besten befunden, um diesen Zweck zu erreichen. Der eine Weg beruht darauf, dass man das alkoholische Extract des Speichels im Wasser löst und die meist durch Fett getrübbte Flüssigkeit filtrirt; das durch Abdampfen etwas concentrirte Filtrat wird mit Phosphorsäure versetzt und destillirt, das Destillat mit Baryt gesättigt und die filtrirte Flüssigkeit verdunstet; der Rückstand wird alsdann mit rauchender Salpetersäure oder Königswasser längere Zeit gekocht und aus dem ausgeschiedenen schwefelsauren Baryt die Menge des Rhodankaliums berechnet (*van Setten, Jacobowitsch, Tilanus*). Man kann aber auch die wässrige Lösung des alkoholischen Speichlextractes mit salpetersaurem Silberoxyd fällen und den wohl ausgesüsstten Niederschlag mit salpetersäurehaltigem Wasser behandeln, von dem das Chlorsilber ungelöst

gelassen wird; aus der sauren Lösung fällt man das Silber durch Salzsäure, setzt etwas Chlorbaryum zu und dampft unter wiederholtem Zusatz von Salpetersäure stark ein; auch hier erhält man schwefelsauren Baryt, aus welchem das Rhodan zu berechnen ist. Vor dem Barytzusatz würde man aus der salpetersauren Lösung auch durch Zusatz von schwefelsaurem Eisenoxydul und Kupferoxyd das Kupferrhodanür praecipitiren können, müsste aber, da der Niederschlag nie aus reinem Kupferrhodanür besteht, doch zur Bestimmung des Schwefels als schwefelsauren Baryts seine Zufucht nehmen.

Basisch essigsäures Bleioxyd, wie *Wright*, zur Fällung des Rhodans zu verwenden, ist auch in diesem Falle untauglich; da das Bleirhodanid in Wasser etwas löslich ist und beim Aussüssen vielleicht der grösste Theil desselben geradezu verloren gehen könnte.

Es kommen im Speichel auch abnorme Bestandtheile vor und zwar wahrscheinlich öfter, als in vielen andern thierischen Secreten. Es ist nämlich sehr auffallend, dass manche mineralische und organische Substanzen, welche z. B. durch den Urin unverändert oder wenig modificirt an die Aussenwelt wieder abgegeben zu werden pflegen, weit schneller und zwar öfter durch die Speicheldrüsen gehen, ehe sie aus der allgemeinen Säftemasse durch die Nieren ausgeschieden werden. Am leichtesten kann man sich hiervon am Jodkalium überzeugen. Wenn man z. B. nur 5 Gran in Pillenform nimmt, so giebt sich dasselbe weit früher im Speichel zu erkennen als im Harn; man kann dasselbe aber oft noch nach 40 St. in demselben mit Leichtigkeit entdecken.

Auch bei äusserer Anwendung des Jods, z. B. in Salbenform, geht das Jod sehr bald in den Speichel über, und ist dort oft durch Salpetersäure und Stärkmehl nachzuweisen, während dies im Urine nicht gelingt.

Ist Iod in Pillenform genommen worden, so lässt sich dasselbe, nachdem man sich unmittelbar nach dem Verschlingen der Pillen von dessen Abwesenheit im Mundschleime und Speichel überzeugt hat, oft schon nach 10 Minuten nachweisen, während es im Urin erst nach $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden erscheint.

Aehnlich dem Jod verhält sich Brom und Quecksilber und wahrscheinlich mehrere andere speichelreibende Mittel.

Die Ursache, warum gerade diese Mittel so leicht Speichelfluss erregen, ist wahrscheinlich lediglich darin zu suchen, dass sie durch die Speicheldrüsen aus dem Blute ausgeschieden werden. Möglich, dass auch mehrere organische Sialagoga nur dadurch als solche wirken, dass einzelne ihrer Bestandtheile gleich dem Jod besonders leicht durch die Speicheldrüsen ausgeschieden werden.

Wright und mehrere Andere haben im Speichel bei Mercurialsalivation durchaus kein Quecksilber finden können; ich habe früher viel Gelegenheit gehabt, den Speichel von Mercurialspeichelfluss bei der *Rust-Louvrier'schen* Inunctionscur zu untersuchen und constant Quecksilber in solchem Secrete gefunden, und zwar durch trockne Destillation des Speichelrückstandes sowohl als durch einfache Anwendung eines möglich kleinsten Plattenpaars von Kupfer und Zink auf den schwach angesäuerten Speichel. Der Gründe, weshalb man selbst, wenn vorher sehr viel Quecksilber in den Organismus geführt wurde, kein Quecksilber fand, giebt es mehrere; erstens hat man gewiss sehr oft nur Mundschleim untersucht; denn man kann sich leicht schon durch das Mikroskop, genauer aber durch die chemische Untersuchung überzeugen, dass in der ersten Zeit der Salivation sich in den Sputis fast gar kein Speichel befindet; die Speicheldrüsen sind noch gar nicht afficirt; der Auswurf be-

steht aus Unmassen von ganzen Fetzen von Epithelium und insbesondere Tonsillarschleim; in solchem Auswurfe habe ich auch kein Quecksilber finden können, selbst nach reichlichem Mercurialgebrauche. Man hat ferner vergessen, dass das Quecksilber mit Wasserdämpfen sich sehr leicht verflüchtigt, und daher zu schnell und unvorsichtig abgedampft, so dass die allerdings nie sehr grossen Mengen von Quecksilber der Beobachtung entgangen sind.

Wright hat Thieren kohlen saure Alkalien injicirt und darauf das Alkali des Speichels vermehrt gefunden; dagegen vermochte er bei gesunden Thieren durch Injection von Essigsäure oder stark mit Wasser verdünnter Schwefelsäure nie eine saure Reaction des Speichels hervorzurufen.

Auffallend ist es, dass Hunde, denen *Wright* vier Unzen Holzessig oder eine halbe Drachme Schwefelsäure, obwohl mit 4 und 6 Unzen Wasser verdünnt, in die Jugularis injicirte, diesen Eingriff so gut vertrugen, dass die Thiere sich nach kurzer Zeit wieder wohl befanden. *Wright* sah den Speichel darnach sogar alkalischer werden. Mir sind die Thiere bei ähnlichen zu andern Zwecke angestellten Versuchen sämmtlich zu Grunde gegangen, was sehr leicht erklärlich, da in den Lungencapillaren sehr bald in Folge der Gerinnung oder Gelatinirung des Blutes Stase eintreten musste.

Von dem zufälligen Auftreten von Zucker im Speichel ist schon im 4. Th. S. 272 die Rede gewesen, so auch von dem der Milchsäure S. 403. Sehr schwierig ist die Frage zu entscheiden, ob wirkliches durch Hitze coagulables Albumin in einem Speichel vorkomme oder nicht.

Wright nimmt gar zwei verschiedene Arten albuminösen Speichels an; da eigne Erfahrungen uns in dieser Hinsicht abgehen, so wagen wir den Aussprüchen *Wright's* nicht zu widersprechen; allein da *Wright* im normalen Speichel Eiweiss annimmt, welches erwiesener Maassen nicht darin vorkommt, der Nachweis von geringen Mengen Eiweiss aber aus den im 4. Th. geltend gemachten Gründen schwierig, ja oft unmöglich ist, so dürfte unser Zweifel an dem häufigen Vorkommen albuminösen Speichels wohl gerechtfertigt sein.

Gallige Stoffe, namentlich auch Cholesterin, sollen nach *Wright* zuweilen auch in den Speichel übergehen. (Vergl. Th. 1. S. 123.)

Wright hat noch eine grosse Menge Speichelarten unterschieden, welche sich durch heterogene Bestandtheile, z. B. Ammoniak, Salzsäure (?), Kochsalz, Eiter, Blut, übeln Geruch auszeichnen; wir glauben das Verdienstliche der mühevollen Arbeit *Wright's* keineswegs damit herabzusetzen, wenn wir *Wright's* Ergebnisse in einer physiologischen Chemie ignoriren; wir glauben, dass die Unterlagen zu diesen Untersuchungen nicht der Art sind, um in exacten Disciplinen, wie Chemie und Physiologie, eine höhere Geltung zu erlangen. Die Beschreibungen und Eintheilungen krankhaften Speichels, z. B. eines galligen, blutigen, eiterartigen, alkalischen neben stinkendem, scharfem, schaumigem, gelatinösem u. s. w. mögen für eine Semiotik ihre Wichtigkeit haben, allein als Unterlagen physiologischer Forschung können sie nicht dienen. Das Unlogische in der Eintheilung sieht wohl jeder; die chemischen Untersuchungen berechtigen oft nicht zu den Schlüssen, die *Wright* daraus gezogen; denn Zucker, Galle, Milchsäure sind z. B. nie mit solcher Sicherheit nachgewiesen, wie die heutige Chemie dies verlangt; auch möchte die neuere Physiologie über scharfen, eitrigen und blutigen Speichel noch nähere Nachweise verlangen, während die neuere Pathologie minder ontologische Begriffsbestimmungen von Krankheiten und dafür genaue physikalisch diagnostische oder anatomische Nachweise fordert. Wir wiederholen, dass wir deshalb keineswegs die vielen interessanten Thatsachen verkennen, mit denen die Wissenschaft durch *Wright's* reiche Erfahrung und ausdauernde Bemühung bereichert worden ist.

Was den sauren Speichel betrifft, so sind darüber bereits eine grosse Anzahl von Beobachtungen angestellt worden; trotz dem ist aber

unsre Kenntniss desselben noch sehr mangelhaft; denn ungeachtet der affirmativen Aeusserungen *Wright's* ist z. B. die Milchsäure als Ursache jener sauren Reaction keineswegs nachgewiesen worden. Auch *Prout*¹⁾ hat keinen entscheidenden Beweis für die Gegenwart dieser Säure beigebracht.

Wir haben im 1. Th. dieses Werks gezeigt, dass die saure Reaction solcher Flüssigkeiten auch von andern Säuren, z. B. mehreren der Buttersäuregruppe, der Milchsäuregruppe und selbst von saurem phosphorsaurem Natron herrühren könne; es ist daher jedenfalls nothwendig, dass die Natur der freien Säure sauren Speichels in einzelnen Krankheitsgruppen erforscht sei, ehe man wagen darf, über den Ablauf der die Krankheit begleitenden chemischen Prozesse irgend ein Urtheil zu fällen; es ist doch aber wohl der Hauptzweck aller chemischen Untersuchungen thierischer Objecte, aus diesen einen Schluss auf die Art des chemischen Processes im gesunden oder krankhaften Zustande zu ziehen. Die Semiotik begnügt sich allerdings mit der einfachen Angabe, dass in diesen oder jenen Zuständen der Speichel saure Reaction zeige; wir erwähnen daher nur kurz die Zustände, in welchen man bisher den Speichel sauer gefunden hat.

Sauer soll der Speichel sein nach *Donné*²⁾ bei entzündlichen Reizungen der ersten Wege, bei Pleuritis, Encephalitis, acuten Rheumatismen, Wechselfiebern, Uterinleiden, nach *L'Heritier* auch bei Magenkrebs. *Wright* nimmt vier Arten sauren Speichels an: bei idiopathischen Leiden der Speicheldrüsen, b) bei Vorherrschen von Säuren im Gesamtorganismus in Folge constitutioneller oder sonstiger Ursachen; als solche Leiden führt er an: Scropheln, Phthisis, Rhachitis, Amenorrhöe, entzündlichen Rheumatismus u. s. w., c) bei subacuter Entzündung der Magen- und Darmmucosa, d) bei Dyspepsie (sicher ein sehr väger Begriff!). Bei Nervenaffectionen soll dagegen der Speichel nie sauer, sondern oft sehr stark alkalisch gefunden werden. Bei Katarrhen der Magen- und Darmschleimhaut, bei runden Magengeschwüren habe ich sehr oft, wiewohl nicht ohne Ausnahme, den Speichel sauer gefunden, dagegen constant bei Magenkrebs und im Diabetes. Bei Entzündungen der Brustorgane, acutem Rheumatismus, Typhus u. s. w. sah ich³⁾ ihn sehr oft auch alkalisch oder völlig neutral. Nach *Donné* und *Frerichs*⁴⁾ rührt die saure Reaction stets von der Mundschleimhaut her, die im abnorm gereizten Zustande stets ein saures Secret liefert.

Der Untersuchung krankhaften Speichels stellt sich gewöhnlich die Schwierigkeit entgegen, sich solchen in der für die chemische Analyse nöthigen Menge zu verschaffen, und dies um so mehr, als der Speichel eine Flüssigkeit ist, die nur sehr wenig feste Bestandtheile enthält. Man sollte darum erwarten, dass der Speichel wenigstens in den Zuständen genauer untersucht sei, in welchen er in Folge eines sg. Speichelflusses in reichlicherer Menge abgesondert wird: allein auch dieses ist nicht der Fall. *Wright* hat zwar eine vortreffliche Darstellung der Fälle geliefert, in welchen ein symptomatischer, ein kritischer oder ein durch künstliche Mittel erregter Ptyalismus vorkommt, allein chemisch und physiologisch brauchbare Analysen vermissen wir nichts desto weniger. Am genauesten ist noch der *Mercurialspeichel* untersucht. Die Erfahrungen *Wright's*, *L'Heritier's*, *Simon's* und meine eignen stimmen in folgenden Punkten völ-

1) *Prout*, Krankh. d. Magens; a. d. Engl. v. Krupp. Leipz. 1843. S. 175 ff.

2) *Donné*, Histoire physiol. et pathol. de la salive. Paris 1836.

3) *Lehmann*, Schmidt's Jahrb. Bd. 36, S. 185.

4) *Frerichs*, a. a. O. S. 761.

lig überein: Im Anfange der Mercurialsalivation sind die Mundschleimhaut und die Tonsillen mehr afficirt als die Speicheldrüsen, der Auswurf ist daher mehr schleimiger Natur, sehr getrübt durch mehr oder weniger discrete Flocken, specifisch schwerer und reicher an festen Bestandtheilen (natürlich vorzugsweise Epithelium und Schleimkörperchen), als normaler Speichel; derselbe reagirt alkalisch, enthält wenig eigentliches Ptyalin, oft viel Fett und selten nachweisbare Mengen Rhodankalium. Später bei deutlich durch Schmerzen und Geschwulst charakterisirter Affection der Speicheldrüsen wird ein weniger trüber Speichel abgesondert, der oft weit weniger feste Bestandtheile enthält als normaler Speichel; auch solcher Speichel pflegt noch alkalische Reaction zu zeigen; das Rhodankalium fehlt öfter, als es gefunden wird; auch diese Art des Mercurialspeichels ist reich an Fett und oft auch an Schleimkörperchen. Von dem Gehalte solchen Speichels an Quecksilber ist schon oben die Rede gewesen.

Als pathologische Producte der Speichelsecretion sind schliesslich noch die *sg. Speichelsteine* zu erwähnen; diese sind sehr oft analysirt worden, und man hat in ihnen mehr kohlen sauren Kalk gefunden, als in irgend einer andern Art von Concrementen. Nachdem wir oben gesehen haben, dass selbst im Speichel fleischfressender Thiere sich Kalk in nicht unerheblicher Menge lose an organische Materie gebunden findet, und dass derselbe so leicht unter der Form von kohlen saurem Kalk abgeschieden wird, kann uns die Bildung und Constitution solcher Concremente nicht auffallend erscheinen.

Was die Menge des innerhalb einer bestimmten Zeit ex-cernirten Speichels betrifft, so hat man früher den darüber angestellten Berechnungen meist die von *C. G. Mitscherlich*¹⁾ an einer Fistel des Ductus Stenonianus eines Menschen gemachten Beobachtungen zu Grunde gelegt; darnach berechnet *Burdach*²⁾ für die in 24 St. von einem Erwachsenen ausgesonderte Speichelmenge = 255 grm., *Valentin*³⁾ = 216,4 bis 346,3 grm. *Donné*⁴⁾ nimmt als mittlere, in 24 St. abgesonderte Speichelmenge = 390 grm., *Thomson*⁵⁾ = 210 grm. an. *Bidder* und *Schmidt*⁶⁾ fanden nach einigen an sich selbst angestellten Versuchen, dass sie in 24 St. ungefähr 1500 grm. Speichel absonderten. Diese bedeutende Differenz von den eben angeführten Berechnungen hat wohl darin ihren Grund, dass in *Mitscherlich's* Falle die Speichelsecretion selbst sehr alterirt war, was aus dem Gemeinbefinden des betreffenden Subjectes sowohl als aus der stets abnorm sauren Reaction des Parotidensecrets hervorgeht. Uebri-gens sprechen die von *Jacobowitsch*, so wie von *Schmidt* und *Bidder* selbst

1) *C. G. Mitscherlich*, Poggend. Ann. Bd. 26, S. 328—339.

2) *Burdach*, Physiol. Bd. 1, S. 377 ff.

3) *Valentin*, Physiol. d. Menschen. 1844. Bd. 1, S. 626.

4) *Donné*, L'Institut No. 158, p. 59.

5) *Thomson*, Animal Chemistry. London 1848. p. 571.

6) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte und Stoffwechsel. Mitau 1852. S. 1—28.

an Hunden angestellten Beobachtungen ganz für die von diesen letztgenannten Forschern angegebene Zahl.

Mitscherlich's Beobachtung ist diese, dass der fragliche Kranke, wenn er 15 Minuten lang willkürlich den Speichel im Munde zusammenzog, aus diesem 6,27 grm. auswarf, durch die Fistel aber in derselben Zeit 0,92 grm. entleerte; ausserdem hat *Mitscherlich* immer nur die unter bestimmten Verhältnissen und in gewissen Zeiten ausgeschiedenen Mengen des Parotidensecrets bestimmt. Man kann nun, wenn man das oben angegebene Verhältniss des Parotidensecrets zu den Ausscheidungen der übrigen speichelliefernden Organe als constant annimmt (was aber mehr als zweifelhaft), darnach die Mengen Speichel berechnen, die innerhalb bestimmter Zeiten oder unter bestimmten physiologischen Verhältnissen ausgeschieden werden. Unter gewöhnlichen Verhältnissen (bei Spitalkost) fand *M.* die Menge des in 24 Stunden ausgelaufenen Parotidenspeichels schwankend zwischen 46,3 und 74,8 grm. Nähme man das oben angegebene Verhältniss zwischen Parotidenspeichel und den übrigen Secreten als constant an: so würde hiernach im Durchschnitt in 24 St. = 473 grm. Speichel aus den 6 Speicheldrüsen und der Mundschleimhaut abgesondert werden.

Valentin legte seinen Berechnungen neben *Mitscherlich's* Angaben die ungefähre Ausbreitung der secernirenden Flächen zu Grunde.

Jacobowitsch hat bei Hunden die Mengen von Speichel bestimmt, welche er aus den einzelnen Quellen dieser Flüssigkeit innerhalb einer Stunde sammeln konnte; er erhielt aus beiden Parotiden 49,2 gr., aus beiden Submaxillardrüsen 38,83 gr. und aus den beiden Orbitaldrüsen, Sublingualdrüsen und der Mundschleimhaut 24,84 gr. Für die innerhalb einer bestimmten Zeit im normalen Zustande abgesonderte Menge Speichel ist aus diesen Bestimmungen nichts zu schliessen; denn abgesehen davon, dass über die Grösse oder das Gewicht der Hunde nichts angegeben ist, *Jacobowitsch* aber (wie aus den Zahlenangaben selbst hervorgeht) Hunde von verschiedener Grösse den Versuchen unterworfen hat: so hat das Ansammeln auch unter so eigenthümlichen Verhältnissen stattgefunden, dass ein Vergleich mit der Menge des Secrets im normalen Zustande nicht möglich ist. Dagegen ist *Jac.* zu dem interessanten Resultate gelangt, dass, so verschieden die Mengen des von den verschiedenen Organen ausgesonderten Speichels sind, doch die festen Bestandtheile und unter ihnen die organischen und anorganischen Substanzen aus den drei verschiedenen Quellen gleich viel betragen; es sind nämlich in den oben angegebenen Mengen von Parotiden-, Submaxillar- und Mundspeichel gleich viel, d. h. nahe an 0,232 grm. fester Bestandtheile und unter diesen 0,080 grm. organischer und 0,152 gr. anorganischer Substanzen enthalten.

Bidder und *Schmidt* sahen an einem Hunde fast dreimal geringere Quantitäten Speichel abgesondert werden. Der Hund war 16 Kilogramm schwer und entleerte innerhalb 4 St. aus dem einen Wharton'schen Gange 3,640 grm., aus dem einen Stenon'schen 8,790 grm. In 24 Stunden würden also die Submaxillardrüsen dieses Hundes = 270,7 grm. und die Parotiden = 421,9 grm. Secret geliefert haben.

Alle Bestimmungen der Menge des innerhalb einer längern Zeit (z. B. in 24 St.) abgesonderten Speichels können höchstens annähernd sein, da die Thätigkeit der speichelbildenden Organe von sehr verschiedenen Einflüssen und Bedingungen abhängig ist. Die gewöhnlichste Veranlassung zu einer reichlichen Speichelabsonderung ist die Aufnahme von Nahrungsmitteln; es hängt aber sehr von deren Natur ab, ob viel oder wenig Speichel in der Mundhöhle zusammenfliesst; trockne und harte Speisen ziehen einen reichlichen Speichelzufluss nach sich, als feuchte und weiche; ja die blosser Bewegung der Unterkinnlade wirkt auf die Secretion; daher Sprechen oder Singen immer von Speichelsecretion begleitet ist.

Dass chemische Reize, wie sie von sauren und aromatischen Nahrungsmitteln ausgehen, sowie auch mechanische, wie Kitzeln am Gaumen, eine oft sehr jähe Absonderung bedingen, ist ebenso bekannt, als dass gewisse psychische Einflüsse einen gleichen Erfolg haben. Besonders wichtig ist aber, dass nach dem Genusse von Speisen die Speichelabsonderung noch längere Zeit fort dauert; eine Erscheinung, die weniger von der Fortdauer des Reizes der Speicheldrüsen von der Mundhöhle aus abzuleiten ist, sondern mehr noch von der Magenverdauung aus durch Vermittlung der Nervenaction bedingt zu werden scheint; denn bringt man in den Magen eines Hundes durch die Magenfistel oder vermittelt einer elastischen Röhre durch den Schlund Nahrungsmittel, so lässt sich neben der Magensaftsecretion ein reichliches Zufließen von Speichel beobachten.

Um die Menge des für verschiedene Arten von Nahrungsmitteln verwendeten Speichels ungefähr schätzen zu können, stellten *Magendie* und *Rayer*¹⁾, *Lassaigne*²⁾, sowie auch *Cl. Bernard*³⁾ Versuche an Pferden an, indem sie den Oesophagus derselben blosslegten, durchschnitten und den hinabgeschluckten Bissen auffingen. Es ergiebt sich aus diesen Versuchen, dass Stroh und Heu mit der vier- bis fünffachen Menge Speichels in die Speiseröhre gelangt, stärkmehltreiche Saamen dagegen, z. B. Hafer, mit der gleichen oder anderthalbfachen Menge, frisches grünes Futter aber nur mit der Hälfte seines Gewichts an Speichel, während mit Wasser angerührtes Futter gar keinen Speichel aufzunehmen schien. Es gewinnt somit den Anschein, als ob selbst beim Genusse der Nahrungsmittel die Speichelsecretion nur von deren Natur abhängt und als ob sie beim Verzehren flüssiger oder feuchter Nahrungsmittel gar nicht in Thätigkeit geräthe. Allein wir müssen mit *Frerichs* annehmen, dass selbst im Zustande völliger Ruhe die Speichelsecretion nicht völlig aufhöre; denn obgleich *Mitscherlich* an seinem Kranken nach längerer Nüchternheit und völliger Ruhe kaum eine Spur aus der Fistel abgesonderten Speichels finden konnte, und obgleich man auch an Pferden, denen man eine Speichelfistel angelegt hat, im nüchternen Zustande derselben kaum eine Absonderung bemerkt, so wird dieselbe doch ebenso wenig, wie die einer andern Drüse, jemals absolut stillstehen. Darnach jedoch, dass beim Schlafen mit vorgebeugtem Haupte, sowie bei Paralyse der Gesichtsmuskeln Speichel und zwar in nicht geringer Menge abgesondert wird, dürfte die normale Secretion in relativer Ruhe nicht beurtheilt werden können, da in diesen beiden Fällen die reichlichere Aussonderung durch eigenthümliche Verhältnisse bedingt wird.

*Colin*⁴⁾ scheint sehr ausgedehnte Untersuchungen über die Speichelsecretion bei Einhufnern angestellt zu haben; wenigstens theilt er unter andern folgende interessante Ergebnisse seiner Untersuchungen mit. Die Secretion der beiden Parotiden ist alternirend; die Parotis der Seite, auf welcher gekaut wird, sondert wenigstens ein Drittel mehr ab als die der andern Seite. Beim Wechsel nimmt die Thätigkeit der einen Drüse sehr schnell ab und die der andern ebenso rapid zu. Dieses Alterniren der Secretion dauert auch noch nach dem Kauen einige, wiewohl sehr kurze Zeit fort. — Die Secretion der Submaxillardrüsen zeigt dieses eigenthümliche Verhalten nicht, sie ist ziemlich gleichmässig auf beiden Seiten. — Wenn das Thier trocknes Futter verzehrt, so werden von allen Drüsen innerhalb einer Stunde 5 bis 6000 grm. Speichel abgesondert, um $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ mehr, wenn es Hafer

1) *Magendie* und *Rayer*, *Compt. rend.* T. 24, p. 902.

2) *Lassaigne*, *Joorn. de chim. méd.* 1845. p. 472.

3) *Bernard*, *Arch. génér. de méd.* 4 Sér. T. 48, p. 22.

4) *Colin*, *Compt. rend.* T. 34, p. 327—330.

verzehrt, um $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{4}$ weniger beim Genuss saftiger Wurzeln. — Die Parotiden allein liefern mehr als $\frac{2}{3}$ Drittel jener Totalsumme, die Submaxillardrüsen nur $\frac{1}{30}$, die Sublingual- und Schleimdrüsen den Rest. — Die Secretion der Parotiden und Submaxillardrüsen findet fast nur während des Kauens und sehr kurze Zeit darauf statt; das dicke und zähe Secret der andern Drüsen der Mundhöhle, welches letztere bei der Abstinenz feucht erhält, beträgt nur $\frac{1}{37}$ jener Totalsumme. — Das Erblicken von Nahrungsmitteln bewirkt selbst bei hungrigen Thieren keine erhebliche Vermehrung der Speichelsecretion.

Sehr interessante Versuche über den Einfluss der Absonderungsdauer auf die chemische Constitution des Speichels sind von *Becher* und *Ludwig*¹⁾ angestellt worden. Sie fanden, dass der feste Rückstand des Speichels um so mehr abnimmt, je mehr vorher die Drüse schon geliefert hatte; hierbei sinken die organischen Bestandtheile bei weitem mehr als die anorganischen. Schwankungen im Wassergehalte des Blutes störten dieses Gesetz nicht, wie durch Speichelentnahme nach Blutentziehungen u. s. w. erwiesen wurde. Nach Kochsalzeinspritzungen ins Blut behielt jenes Gesetz ebenfalls seine Geltung, obwohl der Kochsalzgehalt des Speichels selbst etwas dadurch vermehrt wurde.

Ueber den physiologischen Werth des Speichels sind die Physiologen fast von jeher verschiedener Ansicht gewesen. Man muss aber dem Speichel im Wesentlichen einen dreifachen Zweck zuschreiben, nämlich einen mechanischen, einen chemischen und einen dynamischen.

Was den *mechanischen* Zweck des Speichels betrifft, so ist derselbe so einleuchtend, dass wohl Niemand im Ernste daran gezweifelt hat; denn dass das Durchfeuchten der trockneren Nahrungsmittel beim Kauen einerseits dazu diene, um dieselben zur Deglutition geschickter zu machen, andererseits aber auch dazu, sie in einem gewissermaassen aufgelockerten Zustande der Einwirkung anderer Verdauungssäfte zugänglicher zu machen, bedarf keines Beweises, da dieses der Augenschein lehrt. Allein es wurde früher auf diese Function der ganze Werth des Speichels beschränkt, eine Ansicht, die neuerdings *Cl. Bernard* durch die eben erwähnten Versuche erwiesen zu haben glaubte. Derselbe hob hervor, dass der Parotidenspeichel seiner dünnflüssigen Beschaffenheit halber mehr dazu diene, die Nahrungsmittel zu durchfeuchten, während das zähflüssige Secret der Submaxillardrüsen den Bissen schleimig überziehe, ihn schlüpfrig und auf diese Weise zur Deglutition geneigter mache.

Wir haben bereits oben gesehen, dass das Secret der Submaxillardrüsen sich durch seine schleimige, zähe Beschaffenheit vor dem Secrete der Parotis auszeichnet, und dass selbst ein Infusum der erstern Drüse sich von dem der Parotis ebenso unterscheidet, wie das Secret der einen Drüse von dem der andern. *Bernard* macht hierbei noch auf die comparativ-anatomische Thatsache aufmerksam, dass diejenigen Thiere, welche ihre Nahrung ungekaut verschlingen, z. B. die Schlangen, Vögel und Reptilien, keine oder nur rudimentäre Parotiden besitzen, während ihre schleimbereitenden Submaxillardrüsen meistens sehr ausgebildet sind.

Die eigentliche Differenz der Ansichten der Forscher concentrirte sich auf die Frage über die chemische Function des Speichels. *Leuchs* hatte zuerst die Erfahrung gemacht, dass Stärkmehl durch Speichel all-

1) *Becher* und *Ludwig*, Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. 4, S. 480—483.

mählig in Zucker verwandelt werde; spätere Forscher glaubten diese Erfahrung durch directe Versuche bald bestätigen, bald widerlegen zu können. In neuerer Zeit erklärte sich *Wright*, gestützt auf eine zahlreiche Mengen von Versuchen, ganz entschieden für die chemische Einwirkung des Speichels auf stärkmehreiche Nahrungsmittel; ja *Mialhe* ¹⁾ glaubte sogar den Stoff gefunden zu haben, welchem jene umwandelnde Kraft allein oder vorzugsweise zukomme; er nannte ihn *Speicheldiastase*. Mehrere Forscher konnten *Wright's* und *Mialhe's* Behauptungen nicht bestätigt finden und lenkten zur weitem Erforschung dieses Gegenstandes ihre Aufmerksamkeit auf die den einzelnen speichelabsondernden Organen entlehnten Secrete. *Magendie* machte zuerst die Erfahrung, dass weder das Secret der Parotiden noch das der Submaxillardrüsen irgend eine Einwirkung auf das Stärkmehl ausübe, dass jedoch der sg. gemischte Speichel des Pferdes, d. h. der aus der Mundhöhle gesammelte, bei der Temperatur des thierischen Körpers rohes und gekochtes Stärkmehl in Zucker umwandle; *Bernard* leitete diese unbestreitbare Eigenschaft des gemischten Speichels (mochte er von Menschen, Hunden oder Pferden herrühren) lediglich von dem Secrete der Mundschleimhaut her, während *Jacobowitsch* überzeugende Beweise beigebracht hat, dass auch dieses Secret allein jene Fähigkeit nicht besitze, sondern dass diese lediglich dem Gemische von Schleimhaut- und Speicheldrüsensecret (sei dieses künstlich oder natürlich) einzig und allein zukomme. Die spätern, sorgfälligen Versuche von *Schmidt* und *Bidder* ²⁾ haben aber dargethan, dass das Parotidensecret zur Wirkung des gemischten Speichels nichts beitrage. Parotidenspeichel und Mundschleim wandelten Stärkmehl nicht um, wohl aber und zwar ziemlich schnell Submaxillardrüsen- und Mundschleim. Zu demselben Resultate, dass nämlich nur durch Zusammentreten des Mundschleims mit dem Submaxillardrüsensecret das Amylonferment gebildet werde, gelangten diese Forscher, wenn Hunden das eine oder das andere Drüsenpaar unterbunden war.

Was die Natur des eiweissartigen Stoffs im Speichel betrifft, den *Mialhe Diastase salivaire* nannte, so finden allerdings zahlreiche Aehnlichkeiten zwischen diesem und Diastase statt, allein eine nähere Untersuchung erweist dennoch die vollkommene Verschiedenheit beider Stoffe. Zur Darstellung dieser Speicheldiastase präcipitirte *Mialhe* menschlichen Speichel mit absolutem Alkohol; das Präcipitat ist der vermeintliche Stoff. Vergleichen wir die Zusammensetzung des Speichels, so finden wir leicht, dass durch Alkohol neben einer Menge von Salzen hauptsächlich Ptyalin und Schleim präcipitirt werden, in dem Gemenge dieser Substanzen glaubt nun *Mialhe* das wirksame Princip des Speichels gefunden zu haben. Ich fand bei Anwendung dieses Gemengs die ausserordentlichen Wirkungen, wie sie *Mialhe* von ihm angiebt (4 Th. sollte 8000 Th. Stärkmehl in kurzer Zeit bei 37° in Zucker verwandeln), keineswegs bestätigt, und obgleich ich früher etwas Aehnliches gefunden zu haben glaubte, so habe ich mich doch später davon überzeugt, dass weder in dem von *Mialhe* noch von mir bezeichneten Stoffgemenge noch in einem andern Theile der

1) *Mialhe*, Compt. rend. T. 20, p. 247. 267. 954 et 4485.

2) *Bidder* und *Schmidt*, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. S. 21.

Speichelsecrete die Stärkemehlumwandelnde Kraft concentrirt ist. Indessen wäre es unwissenschaftlich, wollte man das Nachforschen nach dieser Eigenthümlichkeit des Speichels oder vielmehr einer seiner Bestandtheile mit der Fiction einschläfern, dass alle Gährungserreger in Umwandlung begriffene Substanzen seien, und dass eine einzelne in Umwandlung begriffene oder gährungserregende Substanz der chemischen Darstellung und Untersuchung unzugänglich sei. Jede Fiction, welche irgend eine Pforte der Erkenntniss verschliesst, ist verwerflich, so lange nicht eine vollkommen logische Berechtigung dafür da ist. Hätten *Schwann*, *Wasmann* und Andere die Hände ruhig in den Schoos gelegt, in dem Glauben, die Ursache der verdauenden Kraft des Magensaftes sei nicht zu erforschen, so würden wir heute nicht sehr weit in der Kenntniss des Verdauungsprocesses sein. Was übrigens die hypothetische Speicheldiastase betrifft, so war ein Suchen nach derselben nicht absurd, da Speichel weder durch Erhitzen noch durch Alkohol jene Fähigkeit verliert, und auch das Pepsin seine Kraft beibehält, wenn es vorher an Bleisalze gebunden war. Thatsache ist nur, dass weder der nach *Berzelius*, noch nach *Gmelin* dargestellte Speichelstoff, noch das Ptyalin *Wright's* die Fähigkeit haben, Stärkemehl in Zucker umzuwandeln.

Nicht ganz unerwähnt können wir an diesem Orte die neuerdings von denselben Forschern¹⁾ gemachte Erfahrung lassen, dass die Speicheldrüsen bei Säuglingen noch nicht functioniren, und dass selbst die Substanz der Drüsen nicht die geringste Wirkung auf Amylon ausübt. Man dürfte sich wohl nicht weit von der Wahrheit entfernen, wenn man hieraus schliesst, dass zur Verdauung der Bestandtheile der Milch der Speichel nichts beitrage.

Nach den Erfahrungen von *Bidder* und *Schmidt* ist die Einwirkung des gemischten Speichels auf Amylon so energisch, dass dieses fast augenblicklich in Zucker umgewandelt wird. Nehmen wir nun auch dieses »augenblicklich« nicht in aller Schärfe des Wortlauts, so können wir doch hierin diesen geehrten Forschern unsern Erfahrungen nach nicht beistimmen. Dass rohes, nicht in Kleister verwandeltes Stärkemehl dieser augenblicklichen Umsetzung unterliegen solle, ist wohl auch nicht gemeint worden. Würde aber gekochtes Stärkemehl wirklich mit solcher Rapidität in Zucker umgewandelt, so sollte man doch meinen, Kleister müsse beim Kauen nicht kleistrig, sondern süß schmecken; dies ist aber nicht der Fall, man mag den Versuch modificiren, wie man will.

Wurde von frisch bereitetem, zuckerfreiem Kleister etwa eine Messerspitze voll in den Mund genommen und nun einige Zeit Kaubewegungen gemacht, so trat bei vier verschiedenen Personen nicht eher eine Andeutung von süßem Geschmack ein, als nach Verlauf einer halben Minute; einigermaassen bemerkbar und unzweifelhaft wurde süßlicher Geschmack erst nach zweiminutenlangem Kauen. Der Erfolg des Versuchs war kein anderer, mochte er vor oder nach der Mahlzeit angestellt werden, mochte man den Kleister mit Weinsäure, Citronensäure u. dergl. angesäuert oder mit einem Tropfen Jodwasser versetzt haben. Selbst nach fünfminutenlangem Kauen war in der ausgeworfenen Flüssigkeit immer noch durch Jod Stärkemehlreaction wahrzunehmen. Auch beim Kauen vorher sorgfältig getrockneten Kleisters wurde auf der Zunge keine Süßigkeit empfunden. Ungekochtes Stärkemehl nahm im Munde selbst nach 40 Minuten noch keinen süßlichen Geschmack an. Ganz dieselben Resultate wurden übrigens auch erhalten, wenn durch Jod gefärbtes rohes oder gekochtes Stärkemehl in der erwähnten Weise behandelt wurde. Selbst mit Speichel, der einige Zeit ($\frac{1}{2}$, 1 und 2 St.) an der Luft bei $+ 20^{\circ}$ gestanden hatte,

1) *Bidder* und *Schmidt*, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. S. 23.

könnten wir keine plötzliche Umwandlung kleiner Mengen Stärkmehls in Zucker erzielen; immer wurden nur Spuren Zucker in dem spirituösen Extracte des Speichelgemisches gefunden.

Man darf sich übrigens bei der Untersuchung eines Gemisches von Speichel und Stärkmehl auf Zucker nicht ohne Weiteres der *Trommer'schen* Probe bedienen. Dieselbe würde nämlich in diesem Falle keine Beweiskraft haben; denn nach einer interessanten Erfahrung *Frerichs'* wird von Speichel und Stärkmehl beim Kochen mit Kali und Kupfervitriol alsbald Kupferoxydul ausgeschieden; man muss daher die filtrirten Gemische immer vorher durch Behandlung mit Alkohol von einem etwaigen Gehalte an Amylon oder Dextrin befreien, ehe man die *Trommer'sche* Probe anwendet, oder man muss sich anderer Methoden bedienen, um Zucker in dem Gemische nachzuweisen.

Wenn nun auf solche Weise die Wirkungsfähigkeit des Speichels auf Amylaceen ausser Zweifel gesetzt worden ist, so sprechen doch mehrere Thatsachen dafür, dass dieselbe nicht überschätzt werden darf, und dass wir nicht berechtigt sind, mit *Ross*¹⁾ die Mundhöhle als den Magen für Pflanzenspeisen anzusehen. Denn lassen wir auch *Budge's*²⁾ Erfahrung, der an einem Kaninchen, dem er alle Speicheldrüsen extirpirt hatte, keine Verdauungsstörung oder mangelhafte Ernährung wahrnehmen konnte, nicht als schlussfertig gelten: so müssen wir doch aus folgenden Gründen die fragliche Wirksamkeit des Speichels als eine ziemlich beschränkte ansehen: die Menge des abgesonderten Speichels hängt nicht von dem Gehalte der Nahrungsmittel an Stärkmehl ab, sondern ist selbst bei diesen höchst gering, sobald sie im flüssigen Zustande in die Mundhöhle gebracht werden; das Nachfliessen von Speichel ist nach dem Verschlingen stark durchfeuchteter Nahrungsmittel sehr gering; dieselben verweilen im Magen so kurze Zeit, dass eine vollständige Umwandlung des Stärkmehls in Zucker schon im Magen unmöglich ist; die Natur hat aber bereits im Duodenum für ein Secret gesorgt, den pankreatischen Saft, der das Umwandlungsvermögen für Stärkmehl in viel höherem Grade besitzt, als der Speichel; Thiere, z. B. Fische, welche stärkmehlhaltige Nahrungsmittel ungekaut verschlingen, besitzen meist nur so rudimentäre Speicheldrüsen, dass deren Speichelabsonderung kaum in Betracht kommt. Besonders aber spricht gegen einen erheblichen Einfluss des Speichels auf die Metamorphose der Amylacea die Erfahrung, dass man im Magen keineswegs bedeutende Mengen von Zucker nach Genuss solcher Nahrungsmittel vorfindet, ja dass Zucker oft ganz fehlt. So sind z. B. *Bidder* und *Schmidt* zu dem Resultate gelangt, dass im Mageninhalte von Thieren, die stärkmehlhaltiges Futter verzehrt haben, sich niemals Zucker nachweisen lasse, obgleich nach ihrer eignen Ueberzeugung Stärkmehl, als Kleister mit Speichel gemengt, augenblicklich von diesem und demnach schon in der Mundhöhle in Stärkmehl umgewandelt werde. *Blondlot*³⁾ und *Bou-*

1) *Ross*, The Lancet, January 13. 1844.

2) *Budge*, Rhein. Blätt. Bd. 4, S. 45.

3) *Blondlot*, Traité de la digestion. p. 407.

chardat und *Sandras*¹⁾ fanden zwar in gleichen Fällen im Mageninhalt der Thiere auch keinen Zucker: wogegen *Frerichs*²⁾ »in wenigstens 50 Versuchen« im Filtrate der Magencontenta von Menschen, fleischfressenden und pflanzenfressenden Säugethieren und von Vögeln constant Zucker gefunden; vielfache eigne Versuche liessen auch mich immer Zucker, wenn auch oft in geringen Mengen, nach Stärkmehlfütterung im Magen nachweisen. So ist auch selbst in den Magencontentis von Kaninchen, die mehrere Tage hindurch nur mit Heu und Hafer gefüttert worden waren (wo *Bidder* und *Schmidt* keine Spur Zucker vorfanden), constant von mir Zucker gefunden worden. Der Zucker wurde von uns nicht blos durch die *Trommer'sche* Probe, sondern auch durch Gährung, so wie durch Ausfällung des alkoholischen Extracts mit alkoholischer Kalilösung u. s. w., nachgewiesen. Trotzdem können wir uns nicht überreden, dass *Bidder's* und *Schmidt's* gegentheiligen Erfahrungen geradezu ein Irrthum zu Grunde läge. Obgleich wir aller angewendeten Mühe ungeachtet der Sache näher auf die Spur zu kommen nicht vermochten, so glauben wir doch aus diesen einander so widersprechenden Beobachtungen schliessen zu dürfen, dass unter noch zu eruirenden Bedingungen Zucker im Magen nach Stärkmehlaufnahme fehle, unter andern Bedingungen aber vorkomme. Sicher ist, was *Bidder* und *Schmidt* durch sorgfältige Versuche dargethan haben (und davon haben wir uns selbst so eben durch Wiederholung ähnlicher Versuche überzeugt), dass reiner Speichel Stärkmehl bei weitem schneller umwandelt, als wenn derselbe mit grössern Mengen Magensaft gemischt ist; die Menge des Zuckers ist daher auch, wie die Mehrzahl der Beobachtungen lehrt, immer nur eine geringe im Mageninhalt.

Zur Beurtheilung dieses Gegenstandes sind mehr eigne Beobachtungen, eigne Versuche und eigne Kritik nothwendig, als zu der irgend eines andern; denn die besten Beobachter würden selten kaum zu den extremsten Ansichten verleitet worden sein; die Schwierigkeit, sich ohne eigne Forschung ein bestimmtes Urtheil zu bilden, wird aus folgender theilweise historischen Betrachtung der gesammelten Thatsachen zu ersehen sein. Als einer der entschiedensten Vertheidiger der Digestivkraft des Speichels trat *Wright*³⁾ mit einer sehr grossen Anzahl von Versuchen auf, und ich⁴⁾ selbst war früher dieser Ansicht vollkommen zugethan; allein alle Versuche über diesen Gegenstand sind nur mit grosser Vorsicht zu benutzen; denn es kommt bei keiner Untersuchung so oft vor, dass unter scheinbar ganz gleichen Verhältnissen der einzelnen Versuche doch verschiedene Erscheinungen auftreten und namentlich bei quantitativen Bestimmungen nie ganz gleiche Resultate erlangt werden. Besonders stellt sich die Menge des in Zucker verwandelten Stärkmehls oft in gleichzeitig angestellten Versuchen mit demselben Speichel und bei vollkommen gleichen Temperaturen sehr verschieden heraus. Fast immer, selbst wenn man nur sehr wenig Stärkmehl im Verhältniss zum Speichel verwendet, wird nicht alles Stärkmehl in Zucker verwandelt (wie auch *Jacobowitsch* zugesteht); erst nach sehr langer Zeit, oft erst nach 46 und 24 St. findet man alles Stärkmehl metamorphosirt;

1) *Bouchardat* und *Sandras*, Compt. rend. T. 20, p. 443—448.

2) *Frerichs*, a. a. O. S. 802.

3) *Wright*, a. a. O. S. 60—95.

4) *Lehmann*, Schmidt's Jahrb. Bd. 37, S. 424 · 423. Bd. 39, S. 455 ff.

dann ist aber das Stärkmehl nicht etwa bloß in Zucker verwandelt, sondern dieser hat schon andere Umwandlungen erlitten; namentlich pflegt sich Milchsäure zu bilden; diese tritt aber nicht etwa erst nach vollendeter Umwandlung des Stärkmehls in Zucker auf, sondern findet sich oft schon, wenn noch sehr grosse Mengen Stärkmehls unverändert sind. Man muss sich aber noch überdies daran erinnern, dass so viel andere thierische Substanzen unter gewissen Bedingungen ebenfalls die Fähigkeit besitzen, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln. *Liebig* hatte schon längst darauf aufmerksam gemacht, dass Leim, eiweissartige und leimgebende Gewebe nach einer gewissen Zeit, wenn sie feucht an der Luft liegen, jene metamorphosirende Fähigkeit erlangen. Später überzeugte sich *Magendie*¹⁾, dass Aufgüsse von Hirnmasse, Herz, Leber, Lungen und Milz Flüssigkeiten liefern, welche in einigem Grade die Fähigkeit besitzen, Stärkmehl in Dextrin und Zucker zu verwandeln; übrigens fand er auch, dass Blutserum dieselbe Eigenschaft bei 40° erlange, und dass selbst im Blute lebender Thiere gekochtes Stärkmehl sich in Zucker verwandle. *Bernard*²⁾ wiederholte also eigentlich nur die Versuche *Liebig's* und *Magendie's*, als er gut präeparirte und ausgewaschene Mundschleimhaut der Luft aussetzte und nachher deren Einwirkung auf Amylon nachwies. Diese Thatsachen sind aber nicht mit der Wirkung des gemischten Speichels zu vergleichen; denn derselbe bedarf nicht erst eines längern Zutritts von atmosphärischer Luft, um jene Fähigkeit zu erlangen, und wird in diesem Vermögen nur durch die bekannte Diastase gekeimter Saamen und durch den pankreatischen Saft übertroffen.

Ein anderer Punkt, welcher dem Nichtexperimentator zweifelhaft erscheinen muss, ist die Frage, ob auch saurer Speichel die zuckerbildende Kraft besitze gleich dem alkalischen; eine Frage, welche von *Sebastian. Wright* und *Bernard* bestimmt verneint wurde, während *Jacobowitsch* und *Frerichs* dieselbe ebenso bestimmt bejahen. Der Grund, weshalb mir früher, gleich den erstgenannten Forschern, die Umwandlung des Stärkmehls durch Speichel misslungen ist, habe ich aller Bemühungen ungeachtet nicht ausfindig machen können; allein in neuern Versuchen, wo ich frischen mit Essigsäure, Schwefelsäure, Salzsäure oder Salpetersäure versetzten Speichel auf rohes oder gekochtes Stärkmehl einwirken liess, habe ich jedesmal eine ziemlich schleunige Zuckerbildung beobachtet, mich aber zugleich überzeugt, dass Säuren die Digestivkraft des Speichels für Amylon ebensowenig verlangsamten, als Alkalien beschleunigen. Es steht also fest, dass gemischter Speichel, sei er alkalisch oder sauer, mit gleicher Energie auf das Stärkmehl bei übrigens gleicher Temperatur einwirkt. Zum Beweise der im Magen fortdauernden Wirksamkeit des Speichels auf Stärkmehl stellte *Jacobowitsch* folgende Versuche an: in dem einen Falle liess er einen mit einer Magenfistel versehenen Hund, nachdem derselbe 42 Stunden gehungert hatte, gekochtes Stärkmehl fressen; er fand dann in oft wiederholten Versuchen, dass der aus der Fistel entleerte Mageninhalt Zucker enthielt. Bei einem andern Versuche brachte *Jac.* einem Hunde, dem die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen unterbunden waren, gekochtes Stärkmehl durch die Fistel ein, und fand selbst nach längerer Zeit keinen Zucker im Mageninhalt. *Bidder* und *Schmidt*, unter deren Augen diese Versuche angestellt worden waren, haben sich durch neuere Versuche doch davon überzeugt, dass der Speichel im Magen des lebenden Thiers seine Einwirkung auf das Stärkmehl verliert. Sie brachten Hunden durch die Magenfistel unter den verschiedensten Verhältnissen gekochtes Stärkmehl in den Magen und konnten höchstens nach zweistündigem Verweilen desselben im Magen Spuren von Zucker nachweisen, während doch ausserhalb des Organismus jene Umwandlung selbst bei überschüssigem Magensaft stets gelang. Diese völlige Wirkungslosigkeit des Speichels auf Amylon innerhalb des Magens ist weder durch das allerdings gewöhnlich ziemlich kurze Verweilen des Amylons im Magen noch durch die

1) *Magendie*, Compt. rend. 1846. No. 4, p. 189—192.

2) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de méd. T. XIII. p. 40.

Annahme, die Speicheldiastase werde durch den Magensaft verdaut, genügend zu erklären. Denn einerseits verweilen die Amylacea meist hinreichende Zeit im Magen, um umgewandelt zu werden, und andererseits müsste der Magensaft auch ausserhalb des Organismus die Speicheldiastase verdauen, was er, wie erwähnt, doch nicht thut. Einigermaassen erklärlich werden diese Erfahrungen *Bidder's* und *Schmidt's* nur dadurch, dass man annimmt, in deren Versuchen sei (bei Einbringung des Stärkmehls durch die Fistel oder des sehr feuchten Kleisters durch die Mundhöhle) nur wenig Speichel in den Magen hinabgeflossen und durch den Magensaft zu sehr verdünnt worden.

Bei diesen Widersprüchen, auf welche wir bei derartigen Versuchen an lebenden Thieren gerade beim Speichel stossen, oft aber auch noch bei der Betrachtung anderer thierischer Flüssigkeiten stossen werden, können wir nicht umhin, diejenigen, welche, selbst nicht vertraut mit derartigen Untersuchungen, Anstoss an dieser scheinbaren Unsicherheit directer, naturwissenschaftlicher und insbesondere physiologischer Beobachtungen nehmen, an das zu erinnern, was wir bereits Th. 4, S. 3 u. 46 über die Schlussfertigkeit physiologischer Beobachtungen hervorgehoben haben. Denn wenn wir auch der Autorität der Thatsachen ihr volles Recht angedeihen lassen, so dürfen wir nie vergessen, dass die Folgerungen, die als einfache Ergebnisse der physiologischen Versuche sich herausstellen, keineswegs immer die richtigen sind. Wenn dies bei irgendwelchen Versuchen zu beherzigen ist, so gilt dies von den Operationen an lebenden Thieren, die man gewöhnlich mit dem unpassenden Namen »Vivisectionen« zu belegen pflegt. Mehr als bei allen andern Experimenten stossen wir hier auf Einflüsse, deren Grösse ausser aller Berechnung liegt, auf Verhältnisse, die uns gänzlich verborgen bleiben, und auf Hindernisse, die in keiner Weise zu überwinden sind. Solche Einflüsse, Verhältnisse und Hindernisse sind es, die oft für denselben Experimentator dieselben Experimente sehr verschieden ausfallen lassen. Schon die Tragweite des operativen Eingriffs lässt sich niemals ganz übersehen, und wäre dies auch theoretisch möglich, so sind die Individualität des zu operirenden Thieres so wie die Dexterität des Operateurs noch Verhältnisse, die unter übrigens gleich gesetzten Bedingungen die Schlussfertigkeit eines Experimentes ausserordentlich in Frage stellen können. Obwohl es sich ganz von selbst versteht, dass man nur dann von einem solchen Experimente einen bündigen Aufschluss erwarten kann, wenn man sich zu demselben vorher die stets erforderliche Uebung und Fertigkeit erworben hat (wieviel ist aber leider nicht in dieser Hinsicht gefehlt worden! wir erinnern nur an die von Manchen ausgeführten Injectionen von Flüssigkeiten in die Venen, denen jeder mit solchen Operationen Vertraute es auf den ersten Blick ansieht, dass sie ohne Uebung wie ohne Umsicht ausgeführt worden sind), so kann doch nicht Jeder die bewundernswerthe Dexterität eines *Bernard* besitzen. Wer sich einigermaassen mit dergleichen Vivisectionen beschäftigt hat, weiss übrigens, welchen Einfluss, um nur ein die Individualität des Thieres betreffendes Moment hervorzuheben z. B. das Alter des Thieres auf den Erfolg der Operation hat. In diesen und zahlreichen ähnlichen Verhältnissen ist der Grund zu suchen, weshalb scheinbar ganz gleiche Versuche die verschiedenen Experimentatoren oft genug zu ganz entgegengesetzten Resultaten geführt haben. Daraus geht wohl deutlich genug hervor, dass derartige Versuche an lebenden Thieren nicht immer als unumstössliche Thatsachen betrachtet werden dürfen. Nicht selten hat man in solchen zweifelhaften Fällen zu logischen Finessen oder Gemeinplätzen seine Zuflucht genommen z. B. ein positives Ergebniss beweise mehr als hundert negative u. dergl. m.: allein auch dadurch kommen wir oft nicht viel weiter; ein positives Experiment beweist oft ebensowenig dafür als die hundert dagegen; nicht immer können wir durch das Experiment einen apodiktischen Beweis führen; die Natur braucht nicht immer auf die Frage, die wir durch das Experiment an dieselbe thun, ja oder nein zu antworten. Wie bei allen andern Versuchen hängt auch hier alles von der Fragestellung ab; wenn unsre Frage fehlerhaft ist, können wir keine richtige Antwort erwarten. Auch das Fragen ist schwieriger als

bei andern Experimenten, wenn wir uns durch unmittelbare Eingriffe in das thierische Leben Aufschlüsse über einzelne Phasen desselben verschaffen wollen.

Wir sind also sowohl durch die frühern Beobachtungen *Bernard's* als durch die neuern Untersuchungen *Bidder's* und *Schmidt's* zu dem Resultate gelangt, dass dem Speichel trotz seiner energischen Einwirkung auf das Stärkmehl und trotz seiner reichlichen Absonderung doch kein erheblicher Einfluss auf die Verdauung jenes Stoffs beizumessen ist. Der Speichel wird daher im Thierkörper wohl vorzugsweise andern und zwar hauptsächlich mechanischen Zwecken dienen müssen. Ausser den bereits oben angedeuteten Zwecken dieser Art setzen *Bidder* und *Schmidt* eine Hauptaufgabe der Speichelsecretion noch darein, dass sie einen beständigen Wechsel der wässrigen Flüssigkeiten innerhalb des lebenden Organismus zu unterhalten bestimmt sei. Die Richtigkeit dieser Ansicht werden wir erst hinlänglich anzuerkennen im Stande sein, wenn von dem thierischen Stoffwechsel und dem Ernährungsprocesse im Allgemeinen die Rede sein wird.

Wright legt einen besonders hohen Werth auf die Alkalescenz des Speichels theils während des Einspeichelns, theils während der Magenverdauung; er schreibt ihm daher noch eine zweite chemische Function zu, nämlich: die in den Magen gebrachte oder dort gebildete übermässige Menge von Säure zu sättigen. Die Thatsache, dass nach dem Genusse saurer Speisen ein alkalischerer Speichel abgesondert wird, ist ganz unläugbar; allein dasselbe geschieht auch nach dem Genusse gewürzter Speisen, spirituöser Getränke und andrer Stimulantien, die nicht, wie die Säuren, durch das Alkali des Speichels gesättigt oder gebunden werden können. Dass der Zweck dieser Absonderung auf Sättigung der freien Säure hinausgehe, dürfte daher um so mehr zu bezweifeln sein, da im Allgemeinen nach den bisherigen Erfahrungen ein Plus von Säure im Magen der Verdauung der stickstoffhaltigen Körper weniger nachtheilig zu sein scheint, als ein Minus derselben. Wir können daher für jetzt nur so viel zugeben, dass, da der Speichel constant während oder nach dem Essen alkalischer wird, ja selbst in den Fällen, wo er im nüchternen Zustande sauer war, und da seine Alkalescenz besonders nach schwerverdaulichen oder scharfen Stoffen zunimmt, dieses Alkali wohl mit zur Erfüllung der Zwecke des Speichels beitrage; wie dies aber das Alkali vermöge, dies müssen wir zur Zeit dahingestellt sein lassen.

Wright stützt seine Behauptung besonders auf die an sich selbst gemachte Erfahrung, dass, wenn er nach einer reichlichen Mahlzeit immerwährend ausspuckte, sich bei ihm eine copiöse und schmerzhaft Acidität im Magen einstellte (also wohl Sodbrennen?).

Auf andere Kohlenhydrate, ausser Stärkmehl, äussert der Speichel keine umwandelnde Kraft; Rohrzucker, Gummi, Pflanzenschleim und Cellulose bleiben im Speichel völlig unverändert; nur bei den Zuckerarten beobachtet man, wiewohl erst nach längerer Digestion bei höherer Temperatur Milchsäure- und endlich auch Buttersäurebildung.

Auf eiweissartige oder leimgebende Nahrungsmittel ist der Speichel ohne alle Einwirkung; er vermag höchstens dieselben gleich reinem Wasser aufzulockern und sie der Einwirkung des Magensaftes zugänglicher zu machen.

Wright glaubte sich durch zahlreiche Versuche überzeugt zu haben, dass Fleisch mit Speichel digerirt weit mehr corrodirt und aufgelockert werde, als bei Digestion mit Wasser; aus diesen und ähnlichen Versuchen schloss er, dass der Speichel wesentlich mit zur Verdauung der Animalien beitrage; allein genauere und öfter wiederholte Versuche von *Jacobowitsch* sowohl als von *Frerichs* haben diese Ansicht als durchaus irrig erwiesen.

Bernard und *Barreswil*¹⁾ glaubten sich nach einigen von ihnen ausgeführten Versuchen zu folgendem Ausspruche berechtigt: Le suc gastrique, le fluide pancréatique et la salive renferment un même principe organique, actif dans la digestion: mais c'est seulement la nature de la réaction chimique, qui fait differer le rôle physiologique de chacun de ces liquides, et qui determine leur aptitude digestive pour tel ou tel principe alimentaire.

Hätten nicht die vortrefflichen Versuche von *Jacobowitsch*, sowie die von *Frerichs* diese Ansicht völlig widerlegt, so würde jeder sich von deren Unhaltbarkeit leicht durch einfache Wiederholung der von *Bernard* und *Barreswil* angestellten Versuche überzeugen können.

Liebig hat den Gedanken ausgesprochen, dass der Speichel vermöge seiner Geneigtheit zur Schaumbildung dazu bestimmt sei, atmosphärische Luft in den Magen und Darmcanal überzuführen. Nun hat zwar *Wright* und nach ihm Andere erwiesen, dass durch Auswerfen erhaltener (also hinlänglich mit Luft in Berührung gekommener) Speichel Amylon auch ohne weitem Sauerstoffzutritt umwandle, und *Valentin*²⁾ ganz richtig hervorgehoben, dass zur Verdauung der Animalien durch Magensaft kein Sauerstoffzutritt nöthig sei, Thatsachen, die man gegen *Liebig's* Ansicht hat geltend machen wollen: allein man hätte erwägen sollen, dass die eben bezeichneten Versuche keineswegs mit der Genauigkeit und in der Absicht angestellt worden sind, um allen Sauerstoffzutritt auszuschliessen, und dass sie deshalb *Liebig's* Behauptung gar nicht zu widerlegen im Stande sind; dazu kommt, dass wir gewisse Processe, z. B. die Weingährung, kennen, bei denen nur die genauesten Versuche die Nothwendigkeit eines geringen Zutritts von Sauerstoff nachzuweisen vermochten. Uebrigens spricht die Thatsache, dass nur gemischter Speichel, d. i. zugleich solcher, der mit atmosphärischer Luft in Berührung war, Stärkmehl umzuwandeln vermag, gewiss eher für als gegen *Liebig's* Meinung. Und wenn auch in der That der mit dem Speichel unfehlbar in die ersten Wege übergehende Sauerstoff auf die Verdauung im Magen ohne allen Einfluss sein sollte, so ist der Nutzen des Sauerstoffs im Darmcanale doch leicht zu begreifen, wenn auch noch nicht speciell nachzuweisen. Dass Gase im Darmcanale vorkommen, wissen wir, so auch, dass diese Gase reich an Kohlensäure, oft auch an Wasserstoffverbindungen sind; die Bil-

1) *Bernard* und *Barreswil*, Compt. rend. T. 21, p. 88.

2) *Valentin*, Lehrb. d. Physiol. des M. Bd. 1, S. 286.

Lehmann phys. Chemie. II.

dung der letztern, die bei ihrem Uebergange ins Blut sehr nachtheilige Folgen äussern müssten, wird und muss durch die Gegenwart freien Sauerstoffs ausserordentlich beschränkt werden. Nach den Gesetzen des Gasaustausches muss durch die Gegenwart von Sauerstoff im Darne dem Blute weniger Sauerstoff entzogen und demselben weniger Kohlensäure und Wasserstoff zugeführt werden.

Für eine der vorzüglichsten Functionen des Speichels erklärt *Wright* auch die vermeintliche Fähigkeit desselben, als nothwendiger Reiz für den Magen zu dienen, vermöge dessen der Digestionsprocess mächtig gefördert werde. Wir haben uns schon oft gegen die dynamischen Erklärungen physiologischer Erscheinungen ausgesprochen; unsre Ansicht ist die, dass ohne Chemismus auch die Nervenwirkungen nicht von Statuten gehen können, dass also immer, wenn das Dynamische sich auf das Nervensystem beziehen soll, bestimmte chemische Beziehungen zum Erweise einer solchen Wirkung geltend gemacht werden müssen. Am wenigsten dünkt es uns aber passend, dem immerhin unlautern Begriff »Reiz« in der physiologischen Chemie irgend eine Geltung zu gestatten. Wurde frischer Speichel durch die Magenfistel in den Magen eines Hundes gebracht, so bemerkte ich eine nicht mehr und nicht minder reichliche Absonderung von Magensaft, als wenn andere schleimige Flüssigkeiten in den Magen gebracht wurden; einen eigenthümlichen Reiz kann man bei solchen Versuchen nicht beobachten; noch weniger dürfte aber der Reiz des Speichels zur Magenverdauung nothwendig sein, da feste Substanzen und hauptsächlich stickstoffhaltige Nahrungsmittel an und für sich eine weit reichlichere Absonderung von Magensaft veranlassen, als reiner Speichel.

Wright brachte in den Magen hungernder Hunde durch eine Caoutchoukröhre 3 bis 40 Unzen Speichel; er beobachtete dann nach 40 Minuten Contraction der Bauchmuskeln, Unruhe, Würgen und Erbrechen. Ich brachte allerdings höchstens nur 2 Unzen frischen menschlichen Speichels in den Magen eines Hundes durch die Fistel, fand aber keine der von *Wright* erwähnten Erscheinungen; selbst 6 Unzen Parotidenspeichel des Pferdes vertrug der Hund sehr gut. Auf das Erbrechen ist bekanntlich bei Hunden nicht viel zu geben, da diese bei den geringsten Veranlassungen sich erbrechen und oft das Erbrochene wieder fressen und gut vertragen. Die Menge Speichel, welche *Wright* verwendete und die nicht so schnell gesammelt werden konnte, deutet schon darauf hin, dass *Wright's* »normaler Speichel« wahrscheinlich schon in Zersetzung übergegangen war und deshalb jene abnormen Erscheinungen bei Hunden veranlasste.

Wright untercheidet übrigens noch passive Functionen des Speichels: a) er unterstützt nämlich den Geschmackssinn; b) er begünstigt den Ausdruck der Stimme; c) er reinigt die Mundschleimbaut und stillt den Durst (?).

Am Schlusse der Betrachtung des Speichels können wir nicht ganz unerwähnt lassen, dass *Wright* die alte von *Eberle*¹⁾ und *Hünefeld*²⁾ noch gehegte Ansicht, dass

1) *Eberle*, Physiol. der Verdauung. Würzburg 1834. S. 28.

2) *Hünefeld*, Chemie u. Medicin. S. 52.

Speichel, namentlich wüthender Thiere oder zorniger Menschen, ins Blut gebracht, eine Anzahl höchst bedenklicher krankhafter Symptome und darunter besonders Hydrophobie hervorrufe, durch Experimente erwiesen zu haben glaubte, indem er Thieren Speichel ins Blut injicirte. Mit *Prinz* von mir an Hunden mit menschlichem und Pferdespeichel angestellte Versuche, die ziemlich in der Weise von *Wright*, nur mit filtrirtem Speichel angestellt wurden, liessen nie an Hunden, selbst wenn sie erkrankten, das Symptom der Wasserscheu wahrnehmen, und noch weniger gelang es uns, bei den Sectionen solcher Thiere ähnliche pathologisch-anatomische Erscheinungen (namentlich nicht im Magen der Thiere) zu erkennen, wie man sie bei den Sectionen wirklich toller Hunde zu finden pflegt. *Jacobowitsch*¹⁾ hat aber auch diesem Gegenstande eine genauere Aufmerksamkeit gewidmet und sehr sorgfältige Versuche angestellt, welche nicht nur die Behauptungen *Wright's* widerlegten, sondern auch gleichzeitig die Gründe der durch jene Versuche veranlassten Irrungen darlegten. Die Resultate der Versuche von *Jacobowitsch* sind nämlich folgende: Menschlicher Speichel, selbst in grösster Menge in den Magen von Hunden gebracht, bringt durchaus keine krankhaften Erscheinungen hervor; nicht filtrirter Speichel in die Venen injicirt bedingt Erstickungserscheinungen, filtrirter Speichel (frei von Epithelien oder andern morphologischen Theilen, die die Capillargefässe des kleinen Kreislaufs verstopfen könnten) kann ohne Nachtheil injicirt werden. Beim Tabakrauchen gesammelter Speichel enthält empyreumatische Substanzen, welche, wenn Speichel in den Magen oder in die Venen gebracht wird, Erscheinungen von Narkose hervorrufen. *Hertwig*²⁾ hat aber durch viele Versuche nachgewiesen, dass selbst der Speichel wuthkranker Hunde, wenn er andern Thieren in den Magen gebracht oder eingeimpft wird, die Wasserscheu zu erzeugen nicht vermöge.

M a g e n s a f t .

Die Flüssigkeit, welche sich im Magen ansammelt, wenn Speisen in denselben gelangen, ist im reinen (d. h. von Speiseresten abfiltrirten) Zustande vollkommen klar und durchsichtig, dünnflüssig, fast gänzlich farblos (der von Hunden meist etwas blassgelblich, der von Schaafen hellbräunlich), höchstens sehr schwach gelblich gefärbt, von sehr schwachem, eigenthümlichem Geruche und kaum bemerkbarem, salzig-säuerlichem Geschmacke, wenig schwerer als Wasser; morphologische Elemente sind in ihm nur spärlich wahrzunehmen; sie bestehen theils aus unveränderten Zellen der Magensaftdrüsen, theils aus deren Kernen, theils auch aus feiner moleculärer Materie, die durch Zerfallen jener Elemente entstanden ist. Ihre Reaction ist sehr sauer; durch Kochen wird sie nicht getrübt; bei Neutralisation mit Alkalien ist zuweilen eine geringe Trübung zu bemerken. Vor den meisten andern thierischen Flüssigkeiten zeichnet sich der Magensaft dadurch aus, dass er sehr lange Zeit unzersetzt bleibt, und, selbst wenn Schimmelbildung eingetreten ist, immer noch seine wesentlichste Eigenschaft, d. i. sein Verdauungsvermögen, beibehält.

1) *Jacobowitsch*, a. a. O. S. 42—47.

2) *Hertwig*, Beiträge z. nähern Kenntniss d. Wuthkrankheit. Berlin 1829. S. 456.

Die beste Methode, sich möglichst reinen Magensaft zu verschaffen, ist die: Hunden, denen man künstlich Magen fisteln beigebracht hat, leicht zu zerkaue Knochen zu fressen zu geben, nach Verlauf von 5 bis 40 Minuten den äusseren Verschluss der Fistel zu öffnen, mittelst Trichters und Sonde den ausfliessenden Saft zu sammeln und diesen durch Filtriren von Schleimflocken und etwaigen Speiseresten zu trennen. Es ist hierbei aber allerdings ein Uebelstand, dass solchem Magensaft immer eine nicht unbedeutende Menge Speichel beigemischt ist. *Bardeleben*¹⁾ versuchte daher, um speichelfreien Magensaft zu erhalten, bei Hunden eine Atresie des Oesophagus zu bilden: allein dieselbe gelang bei der Schwierigkeit der Schleimhäute, mit einander zu verwachsen, nur selten und selbst dann so unvollständig, dass immer noch etwas Speichel in den Magen herabzutreten vermochte. *Bidder* und *Schmidt*²⁾ begnügten sich daher, Hunden mit Magen fisteln die Speichelgänge zu unterbinden. Der Mund- und Nasenschleim, welcher dann noch in den Magen hinabfliesst, pflegt sich gewöhnlich in Form von schäumigen Klumpen auf dem Magensaft zu sammeln, so dass dieser leicht davon befreit werden kann.

Früher kannte man kein andres Mittel, sich Magensaft in einigermaassen brauchbarer Menge zu verschaffen, als dieses: Thiere, die längere Zeit nichts gefressen hatten, zu füttern und sie nach 40 bis 30 Minuten zu tödten. Hat man Knochen, Sehnen oder grössere Stücke Fleisch gefüttert, so findet man im Magen des Thieres in der Regel einen Magensaft, der zur Untersuchung recht wohl verwendbar ist, da er alle Eigenschaften eines anderweit gesammelten, normalen Magensaftes besitzt; haben die Thiere vorher lange gehungert, so pflegt etwas mehr Schleim beigemischt zu sein; eine andere Verschiedenheit habe ich nicht gefunden. *Tiedemann* und *Gmelin* haben nur so gesammelten Magensaft zu ihren Untersuchungen benutzt, indem sie jedoch anstatt der genannten Nahrungsmittel auch reizende oder unlösliche Substanzen (Pfefferkörner, Kieselsteine) benutzten.

Zu bemerken ist, dass diese Methode bei Carnivoren und Omnivoren sehr gut anwendbar ist, nicht aber bei Herbivoren (wenn diese auch nicht wiederkäuend sind); denn bei letztern, namentlich Kaninchen, findet man oft auch nach dem längsten Hungern (selbst wenn man sie durch Inanition getödtet hat) den Magen immer noch von Nahrungsresten einigermaassen erfüllt; man erhält daher auf die vorerwähnte Weise nie einen reinen, nur speichelhaltigen, Magensaft. Es versteht sich übrigens von selbst, dass diese Methode deshalb nicht sehr brauchbar ist, weil man nach ihr immer nur wenig Magensaft gewinnt, und eine grössere Anzahl von Thieren getödtet werden muss, um eine zur Untersuchung ausreichende Menge zu erhalten.

Spallanzani, *Braconnot*, *Leuret* und *Lassaigne* verschafften sich, ohne die Thiere zu tödten, dadurch Magensaft, dass sie ihnen Schwämme verschlucken liessen, die an einer Schnur befestigt, nach einiger Zeit wieder aus dem Magen der Thiere herausgezogen werden konnten. Obgleich die genannten Forscher mittelst dieser Methode manche schöne Beobachtung gemacht und überhaupt viel Aufklärung über den räthselhaften Verdauungssaft verbreitet haben, so liegen doch die Misslichkeiten, welche diese Methode mit sich bringt, wohl so auf der Hand, dass wir dieselben nicht erst nambaft zu machen brauchen. Das Misslichste aber ist, dass hier-

1) *Bardeleben*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 8, S. 7—9.

2) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte u. Stoffwechsel. S. 84.

durch nicht nur ein sehr unreiner Magensaft gesammelt wird, sondern dass die gewonnene Menge ebenfalls nur sehr gering ist.

Die dritte und beste Methode ist die oben erwähnte, welche auf Anlegung künstlicher Magen fisteln beruht. Nachdem *Beaumont*¹⁾ nämlich an einem Manne, bei dem sich in Folge einer Schusswunde eine Magen fistel gebildet hatte, die vortrefflichsten und entscheidendsten Beobachtungen über die Magenverdauung angestellt hatte, kam *Blondlot*²⁾ zuerst auf den Gedanken, solche Fisteln bei Hunden zu erzeugen. Die Anlegung jener Fisteln ist mir wenigstens keineswegs so leicht geworden, wie dies *Blondlot* beschreibt. Es können eine Menge Fälle eintreten, durch welche ein glückliches Resultat der Operation verfehlt wird. Besonders hebe ich hervor, dass die Hunde die Ligatur und das Klötzchen, an welchem der durch den Magen gehende Drath befestigt ist, in der Regel abkauen und den Drath herauszerren, so dass eine Ruptur des Magens entsteht, deren Folgen unfehlbar den Tod des Thieres mit sich bringen. Oft hilft hiergegen die bestangelegte, verkleisterte Bandage nichts, wenn man das Thier nicht geradezu so festbindet, dass es sich nicht bewegen kann. Dieses grausame Verfahren muss aber ziemlich lange fortgesetzt werden, da die spätere Anwendung von Pressschwämmen zur Erweiterung der Fistel gleiche Vorsichtsmaassregeln erfordert. Ich kann daher aus eigener Erfahrung nur die von *Bardleben*³⁾ angegebene Methode zur Anlegung solcher Fisteln empfehlen, durch welche die erwähnten und noch viele andere Uebelstände des *Blondlot*'schen Verfahrens vermieden werden. Durch *Bidder* und *Schmidt* ist die Methode von *Bardleben* noch sehr vereinfacht und verbessert worden.

Man verfährt darnach am besten auf folgende Weise: von dem Processus xiphoides schneidet man nach dem Nabel hin 2 Zoll gerade in der Linea alba ein, öffnet nach vollständiger Trennung der Bauchdecken das Peritoneum in einer gleichen Länge und fasst dann mit 2 Fingern den Magen (der, wenn das Thier kurz vorher etwas gefressen hat, sehr leicht zu erreichen ist), bildet eine ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll lange Falte (in der nicht zu grosse Blutgefässe verlaufen dürfen), stösst einen zugespitzten Draht von etwa $\frac{1}{2}$ '' Durchmesser durch die Falte und nachdem die Wunde durch Knopfnähte, die natürlich die Bauchmuskeln mit fassen müssen geschlossen ist, werden die Enden des oben erwähnten Drahts über einem in der Mitte eingekerbten Hölzchen zusammengedreht, wodurch die Magenwand an die Ränder der Bauchwunde herangezogen wird. *Bardleben* zieht anstatt des von *Bidder* angewendeten Drahts nur einen Faden durch die Magen falte und befestigt diesen auch an einem Hölzchen. Damit aber dieser Faden die Falte bei der oft sehr heftigen Brechbewegung, wobei der Magen gewaltsam nach innen gezogen wird, nicht durchschneide, zieht *Bardleben* noch einen doppelten Faden durch Bauchmuskeln und Magen falte und bindet die beiden Enden des einen Fadens nach vorn um den künstlichen Magenvorfall, die des andern aber nach hinten um eben denselben fest. Die Wunde erfordert dann keine weitere Behandlung, (die bei dem *Blondlot*'schen Verfahren höchst beschwerlich ist); das Lecken und Knabbern der Hunde schadet nichts, da gerade dadurch die Wunde nur rein gehalten wird. *Bidder* legt, um das Knabbern der Hunde am Hölzchen zu vermeiden, dem Thiere eine Art Leibbinde an, die auf dem Rücken desselben zugebunden und der Sicherheit halber noch an dem Halsbande des Hundes befestigt wird. Das eingeklemmte Stück Magen wird bald (am 3. bis 5. Tage) brandig, stösst sich ab, und die Fistel ist fertig. Weit schwieriger ist es, eine passende Canüle in die Fistel einzubringen, so dass diese weder herausfällt noch zu stark presst, noch auch Flüssigkeit aus dem Magen, wenn sie verschlossen ist, heraustreten lässt. Nach *Bidder* und *Schmidt* ist diese indessen zuweilen ganz entbehrlich. Der Apparat von *Bardleben* besteht aus einer nur an einem Ende mit einem hervorra-

1) *Beaumont*, Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Boston 1834.

2) *Blondlot*, Traité analytique de la digestion, considérée particulièrement dans l'homme et dans les animaux vertébrés. Nancy et Paris 1843.

3) *Bardleben*, Ros. u. Wund. Arch. f. phys. Hlk. Bd. 8, S. 4—7.

genden Rande versehenen Röhre von Argentan, ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll lang (nicht eine einem Doppelknopf ähnliche, wie sie *Blondlot* anwendet); in diese Röhre passen 2 Doppelhaken ein, deren Verbindungsstück so lang ist, wie die Canüle selbst; durch einen gutschliessenden Kork werden diese Haken so an die Wände der Canüle angedrückt, dass ein Herausfallen des ganzen Apparats aus der Wunde unmöglich wird. *Bidder* und *Schmidt* bedienen sich anstatt der Doppelhaken zweier an die äussere Wand der Canüle angepasster Platten, die an einem Ende rechtwinklig umgebogen sind, am andern Ende in einen kurzen mit einem Schraubengange versehenen Cylinder auslaufen. Diese beiden Stücke werden zuerst durch die Fistel so eingesetzt, dass die hakenförmig gekrümmten Enden in die Magenhöhle hineingreifen, zwischen sie wird dann die Röhre eingeschoben, deren Rand auf die vordere Bauchwand zu liegen kommt. Durch die erwähnten Oeffnungen der letztern werden jene beiden cylindrischen Enden durchgeschoben und mittelst einer aufgesetzten Schraubenmutter befestigt. In Bezug der weitem Manipulation muss ich auf *Bardleben's* und *Bidder's* Mittheilungen verweisen.

Der reine, filtrirte Magensaft enthält nur wenig feste Bestandtheile, ich fand 1,05 bis 1,48%, *Bidder* und *Schmidt* aber an wasserfreien Materien (die Salzsäure mit eingerechnet) überhaupt im speichelfreien Magensaft des Hundes durchschnittlich 2,694%, im speichelhaltigen 2,883%, in dem des Schaafs 1,385%.

Berzelius fand in einer Probe des von *Beaumont* gesammelten menschlichen Magensaftes = 1,27% fester Bestandtheile; in dem eines Hundes *Blondlot* = 1,000%, *Leuret* und *Lassaigne* dagegen 1,32, *Frerichs* in dem eines Pferdes = 1,72%. Die oben genannten Zahlen habe ich aus Versuchen mit dem Magensaft verschiedener Hunde entlehnt; jedoch ist zu bemerken, dass der Magensaft beim Eindampfen nicht bloss Wasser, sondern auch verhältnissmässig viel Salzsäure verliert, wie weiter unten aus den dort mitgetheilten Versuchen zu ersehen ist. *Tiedemann* und *Gmelin* fanden daher in dem Magensaft eines Hundes, dem vorher kohlensaurer Kalk beigebracht worden war, (wegen zurückgehaltener Salzsäure und gebildeten Chlorcalciums) 1,95% fester Bestandtheile.

Von den verschiedenen Ansichten und Befunden über die Natur der freien Säure des Magensaftes ist Th. 1, S. 50, 57 u. 104 die Rede gewesen.

Was die Menge der freien Säure betrifft, so habe ich durch Eintrocknen des Magensaftes im Vacuo und Auffangen der entweichenden Chlorwasserstoffsäure in 6 Versuchen 0,098 bis 0,132% gefunden; im Rückstand fand sich alsdann noch 0,320 bis 0,585% freier Milchsäure, so dass, wenn wir nur die Milchsäure als frei bestehend im Magensaft annehmen, darin 0,564 bis 0,908% enthalten sein würden. *Schmidt*, welcher milchsäurefreie Objecte analysirte, fand an freier Salzsäure im speichelfreien Magensaft von Hunden in 9 Analysen 0,245 bis 0,423%, im Mittel = 0,335%, in speichelhaltigem Magensaft in 3 Analysen 0,1708 bis 0,3353%, im Mittel = 0,2337%, im Labmagensaft des Schaafs als Mittel zweier Analysen = 0,1234%. Im Labmagensaft des Schaafs wurde von ihm immer etwas Milchsäure gefunden, die er aber nicht als secernirt, sondern durch Gährung aus Amylon gebildet ansieht.

Es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dass die Menge der freien Säure des Magensaftes ebenso variabel ist, als die des Alkalis im Speichel; indessen sieht jeder ein, der sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigt hat, dass diese Zahlen nur einen ungefähren Begriff von der Menge Säure im Magensaft geben können; denn abgesehen davon, dass der aus einer Magenfistel gesammelte Saft nie ganz rein erhalten wird, so äussert sicher auch die Methode, die Absonderung hervorzurufen, wesent-

lichen Einfluss auf die Constitution des Secrets. Den bezüglichlichen Magensaft sammelte ich von 3 Hunden zu sehr verschiedenen Zeiten und zwar so, dass ich dieselben nach 42stündigem Hungern fettige Knochen fressen liess und 40 bis 25' nachher den Magensaft sammelte; es wurde aber durch Wiederholung des gleichen Verfahrens erst nach und nach die zur Analyse nöthige Menge Magensaft gesammelt, so dass gewissermaassen jede der 6 Bestimmungen ein Mittelresultat gab. Die Summe der freien Säure des filtrirten Magensaftes bestimmte ich dadurch, dass ich denselben durch kohlen-sauren Baryt sättigte und aus dem darnach durch Schwefelsäure gefällten schwefelsauren Baryt die Menge der freien Milchsäure berechnete. *Schmidt's* Bestimmungen sind mit Magensaftproben angestellt, die zu den verschiedensten Zeiten nach Aufnahme der Nahrungsmittel bei vollem und leeren Magen aus der Fistel gesammelt worden waren.

Blondlot glaubte irrthümlicher Weise gefunden zu haben, dass Magensaft kohlen-sauren Kalk nicht zerlege, und schloss hieraus, dass die saure Reaction des Magensaftes nur von saurem phosphorsaurem Kalk herrühren könne, *Dumas, Melsens* und *Bernard* fanden, dass nicht nur kohlen-saurer, sondern auch basisch phosphorsaurer Kalk, ja dass selbst Zink und Eisen unter Wasserstoffentwicklung vom Magensaft aufgelöst werden, Eigenschaften, die eine Lösung sauren phosphorsauren Kalks nicht besitzt. Trotz vielseitiger Widerlegung ist *Blondlot* selbst in neuester Zeit wieder auf seine Ansicht zurückgekommen. Ein Blick auf *Schmidt's* zahlreiche und exacte Analysen widerlegt jene Ansicht völlig und lässt sie nur zulässig erscheinen, wenn im Magen zufällig z. B. nach Genuss von Knochen viel phosphorsaurer Kalk enthalten ist; derselbe verweilt bekanntlich selbst nach Lösung des Knochenknorpels oft sehr lange im Magen und daher kann wohl ein Irrthum, wie der von *Blondlot*, leicht stattfinden; ein solches Verhältniss mag in dem Magensaft obgewaltet haben, von dem *Blondlot* eine ziemlich genaue Analyse mittheilt: trotz dem ist aber in dieser Analyse nur 0,32% Chlorcalcium und 0,60% saurer phosphorsaurer Kalk enthalten, welches eine weit geringere Menge freier Säure anzeigt, als *Schmidt* und ich je im Magensaft des Hundes gefunden haben.

Der feste Rückstand des Magensaftes enthält neben Milchsäure ausserordentlich viel Chlormetalle, und zwar ausser Chlornatrium geringere Mengen von Chlorammonium, Chlorcalcium und Chlormagnesium nebst Spuren von Eisenchlorür.

Als constanten Bestandtheil des Magensaftes erkannte *Schmidt* auch Chlorammonium; seine Menge schwankte im speichelfreien Magensaft des Hundes zwischen 0,0372 und 0,065% (im Mittel 0,047%), im speichelhaltigen zwischen 0,0276 und 0,084%, in dem des Schaafs durchschnittlich = 0,0475%. Der speichelfreie Magensaft des Hundes enthält durchschnittlich 0,4256% fixer Chlorverbindungen, der speichelhaltige dagegen 0,588%; der Speichelzutritt zum Magensaft bedingt namentlich eine Vermehrung des Chlornatriums und Chlorcalciums; von letzterm fand *Schmidt* im speichelfreien nur 0,0624%, im speichelhaltigen dagegen 0,1664%. Der speichelhaltige Magensaft des Schaafs enthält durchschnittlich 0,6% fixer Chlorverbindungen.

Beim Verdunsten des Magensaftes erhält man einen Rückstand, der aus Kochsalzkrystallen besteht, die nur von einer gelblichen, syrupösen Masse befeuchtet sind; die letztere enthält hauptsächlich milchsaures Natron. Die Gegenwart von Eisenchlorür ist fast immer leicht durch Kaliumeisencyanid in dem stark eingedampften Magensaft nachzuweisen.

Phosphorsaurer Kalk ist im filtrirten Magensaft nur in geringen Mengen vorhanden.

4) *Blondlot*, Compt. rend. T. 33, p. 448—454.

An *Phosphaten* (Kalk, Talkerde und Eisenoxyd) enthält der speichelfreie Magensaft des Hundes = 0,2087%, der speichelhaltige = 0,2738%, der des Schaafs = 0,209%.

Das phosphorsaure Eisenoxyd fand *Schmidt* im speichelfreien Magensaft schwankend zwischen 0,002 und 0,049%.

Schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien sind in dem reinen Magensaft nicht nachzuweisen.

Ausser den Mineralsubstanzen finden sich im Magensaft auch einige organische Substanzen, welche jedoch ihrer höchst geringen Menge wegen sehr wenig untersucht sind; nämlich eine in Wasser und absolutem Alkohol lösliche Substanz (sonst Osmazom genannt) und eine nur in Wasser auflösliche, durch Alkohol, Gerbsäure, Quecksilberchlorid und Bleisalze mehr oder weniger vollständig fällbare Materie; die letztere, welche wohl selbst mehr ein Gemeng discreter Substanzen ist, bildet das eigenthümliche Verdauungsprincip, welches beim Kochen seiner Lösung seine Fähigkeit, Proteinkörper und leimgebende Stoffe umzuwandeln, zwar verliert, aber nicht (wie man aus dem Verhalten künstlichen Magensafts früher schloss) beim Erhitzen gleich Eiweiss gerinnt.

Was die *Fermentsubstanz* des Magensaftes betrifft, so erhielt sie *Schmidt* dadurch, dass er Magensaft mit Kalkwasser neutralisirte, dann bis zur Oelconsistenz abdampfte und mit wasserfreiem Alkohol fällte, den Niederschlag in Wasser löste und mit Quecksilberchlorid praecipitirte; in der organischen Materie dieser Quecksilberverbindung fand *Sch.* 53,9% Kohlenstoff, 6,7% Wasserstoff und 17,8% Stickstoff.

An *organischen Materien* wurden von *Schmidt* im speichelfreien wie im speichelhaltigen Magensaft im Mittel der Analysen nur wenig über 1,7% gefunden, an mineralischen aber ungefähr 1,0%.

Das Verhältniss der Mineralbestandtheile des Magensaftes zu den organischen ist ziemlich schwankend; im Magensaft eines Pferdes fand *Gmelin* 1,05% organische und 0,55% anorganische Bestandtheile, *Frerichs* dagegen 0,98% organische und 0,74% anorganische, in dem eines Hundes der letztere 0,72% organische und 0,43% anorganische, ich 0,86% bis 99% organische und 0,38 bis 0,56% anorganische Materie.

In der Constitution des Magensaftes je nach längerer Ernährung der Hunde mit Vegetabilien oder mit Fleisch ist von *Schmidt* kein wesentlicher Unterschied gefunden worden; dass in vier Fällen nach vegetabilischer Kost die höchsten Zahlen für phosphorsaures Eisenoxyd erhalten wurden, kann indessen wohl nicht bloß zufällig sein.

Unter künstlichem Magensaft versteht man eine Flüssigkeit, welche durch besondere Behandlung der Drüsenhaut des Magens mit verdünnter Salzsäure erhalten worden ist, und die Haupteigenschaft mit dem natürlichen Magensaft gemein hat, stickstoffhaltige Nahrungsmittel in lösliche, nicht coagulirbare Stoffe umzuwandeln.

Nachdem *Eberle*¹⁾ zuerst dargethan hatte, dass dem Magensaft auch ausserhalb des thierischen Körpers die Fähigkeit verbleibe, eigenthümliche Veränderun-

1) *Eberle*, Physiologie der Verdauung. Würzburg 1884.

gen der Speisen hervorzubringen, und dass durch Digestion der Magenschleimhaut mit höchst verdünnten Säuren eine Flüssigkeit erhalten werde, welche wahrhaftes Verdauungsvermögen besitze, wurde von *Schwann*¹⁾ nachgewiesen, dass einerseits die Fähigkeit, mit Säuren ein Verdauungsgemisch zu liefern, nur der Drüsenhaut des Magens zukomme, und dass aus dieser sich eine durch Quecksilberchlorid präcipitirbare Substanz darstellen lasse, welche das Verdauungsvermögen in hohem Grade besitze. *Schwann* nannte die letztere Substanz *Pepsin*. *Wasmann*²⁾, der noch ausführlicher als *Schwann* die Quelle des Magensaftes und des fraglichen Pepsins aus dem von ihm sorgfältig untersuchten und beschriebenen Magensaftdrüsen nachwies, suchte auch ein reineres Pepsin darzustellen.

Derselbe verfuhr auf folgende Weise: die Drüsenhaut des Schweinmagens, welche sich hauptsächlich von der grossen Curvatur nach der Cardia hin erstreckt, ward sorgfältig abpräparirt und, ohne zerschnitten zu sein, gewaschen, dann mit destillirtem Wasser bei 30 bis 35° digerirt; nach einigen Stunden die abgeschäumte Flüssigkeit weggeschüttet, die Haut von Neuem mit kaltem Wasser abgewaschen, der Rückstand kalt mit ungefähr 6 Unzen destillirten Wassers digerirt und wiederholt ausgewaschen, bis sich ein fauliger Geruch zu zeigen anfing. Die filtrirte Flüssigkeit war durchsichtig, schleimig und ohne Reaction; dieselbe ward nun mit essigsaurem Bleioxyd oder Quecksilberchlorid gefällt, sorgfältig ausgesüsst und durch Schwefelwasserstoff wieder zersetzt; aus der wässrigen Lösung wurde durch Alkohol das Pepsin in weissen Flocken gefällt.

Das auf diese Weise erhaltene Pepsin bildet trocken eine gelbe, gummiartige, wenig hygroskopische Masse, die in feuchtem Zustande weiss und voluminös ist, sich leicht in Wasser löst, und stets etwas freie Säure zurückhält, so dass es immer Lackmus röthet; durch Alkohol wird es aus der wässrigen Lösung gefällt; Mineralsäuren trüben die Lösung des neutralisirten Pepsins, lösen bei mehr Zusatz von Säure die Trübung wieder auf, und scheiden es bei Ueberschuss von Säure wieder in Flocken aus; durch Metallsalze wird es nur unvollständig gefällt, aber gar nicht durch Kaliumeisencyanür; dagegen soll das Pepsin durch Kochen coagulirt werden, was, wie *Frerichs* nachgewiesen hat, nicht dem Pepsin, sondern dem diesem beigemengten Eiweiss zuzuschreiben ist.

Dieser Stoff besitzt die metamorphosirende Kraft in so hohem Grade, dass nach *Wasmann* eine Lösung, die nur $\frac{1}{60000}$ davon enthält, bei schwacher Ansäuerung coagulirtes Eiweiss in 6 bis 8 Stunden auflöst. Diese Eigenschaft verliert das Pepsin nach *Wasmann* nicht durch Alkohol, wie dies *Schwann* von dem seinigen berichtete; wohl geht sie aber verloren, wenn die Lösung gekocht oder mit Kali vorsichtig neutralisirt wird; in beiden Fällen trübt sich die Flüssigkeit.

Fast gleichzeitig mit *Wasmann* wurden von *Pappenheim*³⁾ und *Valentin*⁴⁾ und später von *Elsässer*⁵⁾ ähnliche Versuche mit künstlichem Magensaft über das verdauende Princip angestellt, die im Allgemeinen zu denselben Resultaten führten; rein für die chemische Analyse konnte das Pepsin jedoch bis auf den heutigen Tag nicht dargestellt werden.

Da sich nach dem *Wasmann*'schen Verfahren dem künstlichen Magensaft immer faulige Theile ebensowohl als verdaute Gewebspartikeln beimischen, so schlug ich⁶⁾ folgenden Weg ein, um eine möglichst reine Verdauungsflüssigkeit zu gewinnen:

1) *Schwann*, Pogg. Ann. Bd. 38, S. 358.

2) *Wasmann*, de digestionem nonnulla, diss. inaug. Berol. 1839.

3) *Pappenheim*, zur Kenntniss der Verdauung. Breslau 1839.

4) *Valentin*, Repert. Bd. 1, S. 46.

5) *Elsässer*, Magenerweichung der Säuglinge. Stuttgart und Tübingen 1846.

S. 68 ff.

6) *Lehmann*, Ber. der Gesellsch. der Wiss. zu Leipzig. 1849. S. 10.

Von dem gehörig gereinigten Magen eben getödteter Schweine ward der Theil der Schleimhaut abpräparirt, welcher hauptsächlich die Magensaftdrüsen enthält.

Da dieses Schleimhautstück noch eine ziemlich dichte Lage von submucösem Bindegewebe oder der sogenannten Gefässhaut enthält, von welcher die Magensaftdrüsen (F. T. 7. F. 2) gewissermaassen zusammengehalten werden, so darf auch dieses nicht unmittelbar zur Darstellung der Verdauungsflüssigkeit verwendet werden, weil sich sonst derselben eine Menge verdauter Leimschubstanz beimengen würde. Gänzlich lässt sich freilich dieser Uebelstand nicht vermeiden, da sich bei jeder Behandlungsweise dem Drüseninhalte heterogene Gewebeelemente beimischen werden. Um aber den Drüseninhalt so rein als möglich zu erhalten, wird das fragile Schleimhautstück, nachdem es ein bis zwei Stunden bei gewöhnlicher Temperatur in destillirtem Wasser gelegen, mit einem stumpfen Messer oder Spatel gelind abgeschabt, wobei man auf der Klinge einen blassgraurothlichen, zähen Schleim erhält; dieser wird in destillirtes Wasser gebracht und unter öfterem Umschütteln 2 bis 3 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen; dann erst wird etwas freie Säure zugefügt und das Gemisch eine halbe bis eine ganze Stunde lang im Brütöfen einer Temperatur von 35° bis 38° C. ausgesetzt. Nach Verlauf dieser Zeit hat die Flüssigkeit viel von ihrer Zähigkeit verloren und ist nur noch wenig getrübt; sie geht leicht durchs Filter und liefert dann eine vollkommen limpide, kaum schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit.

Diese und ähnliche künstliche Gemische können recht wohl dazu dienen, wie auch die Erfahrung sattsam gelehrt hat, verschiedene Bedingungen und Erscheinungen der Verdauung zu erforschen: allein zu Versuchen, das eigentliche verdauende Princip oder den Complex von Stoffen, welcher dasselbe constituirt, von den unwesentlichen Beimengungen möglichst zu trennen und es der chemischen Analyse zugänglich zu machen, sind sie bei weitem weniger geeignet, als der aus dem lebenden Thiere entlehnte Magensaft. Enthält letzterer auch immer etwas Speichel beigemischt, so ist dieser einer genauern Untersuchung des Magensaftes doch bei weitem weniger hinderlich, als das Eiweiss und die verschiedenen Peptone in den künstlichen Verdauungsmitteln. Gelingen es auch das Eiweiss zu entfernen, so würden die Peptone doch in alle Lösungen und alle Praecipitate dem verdauenden Principe folgen. Leider ist dies selbst mit dem natürlichen Magensaft, wiewohl in weit geringerm Grade, der Fall; denn auch dieser ist nie völlig frei von Pepton zu erhalten; es scheint uns aber trotzdem das Bemühen vieler Forscher keineswegs verdammenswerth, durch wiederholte Forschungen das verdauende Princip immer mehr einzukreisen, so dass es endlich gelingen kann, einen chemischen Ausdruck für diese Substanz, sei sie darstellbar oder nicht, aufzufinden. *Frerichs* hat in seiner classischen Abhandlung über die Verdauung auch hier schon den richtigen Weg gefunden, der, wie es scheint, allein noch zum Ziele führen kann, indem er natürlichen Magensaft mit Alkohol fällt; fügt man nicht zu viel Alkohol hinzu, so bleibt der grösste Theil der Peptone und auch des wässrigen Extractivstoffs des Speichels in Lösung, freilich auch etwas Pepsin. Das Praecipitat löst sich ziemlich leicht in Wasser, und wird daraus durch Quecksilberchlorid, Zinnchlorür, basisch essigsaures Bleioxyd und Gerbsäure gefällt, nur unvollständig von neutralem essigsaurem Bleioxyd; beim Kochen trübt es sich nicht, hat mit verdünnter Salzsäure oder Milchsäure versetzt stark verdauende Eigenschaften, verliert dieselben aber gleich dem Magensaft durch Kochen, durch absoluten Alkohol, durch Neutralisation mit Alkalien; in alkalischer Lösung geht es sehr leicht in Fäulniss über, in neutraler ist es namentlich zur Schimmelbildung sehr geneigt; erhält sich aber, angesäuert, sehr lange Zeit unzersetzt, ganz wie nativer Magensaft. *Frerichs* hat nachgewiesen, dass jene durch Alkohol praecipitirten Flocken schwefel- und stickstoffhaltig sind.

Im Betreff der anatomischen *Quellen des Magensaftes* war man längst darüber einverstanden, dass diejenigen schlauchförmigen Magendrüsen, welche mit runden und ovalen Zellen erfüllt sind, den Magensaft vorzugsweise liefern, jene dagegen, welche (mehr nach dem Pylorus hin gelegen) mit Cylindern

sind, zur Bildung des Magensafts wenig oder nichts beitragen (*Wasmann* und besonders *Frerichs*). Neuerdings hat *Goll* unter *Kölliker's* Leitung¹⁾ mit Bestimmtheit erwiesen, dass der Inhalt der erstgenannten Drüsen angesäuerte geronnene Proteinkörper »in kürzester Zeit« auflöst, während dem mit Cylinderepithelien versehenen Magentheile eine solche Fähigkeit fast völlig abgeht.

Eine sehr interessante Ansicht über die Natur des Verdauungsprincipes hat *C. Schmidt*²⁾ aufgestellt; derselbe betrachtete jenes nämlich als eine gepaarte Säure, deren negativer Bestandtheil Salzsäure, deren Paarling aber *Wasmann's* säurefreies oder coagulirtes Pepsin sei; diese copulirte Säure besitze einfacher Weise die Eigenschaft, mit Albumin, Glutin, Chondrin u. s. w. lösliche Verbindungen einzugehen, gleiche aber unter den copulirten Säuren insbesondere der Holzschwefelsäure; wie diese in Dextrin und Schwefelsäure, so zerfalle die *Pepsinchlorwasserstoffsäure* bei 100° in *Wasmann's* coagulirtes Pepsin und Salzsäure; ebensowenig wie jene könne diese aus ihren nähern Bestandtheilen, wenn diese einmal getrennt seien, wieder hergestellt werden. Würde die complexe Säure mit Alkali zusammengebracht, so falle der mit Salzsäure verbunden gewesene Stoff, der Paarling, nieder. Dass ein künstliches Verdauungsgemisch, durch welches nicht mehr verdaut wird, auf Zusatz freier Säure wieder die lösende und verdauende Kraft erlange, glaubte *Schmidt* daher ableiten zu können, dass durch die eben zugesetzte Salzsäure die Pepsinchlorwasserstoffsäure aus ihrer Verbindung mit dem Albumin u. s. w. ausgetrieben würde und so ihre frühern Eigenschaften wieder erlange, während die zugesetzte Salzsäure mit dem Albumin u. dergl. die bekannten löslichen salzsauren Verbindungen eingehe. Durch wiederholten Zusatz von Salzsäure würde ein Verdauungsgemisch oder diese Pepsinchlorwasserstoffsäure die verdauende Kraft bis ins Unendliche bewahren, wenn nicht einerseits die Flüssigkeit sich allmählig mit den gelösten Stoffen sättigte und andererseits die gepaarte Säure selbst sich zersetzte.

Ueber abnorme Bestandtheile des Magensaftes, wie sie unter gewissen physiologischen oder pathologischen Verhältnissen auftreten können, ist sehr wenig bekannt. Wir wissen, dass im normalen Zustande, wenn der Magen leer ist, sich derselbe mit einer Schleimschicht überzieht, welche ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist. Dieser *Schleim* sammelt sich namentlich bei Magenkatarrh in grösserer Menge an und zeigt bei der chemischen Untersuchung wenig Verschiedenheit von dem Schleimsaft anderer Schleimhäute; wie dieser besitzt er das Verdauungsvermögen nach Zusatz freier Säure nur in geringem Grade; dagegen scheint er selbst im Magen zum Theil schon in Zersetzung überzugehen und später bei Zutritt von stärkmehl- oder zuckerhaltigen Speisen abnorme Gährungsprocesse, wie *Essig-*, *Butter-* und *Milchsäuregährung* hervorzurufen; die Magencontenta enthalten dann weit mehr freie Säure, als sich je bei der normalen Verdauung vorfindet. Insbesondere werden durch die Gegenwart von Fett die beiden letztern Gährungsprocesse befördert; es entsteht Sodbrennen, Würgen und Erbrechen. Durch die revulsorischen Bewegungen des Darmtractus wird zugleich Galle in den Magen übergeführt, die der Verdauung ein neues Hinderniss entgegengesetzt. *Gallenstoffe* lassen sich aber eigentlich nicht als abnorme Bestandtheile des Ma-

1) *Kölliker*, Mikrosk. Anatomie. Bd. 2, S. 146.

2) *C. Schmidt*, de digestionis natura etc. Diss. inaug. Dorp. Liv. 1846 und Ann. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 22—24.

gensaftes ansehen, da dieselben gewiss nie aus derselben Quelle, wie der Magensaft hervorgehen: indessen findet man dieselben so häufig, dass ich nur wenig Sectionen gestorbener Menschen und selbst gesunder, eben getödteter Thiere angestellt habe, in deren Magencontentis (namentlich in den nach dem Pylorus zu gelegenen) ich nicht Gallenbestandtheile gefunden hätte.

Bei Sectionen findet man die Magencontenta, zuweilen auch die bei Magenkatarrh ausgebrochenen Massen, auffallender Weise in ihren äusseren Lagen, d. h. denen, welche den Magenwänden zugekehrt waren, völlig neutral, ja sogar alkalisch, während die innern Theile oft sehr stark saure Reaction zeigen; diese für den ersten Blick sonderbare Erscheinung findet leicht darin ihre Deutung, dass mit der mangelnden Absonderung von Magensaft auch die Bewegungen des Magens so gering gewesen sind, dass die Contenta nicht gehörig unter einander gemengt wurden, und dass daher die innern Theile entweder in eine der erwähnten sauren Gährungen übergegangen sind oder die den Speisen ursprünglich eigenthümliche saure Reaction nur beibehalten haben.

Jene schleimigen Massen, die man zuweilen im Magen von Leichnamen vorfindet, rühren jedoch keineswegs immer von einer abnormen Absonderung her, sondern auch von hinabgeschlucktem Mundschleim u. dergl. Denn abgesehen davon, dass man darin oft sehr grosse Mengen Pflasterepithelien findet, die nur aus der Mundhöhle herrühren können, so sieht man auch oft bei mit Magen fisteln versehenen ganz gesunden Hunden die innere Magenoberfläche mit einem an Pflasterepithelien reichen Schleim überzogen.

Es scheint, als ob in dem Thierkörper heterogene Stoffe wie durch die Speicheldrüsen, so auch durch die Magensaftdrüsen wiederholt einen Kreislauf machten, ehe sie durch die Nieren abgeschieden oder vorher anderweit verändert werden. Darauf deuten wenigstens die Versuche von *Bernard*¹⁾, der Rhodankalium und Eisenchloridlösung in verschiedene Venen desselben Hundes injicirte und erst im Magensaft die Bildung von Eisenrhodanid beobachtete.

Am bekanntesten ist die Beobachtung, dass *Harnstoff* bei *Uraemie* oder *Exstirpation* der Nieren von den Magensaftdrüsen mit ausgesondert wird.

Seit *Nysten* (vergl. d. 4. Th. S. 466) ist die Erfahrung öfter gemacht worden, dass in den bei *Uraemie* als Folge von *Bright'scher Krankheit* oder der *Cholera* ausgebrochenen Massen sich *Harnstoff* vorfand. *Bernard* und *Barreswil*²⁾ haben in dieser Hinsicht ein paar interessante Versuche angestellt. Sie fanden nämlich nach der *Exstirpation* der Nieren bei Hunden, dass im Anfange der *Harnretention* im Blute mit dem Magensaft kein *Harnstoff*, dagegen sehr viel *Salmiak* ausgeschieden wurde, ohne dass der *Magensaft* etwa minder sauer als normaler gefunden wurde; dagegen war es bemerkenswerth, dass hier der *Magensaft* ohne den Reiz durch *Nahrungsmittel*, also im nüchternen Zustande der Hunde, in reichlicher Menge ausgesondert worden war. Im Blute fanden sie, so lange der *Magensaft* sauer blieb, keinen *Harnstoff*; derselbe fand sich jedoch im Blute, sobald sich am Hunde erheblichere krankhafte Symptome einstellten; in diesem letztern Falle wurde nur wenig

1) *Bernard*, Arch. génér. de méd. T. XI, p. 340.

2) *Bernard* und *Barreswil*, Arch. génér. de méd. 1847. p. 449—465.

Magensaft und zwar rein alkalischer abgesondert, der viel kohlensaures Ammoniak enthielt.

Ich habe zweimal Ausgebrochenes untersucht und darin Harnstoff gefunden, ohne dass an den Kranken die Erscheinungen der Uraemie beobachtet worden waren; das Ausgebrochene hatte deutlichen Harngeruch und enthielt auch Harnsäure; es stellte sich heraus, dass die Kranken, hysterische Mädchen, ihren eigenen Harn getrunken und Harnretention simulirt hatten. *Rayer*¹⁾ erzählt einen ähnlichen Fall. Entsprechend *Bernard's* Experimenten, findet man sehr gewöhnlich in dem Ausgebrochenen, besonders aber in den Magencontentis der Leiche kohlensaures Ammoniak; bei der zur Cholera oder zur Bright'schen Krankheit sich zugesellenden Symptomengruppe, welche man Uraemie zu nennen pflegt, habe ich die Magencontenta und das Ausgebrochene stets stark alkalisch und zwar sehr reich an kohlensaurem Ammoniak (aber niemals Harnstoff) gefunden. Dagegen muss die Symptomengruppe »Uraemie« doch noch in etwas anderm als in der blossen Zersetzung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak ihren Grund haben; denn wenn ich Katzen oder Hunden verdünnte Lösungen von kohlensaurem Ammoniak in verschiedenen Proportionen injicirte, so traten Convulsionen und bei stärkerer Dosis tetanische Krämpfe ein, die bekanntlich nicht zu den gewöhnlichen Erscheinungen der Uraemie gehören, während bei keinem der beiden sich so leicht erbrechenden Thierarten Vomitus eintrat. Der Magen wurde meist nur schwach geröthet gefunden und am Schleimgehalte desselben keine wesentliche Veränderung beobachtet.

Zur Bestimmung der *tiglich secernirten Quantität Magensaftes* verwendeten *Bidder* und *Schmidt* mit Magen fisteln versehene Hunde, die sie beim Auffangen des Secrets auf die linke Seite legen liessen, damit dem Uebergange eines Theiles Magensaft durch den Pylorus in das Duodenum vorgebeugt würde; übrigens wurde das Secret an verschiedenen sehr weit auseinanderliegenden Tagen und in verschiedenen Stunden nach der letzten Fütterung gesammelt. Bei einem 16 Kilgrm. schweren Hunde, der im Ganzen 12 Stunden lang (also nicht hinter einander) zu 14 Beobachtungen verwendet worden war, wurden 823 grm. Magensaft gesammelt. Ein andrer 12 Kilgrm. schwerer Hund lieferte in 4 Stunden (nach 6 Beobachtungen) 231 grm. Magensaft. Im erstern Falle war von 1 Kilgrm. Hund = 403, im andern = 415 grm. Saft abgesondert worden; man kann also annehmen, dass der Hund mindestens 40% seines Körpergewichts in 24 St. an Magensaft liefert. Ausserdem wissen wir, dass im gesunden Zustande die Absonderung des Magensaftes grossentheils von der Aufnahme der Speisen abhängig ist, und dass gewisse Speisen einen reichlicheren, andre einen weniger reichlichen Erguss des Magensaftes bewirken. Es giebt Substanzen, z. B. Zucker, aromatische Stoffe, Weingeist und Alkalien, welche, in den Magen gebracht, augenblicklich eine fast überströmende Absonderung von Magensaft bewirken, während andre Stoffe, z. B. Animalien, durch die längere Dauer ihres Verweilens im Magen allmählig eine weit grössere Menge Magensaft zu ihrer Umwandlung erfordern.

Ueber die physiologische Function des Magensaftes kann nach dem Gesagten kein Zweifel mehr sein. Der Magensaft dient dazu, die stickstoffhaltigen Stoffe, wie Proteinkörper und leimgebende Stoffe,

1) *Rayer*, *Maladies des reins*. p. 285.

nicht bloß aufzulösen, sondern auch sie zu modificiren. Man glaubte in früherer Zeit, der Magensaft sei nur dazu bestimmt, die unlöslichen und coagulirten Substanzen in die entsprechenden löslichen Stoffe zu verwandeln, die löslichen aber völlig unverändert zu lassen, um sie auf diese Weise der Resorption fähig zu machen und zu erhalten. Hatte man sich später auch davon überzeugt, dass das Casein durch den Magensaft erst coagulirt werde, um durch denselben dann wieder in eine lösliche Materie umgewandelt zu werden, so glaubte man doch, dass das lösliche Albumin keiner Umwandlung bedürfe und einer solchen auch nicht unterliege, um resorbirt oder, wie man sich ausdrückte, assimilirt zu werden (*Tiedemann* und *Gmelin*). Dagegen lehrt uns die positive Untersuchung der Producte, welche aus der Verdauung hervorgehen, dass durch die Einwirkung des natürlichen oder des künstlichen Magensaftes auf Proteinkörper oder leimgebende Substanzen durchaus neue Stoffe gebildet werden, welche zwar in ihrer chemischen Zusammensetzung und manchen ihrer physikalischen Eigenschaften mit ihren Mutterstoffen übereinstimmen, sich aber von diesen nicht bloß durch ihre leichte Löslichkeit (in Wasser und selbst in verdünntem Alkohol), sondern auch durch ihren Mangel an Gerinnbarkeit und Gelatinirbarkeit ebensowohl als durch die Unfähigkeit, mit den meisten Metallsalzen unlösliche Verbindungen einzugehen, wesentlich unterscheiden. Die Bildung dieser Stoffe, die wir Peptone genannt haben (vergl. Th. 1, S. 318), geht durch die Einwirkung des Magensaftes vor sich, ohne dass eine Gasexhalation noch eine Gasabsorption stattfindet, noch dass irgend ein andres Nebenproduct gebildet wird.

Beaumont war der erste, welcher darauf aufmerksam machte, dass auch das nicht geronnene Eiweiß im Magen eine Veränderung erleidet, obgleich *Tiedemann* und *Gmelin* und später *Blondlot* aus ihren Versuchen das Gegentheil schliessen zu müssen glaubten. Man kann sich aber sehr leicht überzeugen, dass Bluteserum ebensowohl als das mit Wasser angerührte und filtrirte Albumin der Eier durch den Magensaft ebenso gut wie durch jede andre verdünnte Säure stark getrübt wird; der Magensaft, sei es natürlicher oder künstlicher, wirkt alsdann allerdings oft wenig oder gar nicht auf das Eiweiß weiter ein, da ja eben durch den partiellen oder totalen Verlust der freien Säure sein Verdauungsvermögen verloren gegangen ist. Setzt man aber von neuem freie Säure zu, so erkennt man (wenn man nicht, wie *Blondlot* für das Eiweiß, zu geringe Mengen Magensaft verwendet hat) die allmähliche Umwandlung des Albumins an der Verminderung der Menge coagulirbarer Substanz; endlich zeigt die Flüssigkeit weder durch Siedehitze, noch durch Salpetersäure, noch sonst durch etwas eine Spur von gewöhnlichem Albumin mehr an. Ganz dieselbe Wahrnehmung lässt sich bei der natürlichen Verdauung machen. Beobachtet man nämlich den Mageninhalt von Hunden, die, mit Magen fisteln versehen, solche Eiweißlösungen verschluckt haben, so ist der Mageninhalt anfangs nur von schwach saurer Reaction (ob klar oder getrübt durch theilweise Praecipitation des Eiweißes lässt sich wegen steten Schleimgehalts der Magencontenta nicht entscheiden); sehr bald aber, schon nach 5 bis 40 Minuten, ist so viel Magensaft abgesondert worden, dass das Alkali des löslichen Eiweißes nicht bloß gesättigt, sondern auch das ganze Verdauungsgemisch stark saure Reaction angenommen hat. Auch hier lässt sich allmähliche Abnahme coagulirbarer Materie nachweisen. Dass aber, wie *Tiedemann* und *Gmelin* beobachteten, ein Theil Albumin uncoagulirt in den Dünndarm auch

im normalen Zustande übergehen könne, ist eine seitdem von jedem sorgfältigen Beobachter und daher auch von *Bidder* und *Schmidt* bestätigte Thatsache. *Mialhe*¹⁾ hat sich auch von der Metamorphose des löslichen Albumins bei der Magenverdauung überzeugt. Was das Verdauungsproduct des löslichen Albumins betrifft, so habe ich mit denjenigen Mitteln, die uns bis jetzt noch zur Analyse dieser so complexen Stoffe, wie die Proteinkörper, zu Gebote stehen, keinen Unterschied zwischen den Peptonen des löslichen und des coagulirten Albumins finden können.

Schwann nannte nach der damaligen Bezeichnungsweise die Stoffe, welche aus der Verdauung des Eiweisses hervorgehen, *Osmazom* und *Speichelstoff*; *Mialhe*, welcher zuerst nachwies, dass ein einziger, leicht löslicher Stoff aus der Verdauung des Albumins oder anderer Proteinkörper hervorgehe, ertheilte diesem den Namen *Albuminose* (vergl. Th. 1, S. 317).

Das Fibrin des Blutes wird vom Magensaft nicht etwa in einer ähnlichen Weise aufgelöst, wie etwa von Salpeterwasser (vergl. Th. 1, S. 333), sondern es wird in eine nicht coagulirbare, lösliche Substanz verwandelt, *Fibrinpepton*.

Dass das lösliche Casein im Magen erst coagulirt werde, ehe es der eigentlichen Verdauung unterliegt, ist eine alte Erfahrung, die namentlich durch die Beobachtung an ausgebrochener Milch und die bekannte Eigenschaft des Kalbsmagens, Casein zur Gerinnung zu bringen, erhärtet wurde. Neuere Beobachtungen konnten dem nichts weiter hinzufügen, als dass das so geronnene Casein im Allgemeinen längerer Zeit zu seiner Auflösung bedarf, als die meisten andern Proteinkörper, und dass auch hier wie bei den andern, die leichtere oder schwerere Verdaulichkeit hauptsächlich von dem Aggregatzustande abhängt, in welchem es ausgeschieden worden ist, daher z. B. nach *Elsässer*¹⁾ das mehr gallertartig gerinnende Casein der Frauenmilch leichter verdaut wird, als das klumpig zäh coagulirte Casein der Kuhmilch.

Globulin, Legumin und andre Proteinkörper verhalten sich meinen Erfahrungen nach bei der natürlichen wie künstlichen Verdauung ganz ähnlich dem Albumin.

Auffallend ist es, dass Glutin, Chondrin und leimgebende Gewebe bei ihrer Verdauung im Magen in Stoffe umgewandelt werden, die in ihren physikalischen und den meisten ihrer chemischen Eigenschaften den Peptonen der Proteinkörper vollkommen entsprechen. Der Grad der Löslichkeit dieser Stoffe ist aber wesentlich von mechanischen Verhältnissen abhängig; bereits gebildeter Leim ist leichter metamorphosirbar, als Zellgewebe; dieses aber bei weitem leichter, als Sehnen und Knorpel; ja letztere pflegen in der Regel nicht so lange im Magen zu verbleiben, um vollkommen verdaut zu werden, sondern gehen selbst grossentheils unverdaut mit den Excrementen wieder ab.

Von der Verdaulichkeit der gemischten Nahrungsmittel und einzelner thierischer Gewebe wird bei der Betrachtung des Verdauungsprocesses im Ganzen die Rede sein.

Folgende Thatsachen sind noch bemerkenswerth rücksichtlich der *verdauenden Kraft* des Magensaftes: dieselbe wird nämlich *aufgehoben*: durch Kochen, durch Sättigung der freien Säure mit Alkalien oder selbst mit phosphorsaurem Kalk, durch schweflige und arsenige Säure, Gerbsäure, Alaun und die meisten Metallsalze; sehr *gehemmt* wird sie durch Alkalisalze oder Sättigung der Flüssigkeit mit Peptonen oder andern organischen, stickstofffreien und stickstoffhaltigen Substanzen. Zusatz von *Wasser* zu einem Magensaft, der sich bereits mit Pepton gesättigt hat, bewirkt, dass derselbe noch eine grössere Menge von Proteinstoffen zu

1) *Mialhe*, Journ. de Pharm. et de Ch. 3 Sér. T. 10, p. 164—167.

1) *Elsässer*, die Magenerweichung der Säuglinge. Stuttg. u. Tüb. 1846.

verdauen im Stande ist; hergestellt bis zu einem gewissen Grade wird das Verdauungsvermögen auch durch erneuten Zusatz *freier Säure*. Zu viel freie Säure ohne die gehörige Verdünnung mit Wasser hebt das Verdauungsvermögen gänzlich auf; das günstigste Verhältniss der freien Säure des Magensaftes ist dieses, dass 100 Th. Flüssigkeit ungefähr durch 1,25 Th. Kali gesättigt würden. Chlorwasserstoffsäure und Milchsäure sind die einzigen Säuren, welche mit dem Pepsin energisch wirkende Verdauungsflüssigkeiten liefern; Schwefelsäure, Salpetersäure und Essigsäure geben mit Pepsin ein nur schwach wirkendes Verdauungsgemisch; Phosphorsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure u. s. w. können in keiner Weise die Stelle der Milchsäure oder Salzsäure bei der Verdauung vertreten. Fette, in gewisser Menge dem Magensaft zugesetzt, beschleunigen die Umwandlung der Proteinkörper in Peptone.

Dass schweflige Säure, arsenige Säure, Gerbsäure u. s. w. die verdauende Kraft des Magensaftes aufheben, wird Niemand Wunder nehmen, dem bekannt ist, dass dieselben Stoffe andre Umwandlungsprocesse und besonders die Gährungserscheinungen alsbald aufheben. Nach den chemischen Eigenschaften des Pepsins, welches sich mit Metallsalzen und andern Stoffen chemisch verbindet, war wohl auch kaum ein anderer Erfolg der Einwirkung jener Stoffe auf die peptische Kraft des Magensaftes zu erwarten.

Dass ohne die freie Säure des Magensaftes keine Verdauung möglich ist, hat insbesondere *Wasmann* hervorgehoben, der ja zu der Ansicht geführt wurde, dass »in solo acido« die verdauende Kraft des Magensaftes liege. Diese letztre Ansicht ist indessen durch die Versuche vieler Forscher hinreichend widerlegt worden; wir erinnern z. B. nur an *Blondlot*, glauben aber gezeigt zu haben, dass die Peptone von den löslichen salzsauren und milchsauren Proteinkörpern wesentlich verschiedene Substanzen sind. Der einfachste Versuch kann übrigens jeden davon überzeugen, dass verdünnte Säuren nicht dasselbe leisten, wie Magensaft.

Schon *Elsässer*¹⁾ hat gezeigt, dass ein Verdauungsgemisch, welches sich bereits mit verdauter Substanz gesättigt und somit seine verdauende Kraft verloren hat, dieselbe zum Theil wieder gewinnt, ebensowohl durch Verdünnung mit Wasser als durch Zusatz freier Säure. Man hat über diese Erfahrungen verschiedene Ansichten aufgestellt (*Elsässer* und *C. Schmidt*), allein es hat mir geschienen, als ob diese Fragen nur durch quantitative Bestimmungen entschieden werden könnten. Ich²⁾ habe deshalb in dieser Rücksicht eine Anzahl von Versuchsreihen angestellt, ohne jedoch bis jetzt zu einer bestimmten in Zahlen ausdrückbaren Formel für diese Verhältnisse zu gelangen.

Elsässer hält nach seinen Erfahrungen in einer künstlichen Verdauungsflüssigkeit 3 bis 4% Salzsäure (also wahrscheinlich 1,2 bis 1,6% Chlorwasserstoff) für das günstigste Verhältniss; neben dieser soll die Menge der festen Bestandtheile in derselben nicht mehr als 1,25% betragen.

Wasmann und andre Forscher schreiben meistens der freien Säure im Allgemeinen die peptische Kraft zu. Meine ausführlichen Versuche haben mich aber zu dem oben bezeichneten Resultate geführt, dass andre Säuren mit dem Pepsin nur sehr schwaches Verdauungsvermögen besitzen, ja dass selbst Salzsäure, in der man phosphorsauren Kalk bis zur Sättigung aufgelöst hat, im Verein mit Pepsin keine verdauende Kraft mehr besitzt.

Ueber die Wirksamkeit der neutralen Alkalisalze, namentlich der Chloralkalien,

1) *Elsässer*, a. e. a. O.

2) *Lehmann*, Ber. d. Akad. d. Wiss. zu Leipzig. 1849. S. 8—50.

bei der Verdauung ist man früher nach dem Ergebnisse positiver Untersuchungen sehr verschiedener Ansicht gewesen. Ich selbst ¹⁾ glaubte früher gefunden zu haben, dass Zusatz von Kochsalz zum Magensaft die Auflösung von Proteinkörpern befördere, allein neuere ausführliche Versuche haben mich gelehrt, dass jede Art von neutralen Alkalisalzen der Verdauung ausserordentlich hemmend in den Weg tritt.

Dass Fette die Umwandlung der Proteinkörper in Peptone sehr befördern, ist bei Versuchen an lebenden Thieren, ferner mit künstlichem, sowie mit natürlichem Magensaft sehr leicht nachzuweisen ²⁾. Auch *Elsässer* hat diese Beobachtung bestätigt.

Aus *Bidder's* und *Schmidt's* zahlreichen Versuchen geht ferner hervor, dass speichelfreier Magensaft den speichelhaltigen an verdauender Kraft erheblich übertrifft, aus dem einfachen Grunde, weil durch den alkalischen Speichel ein Theil der freien Säure des Magensaftes gesättigt wird. Hiermit steht eine andre Erfahrung derselben Forscher in vollster Uebereinstimmung, nämlich die, dass Zusatz von Galle zum Magensaft dessen auflösende Wirkung vollkommen aufhebt, obgleich das Gemisch noch entschieden saure Reaction zeigt.

Diese letztere leicht zu deutende Erfahrung beweist, dass, wenn noch unverdaute albuminöse Stoffe ins Duodenum gelangen, auf sie der Magensaft allen Einfluss verloren hat. Ist auch noch saure Reaction im Duodenum, so rührt diese nicht von freier Salzsäure her, sondern von den durch diese isolirten Gallensäuren. Da diese sehr bald resorbirt oder unlöslich werden, so nimmt man auch nach Fleischgenuss gewöhnlich schon im Jejunum keine saure Reaction mehr wahr.

Was die Quantitäten albuminöser Substanz betrifft, welche von bestimmten Mengen Magensaft aufgelöst zu werden vermögen: so hatte ich gefunden, dass 100 grm. frischen Magensaft vom Hunde durchschnittlich 5 grm. (im Mittel von 8 Versuchen schwankend zwischen 6,14 und 4,317 grm.) geronnenen Albumins zu lösen im Stande seien. *Schmidt* gelangte bei ähnlichen Versuchen zu einer weit geringern Zahl; im Mittel von 27 Beobachtungen stellte sich heraus, dass 100 grm. Magensaft nur 2,2 grm. Albumin auflösten; als höchste Zahl fand *Schmidt* 3,95 grm. Ich schlug zu jenen Bestimmungen denselben Weg ein, den ich bei Anwendung künstlichen Magensaftes befolgt hatte; sollte vielleicht die höhere Zahl, die ich gefunden, durch den Gehalt des frischen Magensaftes an Milchsäure bedingt worden sein, während *Schmidt* nur mit milchsäurefreiem Magensaft operirte. Da im Magen selbst viel günstigere Bedingungen für Auflösung der Proteinkörper wirken und da der aus den Fisteln erhaltene Magensaft vielleicht geringere verdauende Kraft besitzt, als der vom unversehrten Magen abgesonderte, so schliessen *Schmidt* und *Bidder* gewiss mit Recht, dass der Magensaft mehr eiweissartigen Stoffes zu lösen vermöge, als die unmittelbaren Ergebnisse unsrer Versuche aussagen.

Ist nun die Menge des täglich abgesonderten Magensaftes bekannt (s. oben S. 45) und die Quantität Eiweiss, die von einer bestimmten

1) *Lehmann*, a. e. a. O.

2) *Ders.*, *Simon's Beitr.* Bd. 1. S. 22.

Menge Magensafts aufgelöst wird: so wird sich leicht die Menge Albumins ergeben, welche täglich im Magen verdaut zu werden vermag. Da ein Hund auf 1 Kilogramm seines Körpergewichts ungefähr 100 grm. Magensaft absondert, so würde der Hund auf 100 Th. seines Gewichts in 24 St. nur 5 Th. Albumins (trocken berechnet) zu verdauen im Stande sein. Nun bedarf aber nach *Schmidt's* zahlreichen Versuchen ein Hund bei ausschliesslicher Fleischkost, um gut zu bestehen, auf 1000 grm. seines Körpergewichts 50 grm. Fleisch, worin 10 grm. trockner Albuminate; demnach würde der vom Hunde secernirte Magensaft nur ausreichen, um etwa die Hälfte der zur Ernährung des Hundes nöthigen Albuminate zu verdauen, eine Erfahrung, die, so paradox sie nach den bisherigen Ansichten über die Albuminverdauung erscheinen mag, doch mit weiteren zu erwähnenden Beobachtungen im vollkommensten Einklange steht.

Die Erfahrungen der meisten Forscher kommen darin überein, dass der Magensaft ohne bemerkbare Einwirkung auf die gewöhnlichen *stickstofflosen Nahrungsmittel* ist. Die Fette können zwar selbst, wie oben erwähnt, einen Einfluss auf die Verdauung im Magen ausüben, erleiden aber selbst keine nachweisbare chemische Veränderung. Auch Stärkmehl, Gummi und Zucker unterliegen durch reinen Magensaft bei der Wärme der Thierkörpers keiner solchen Umwandlung, die der Verdauung der stickstoffhaltigen Körper an die Seite gestellt werden könnte. Auf das Verhalten der gemischten oder natürlichen vegetabilischen Nahrungsmittel kommen wir bei der Betrachtung des Verdauungsprocesses zurück.

Wenn die Fette auf die Verdauung einen Einfluss ausüben, so ist es nicht wohl denkbar, dass sie durch reinen Contact, d. h. ohne alle eigne Veränderung, diese Wirkung hätten; allein die Menge Fett, welche bei dem Verdauungsprocess auf diese Weise wirkt und modificirt wird, ist so verschwindend klein, dass sie bis jetzt unsern Forschungen entging: es steht aber trotzdem fest, dass der Magen nicht der Ort ist, wo die Verdauung der Fette vor sich geht.

Wir haben bereits oben (S. 33) erwähnt, dass *Bernard* gefunden zu haben glaubte, saurer Speichel verdaue gleich saurem Magensaft Animalien und alkalischer Magensaft gleich alkalischem Speichel Stärkmehl; diese Ansicht ist von *Mialhe* und von *Jacobowitsch* durch positive Versuche widerlegt. Ich habe mich ebenfalls überzeugt, dass weder künstlicher noch natürlicher Magensaft irgend eine Wirkung auf Stärkmehl ausübt, selbst wenn er stark alkalisch gemacht wird. Speichel mit Magensaft gemengt wandelt nach *Jacobowitsch* Stärkmehl in Zucker um, eine Erfahrung, die ich bestätigt gefunden habe, mag das Gemisch sauer, neutral oder alkalisch sein.

Da die Pflanzensubstanzen von Speichel und Magensaft durchdrungen werden, so finden wir sie im Magen aufgeweicht und theilweise aufgelockert; der Magensaft wirkt hier natürlich nur verdauend auf die stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben, während die stickstofflosen Materien im Magen wahrscheinlich nur verarbeitet werden, um im Dünndarme leichter die gewöhnlichen Umwandlungen zu erleiden.

Reiner Magensaft wirkt geradezu den gewöhnlichen Gährungsprocessen entgegen, daher Milchgährung, Essigsäure- und alkoholische Gährung nicht in das Bereich der Magenverdauung fallen, so lange dieser Process ein normaler, ein physiologischer ist. Höchstens dürfte ein Theil in den Magen gebrachten Rohr- oder Milchzuckers in Krümelzucker übergehen, besonders bei Pflanzenfressern.

G a l l e.

Die Galle verschiedener Thiere zeigt nicht vollkommen gleiche physische Eigenschaften; doch stimmen sie in Folgendem ziemlich mit einander überein. Wie gewöhnlich aus der Gallenblase entlehnt, bildet die Galle eine schleimige, fadenziehende, durchscheinende Flüssigkeit von grüner oder brauner Farbe, von bitterem, aber nicht zusammenziehendem, hintennach zuweilen etwas süßlichem Geschmack, von eigenthümlichem Geruche, der namentlich beim Erwärmen der Galle oft lebhaft an Moschus erinnert; ihr specifisches Gewicht schwankt um 1,02; im Wasser vertheilt sich die Galle nur beim Umrühren leicht, sie ist gewöhnlich schwach alkalisch, oft völlig neutral, nur im krankhaften Zustande und zwar da selbst selten sauer. Die gewöhnliche schleimhaltige Galle geht sehr leicht in Fäulniss über, die schleimfreie schwer oder gar nicht.

Frische Galle von Menschen kann man sich höchstens nur aus den Leichnamen eben hingerichteter Verbrecher verschaffen; die Thiergalle gewinnt man gemeinlich aus den Gallenblasen eben getödteter Thiere; bei denjenigen Thieren, welche, wie Hirsche, Rehe und andre keine Gallenblase haben, kann man aus den grössern Gallengängen nur selten die zu einer genauern Untersuchung benötigten Mengen von Galle erhalten. Man hat daher, besonders aber, um die Verhältnisse der Gallensecretion und den Einfluss dieser Flüssigkeit auf die Verdauung zu untersuchen, auch Gallenfisteln angelegt (*Blondlot*¹), *Schwann*²), *Bidder* und *Schmidt*³), *Nasse*⁴).

Solche Fisteln macht man auf die Weise, dass man, ähnlich wie bei Anlegung einer Magenfistel, die Bauchdecken durchschneidet; nur muss man hier den Schnitt etwas länger machen; hebt dann den untern Rand des linken Leberlappens etwas in die Höhe und sucht den Ductus choledochus an seiner Einmündungsstelle ins Duodenum; hat das Thier eine Gallenblase, so unterbindet man am besten jenen Gallengang doppelt und schneidet ein Stück desselben heraus, alle Galle muss nun durch den Ductus cysticus in die Gallenblase sich ergiessen. Letztere wird nun von ihrer Anheftung an der Leber so gut als möglich und so weit als nöthig gelöst, aus der Bauchhöhle hervorgezogen, etwa vorgefallene Darmtheile zurückgebracht und die Wunde, wie bei Anlegung einer Magenfistel, durch starke Knopfnähte geschlossen, die Gallenblase wird alsdann eingeschnitten, und ganz in ähnlicher Weise wie der Magen an die äussern Wundränder befestigt. *Bidder* und *Schmidt* bringen in die Oeffnung der Gallenblase eine kurze Röhre und befestigen jene an diese durch eine Ligatur. Um das Abgleiten zu verhüten, ist jene Röhre an dem in die Blase hineinragenden Theile mit einem wulstigen Rande versehen, an dem äussern Ende aber durchbohrt sie eine biscuitförmige Platte, die ausserhalb der Bauchwunde liegend die Theile in der zum Verwachsen der Gallenblase mit den Bauchdecken günstigen

1) *Blondlot*, Essai sur les fonctions du foie et de ses annexes. Paris 1846.

2) *Schwann*, Müller's Archiv. 1844. S. 127—162.

3) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte und Stoffwechsel. S. 104 ff.

4) *Nasse*, Commentatio de bilis quotidie a cane secreta copia et indole, Progr. Marburgense 1854.

Lage erhält und die Berührung der Galle mit den Wundlippen verhindert. Eine Bauchbinde hält den Hund ab, die ausfliessende Galle aufzulecken. Nach dieser Operation pflegen, da sie weit eingreifender ist, die Thiere öfter in Folge von Peritonitis und Enteritis zu Grunde zu gehen als nach Anlegung einer Magenfistel. Will man den Ductus choledochus unmittelbar nach aussen führen, so ist die Prognose für die Operation noch ungünstiger, zumal da der Canal sich weniger leicht und sicher an den Bauchdecken befestigen läßt.

So wie die Function der Leber und ihres Secretes von jeher die Physiologen zu den verschiedensten und widersprechendsten Ansichten veranlasst hatte und selbst heute noch in ziemliches Dunkel gehüllt ist, so hat auch die Galle schon seit den ersten Anfängen der zoochemischen Analyse den Forschern so viel Schwierigkeiten und Hindernisse in den Weg gestellt, dass erst in neuester Zeit dieses dunkelste Gebiet der ganzen Zoochemie etwas gelichtet erscheint. Nachdem selbst die ausgezeichnetsten Chemiker unsrer Zeit, auf die exactesten Versuche gestützt, zu völlig differenten Resultaten über die Constitution der Galle gelangt waren, dürfte dieselbe doch, nach den neuesten unter *Liebig's* Auspicien ausgeführten Untersuchungen (welche viele der frühern Differenzpunkte aufgeklärt haben) in folgender Weise zu betrachten sein:

Jede Galle enthält zunächst zwei wesentliche Bestandtheile; nämlich einen harzähnlichen und einen färbenden.

Der harzähnliche Bestandtheil ist in der Regel das Natronsalz einer der im 4. Th. S. 207—218 beschriebenen *copulirten Säuren*, deren Paarling *Glycin* oder *Taurin* ist.

Das *färbende Princip* der Galle ist ebenfalls bereits im 4. Th. S. 289 bis 295 beschrieben; auch dieses findet sich an Alkali gebunden in der Galle.

Ein dritter nie fehlender Bestandtheil ist das im 4. Th. S. 256—260 beschriebene *Cholesterin*.

Ausser diesen wesentlichen Bestandtheilen finden sich *Fette* und *fettsaure Alkalien*.

Ferner kommen in der Galle die auch in den meisten andern thierischen Flüssigkeiten enthaltenen *Mineralsalze* vor, hauptsächlich Chlor-natrium, etwas phosphorsaures und kohlsaures Natron, phosphorsaurer Kalk und Talkerde, nebst höchst geringen Mengen von Eisen und Mangan, aber kein schwefelsaures Alkali. Ammoniaksalze werden in frischer, gesunder Galle ebenfalls nicht gefunden. Bemerkenswerth ist aber das von *Bensch* beobachtete, von *Strecker* aber besonders hervorgehobene Verhältniss des Kalis und Natrons in der Galle verschiedener Thiere; die Galle der Seefische enthält fast nur Kalisalze, während die der pflanzenfressenden Säugethiere dagegen fast nur Natronsalze enthält; nach der Nahrung der Thiere sollte man gerade das Gegentheil erwarten. Vom Kupfergehalte der Galle ist im 4. Th. S. 445 die Rede gewesen.

Endlich kommen in der Galle stets grössere oder geringere Mengen von *Schleim* vor. Dieser Schleim ist wie anderer Schleim mit viel Epi-

thelialzellen vermengt; jedoch überwiegt hier der Schleimsaft sehr das Epithelium.

In frischer, normaler Galle findet man ausser den den Schleimhäuten der Gallenwege und der Gallenblase entsprossenen Zellen von Cylinder-epithelium (die oft noch in ihrer natürlichen Formation zusammen gruppiert sind) durchaus keine morphologischen Elemente.

Die Natur der Galle verschiedener Thierclassen ist besonders durch *Strecker*¹⁾ untersucht worden. Bei den meisten Säugethieren scheinen sich Unterschiede nur in den verschiedenen Proportionen zu zeigen, in welchen taurocholsaure und glykocholsaure Salze in den Gallen gemengt sind. In der Galle der *Hunde* fand indessen *Strecker* fast nur taurocholsaures Natron; die Nahrung der Hunde schien dabei ohne allen Einfluss auf die Constitution der Galle zu sein.

Auch die Galle der *Schaafe* ist nach *Strecker* ein Gemeng von viel taurocholsaurem Natron mit verhältnissmässig wenig glykocholsaurem Salze.

Hyocholinsäure ist in keiner andern Galle, als in der der *Schweine* gefunden worden; dagegen hat sich gezeigt, dass der früher von *Strecker* und *Bensch* gefundene geringe Gehalt der Schweinsgalle an Schwefel von einer Hyocholeinsäure herrührt, d. h. dass neben der glycingebenden Hyocholinsäure (Glychycholinsäure) sich auch eine tauringebende Säure, wiewohl in sehr geringer Menge, vorfindet, eine Säure, in welcher das Taurin mit derselben harzigen Säure (C₃₀ H₄₀ O₈ Hyocholalsäure *Str.*) verbunden ist, mit welcher sich Glycin in der Hyocholinsäure vereinigt findet. Merkwürdig ist noch, dass *Strecker* in der durch Salzsäure von Gallensäuren befreiten Schweinsgalle eine schwefelhaltige *sehr starke Base* entdeckt hat, die selbst mit Kohlensäure verbindbar ist.

Die Galle der *Gänse* scheint nach den Untersuchungen von *Marsson* ebenfalls fast nur Taurocholsäure zu enthalten.

In der Galle von *Fischen* (*Gadus Morrhu*, *Pleuronectes maximus*, *Esox Lucius*, *Perca fluviatilis*) fand *Strecker* an harzigen Bestandtheilen fast nur taurocholsaures Alkali mit Spuren von glykocholsaurem Alkali; merkwürdig war dabei, dass die Galle der Seefische mehr Kalisalze, die der Süswasserfische dagegen mehr Natronsalze enthielt.

*Bensch*²⁾ erhielt für den Schwefelgehalt der eingetrockneten Gallen verschiedener Thiere folgende Zahlen: vom Hunde 6,21%, vom Fuchs 5,96%, vom Wolf 5,03%, vom Bären 5,75%, vom Schweine nur 0,32%, vom Kalbe 5,62%, vom Schaafe 6,46%, von der Ziege 5,99%, von Hühnern 5,57% und von Fischen 6,46%.

Das eigentliche Pigment ist noch in der Galle keines Thieres vermisst worden; indessen scheint in den Gallen der fleischfressenden Thiere und Omnivoren, wie des Menschen der braune Farbstoff, *Berzelius'* Cholepyrrhin, vorzukommen, während in der Galle der Vögel, Fische und Amphibien gewöhnlich ein intensiv grüner Farbstoff, Biliverdin, gefunden wird.

1) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 70, S. 449—498.

2) *Bensch*, ebendas. Bd. 65, S. 315.

Die quantitativen Verhältnisse der Gallenbestandtheile sind noch nicht sehr genau untersucht; doch können folgende Angaben als ziemlich der mittlern Zusammensetzung der Galle entsprechend angesehen werden.

Die normale Menschengalle enthält nach *Frerichs*¹⁾ Bestimmungen gerade 14% fester Bestandtheile oder wenig darüber, nach *Gorup-Besanez*²⁾ an zwei Enthaupteten angestellten Versuchen 10,49 und 17,73%; die Rindsgalle dagegen 10 bis 13%; die Schweinsgalle 10,6 bis 11,8% (*Gundelach* und *Strecker*³⁾); indessen mag der Wassergehalt der Galle ebenso wechselnd sein, wie der der meisten andern thierischen Ausscheidungen.

Gorup-Besanez fand in der Galle eines Greises 9,18% und in der eines 13jährigen Knaben 17,49% fester Bestandtheile; ob sonach wirklich im hohen Alter die Galle diluirt ist, als im Kindesalter, müssen erst spätere Untersuchungen entscheiden.

Die organischen Bestandtheile der Menschengalle betragen vom festen Rückstande derselben nach *Gorup-Besanez* 93,6%, nach *Frerichs* ungefähr 87%; ein dem letzteren ganz ähnliches Verhältniss hat man bei Thieren gefunden.

Gorup-Besanez erhielt aus dem Rückstande gesunder Menschengalle 6,14% Asche, *Berzelius* aus dem der Rindsgalle = 12,7% Asche, *Bensch*⁴⁾ aus dem der Kalbsgalle 13,15%, aus dem der Schaafgalle 11,86%, aus dem der Ziegen 13,31%, aus dem der Schweine 13,6%, aus dem des Fuchses 12,71%, der Hühner 10,99%, aus dem von Süßwasserfischen 11,11%.

Unter den organischen Bestandtheilen der Galle überwiegen bei weitem die tauro- und glykocholsauren Alkalien, so dass sie mindestens 75% der festen Bestandtheile der Galle ausmachen.

Gorup fand bei genaueren Bestimmungen im festen Gallenrückstande zweier Enthaupteten nur 55,4 und 60,8% solcher Salze. Die meisten Thiere, deren Galle bis jetzt untersucht ist, enthalten nach den Untersuchungen von *Bensch* und *Strecker* taurocholsaures Natron in überwiegender Menge. Da das taurocholsaure Natron ($\text{NaO} \cdot \text{C}_{32} \text{H}_{44} \text{NO}_{13} \text{S}_2$) = 6% Schwefel enthält, so lässt sich aus dem Schwefelgehalte des nur in Alkohol löslichen Theils jeder Galle die Menge der darin enthaltenen Taurocholsäure ziemlich leicht berechnen. *Schlieper*⁵⁾ fand in gereinigter Schlangengalle (d. h. in dem alkoholischen Extracte derselben) 6,2% Schwefel, *Bensch* in der des Hundes 6,2%, *Strecker* dagegen 5,9%; *Bensch* in der des Fuchses 5,96%, *Strecker* in der des Schaafs, 5,7 bis 5,3%. Es ist hieraus zu ersehen, dass die Gallen dieser Thiere fast nur Taurocholsäure enthalten, während dagegen die Rindsgalle, deren alkoholisches Extract nur 3% Schwefel enthält, Taurocholsäure und Glykocholsäure in ziemlich gleichen Proportionen enthalten wird. Da die Schweinsgalle 0,3 bis 0,4% Schwefel enthält, so lässt sich darnach die geringe Menge der in dieser enthaltenen Hyocholeinsäure oder Taurhyocholinsäure abschätzen.

1) *Frerichs*, Hannov. Ann. Bd. 5. H. 4 u. 2.

2) *Gorup-Besanez*, Untersuch. üb. d. Galle. Erlangen 1846. S. 44 und Prager Vierteljahrschr. Bd. 4, S. 86—94.

3) *Gundelach* und *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62, S. 205—222.

4) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 245.

5) *Schlieper*, ebendas. Bd. 60, S. 109.

Ueber die Mengen des in der Galle enthaltenen Pigments, des Cholesterins und der Fette und Fettsäuren fehlt es fast gänzlich an genaueren Bestimmungen.

Nur *Gorup-Besanez* hat die Fette in menschlicher Galle genauer bestimmt, er fand einmal 80,4%, das andre Mal 26,7% Fett und Cholesterin in dem festen Rückstande normaler Galle.

Auch die quantitativen Bestimmungen der Mineralbestandtheile der Galle sind nicht der Art, dass sie uns ein grosses Zutrauen zu ihrer Richtigkeit einflössen könnten; fest steht nur, dass sich eine den harzigen Säuren aequivalente Menge Natron oder Kali vorfindet; allein auch der Farbstoff und die Fettsäuren sind an Alkalien gebunden; die gewöhnliche Aschenanalyse führt aber keineswegs zu dem Resultate, dass alles an organische Materie gebundene Alkali genau bestimmt wäre. Fast nur die Asche der Rindsgalle ist genauer untersucht; es finden sich darin nach *Weidenbusch*¹⁾ 27,70% Chlornatrium, ungefähr 16% dreibasisch phosphorsaures Natron, 7,5% dreibasisch phosphorsaures Kali, nur 3,025% basisch phosphorsaurer Kalk, 1,52% basisch phosphorsaure Talkerde, 0,23% Eisenoxyd und 0,36% Kieselsäure.

Dass die Galle, wenigstens die der Rinder, kohlen-saures Alkali praeformirt enthält, davon habe ich mich in ähnlicher Weise, wie von der Gegenwart desselben Salzes in frischem Blute, überzeugt; bringt man nämlich Galle unter der Luftpumpe durch Evacuiren zum Sieden, setzt zu der so gasfrei gemachten Galle Essigsäure und evacuirt von Neuem, so entwickeln sich schon beim ersten Pumpenzuge sehr grosse Mengen Kohlensäure.

Ich muss hier bemerken, dass zu diesem Versuche ganz frische, durch Alkohol von Schleim befreite Galle angewendet wurde, welche mit Essigsäure keine Ausscheidung feiner Molecüle gab, durch welche die Bildung von Wasserdampfblasen gegenüber der säurefreien Galle hätte erleichtert werden können. Der Versuch ist übrigens auch in der Weise leicht ausführbar, dass man angesäuerte und säurefreie Galle gleichzeitig in das Vacuum bringt, wo dann der Unterschied noch deutlicher vor Augen tritt. In 100 Th. frischer Rindsgalle fand ich in zwei quantitativen Bestimmungen 0,0846 bis 0,1124 Th. einfach kohlen-saures Natron.

Wir werden hier wieder auf die Unsicherheit der Aschenanalysen geleitet: das in der Galle an organische Substanzen gebundene Natron sollte in der Asche als kohlen-saures Natron erscheinen; allein solches findet sich gerade nur in der geringsten Menge; denn der grösste Theil des Natrons wird durch die bei der Verbrennung der Taurocholsäure und des Schleims gebildete Schwefelsäure gesättigt; dieser Schwefelsäuregehalt der Asche ist aber wiederum je nach der Art des Einäscherns höchst variabel. Frische Galle enthält aber nach den Untersuchungen aller neuern Forscher kaum Spuren von Schwefelsäure. Ein Theil jenes Natrons aber, welches an organische Substanzen gebunden war, geht in der Asche an das phosphorsaure Natron über, welches höchst wahrscheinlich praeformirt in der Galle, aber als gewöhnliches phosphorsaures Natron ($= \text{Na}_2 \text{H P}$) enthalten ist. So ist leicht einzusehen, dass man selbst unter gewöhnlichen Verhältnissen gar kein kohlen-saures Natron in der Asche der Galle finden kann.

1) *Weidenbusch*, Poggend. Ann. Bd. 76, S. 386.

In normaler Menschengalle hat *Frerichs*¹⁾ 0,20 bis 0,25 % Chlornatrium und eine gleiche Menge phosphorsaures Natron gefunden; *Theyer* und *Schlosser* in der Rindsgalle = 3,56 % Chlornatrium.

Die Bestimmung der Menge des Schleims in normaler Galle ist durchaus ungenau, da man gewöhnlich aus der Gallenblase entlehnte Galle untersucht hat, die durch Pressen und Drücken der Blase entleert wurde, wobei immer grössere Mengen von Epithelium mit in die Galle übergehen. In Rindsgalle, wo dieser Uebelstand möglichst vermieden war, fand ich nur 0,134 % Schleim; in menschlicher Galle = 0,158 %. *Gorup* fand in menschlicher Galle 1,45 bis 2,24 % Schleim mit Pigment.

Ueber *Veränderungen*, welche die Galle *unter rein physiologischen Verhältnissen* erleiden kann, ist sehr wenig bekannt. Ueber die Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften und der Zusammensetzung, welche die frisch abgesonderte Galle von derjenigen zeigt, welche längere Zeit in der Blase verweilt hat, sind wir besonders durch *Bidder* und *Schmidt* aufgeklärt worden. Die frische Galle von fleischfressenden Thieren (Hunden, Katzen, Krähen) ist gelb bis gelbbraun, bei Pflanzenfressern (Kaninchen, Schaafen, Gänsen) grün; die Farbe der *Blasengalle* neigt dagegen bei Thieren, wo die *Lebergalle* gelb oder braun ist, stets mehr oder weniger ins Grüne und ist, wenn die Thiere z. B. nur seit zwanzig Stunden nichts gefressen haben, intensiv grün, wogegen sie 2½ bis 3 Stunden nach dem Fressen (wie *Bidder* und *Schmidt* gefunden) stets ebenso hellgelb oder gelbbraun gefunden wird, als die Lebergalle. Da die Lebergalle an der Luft allmählig grün wird und durch Desoxydationsmittel aus der grünen die gelbe Farbe wieder hergestellt werden kann, so ist kein Zweifel, dass diese Farbenveränderung auf einer Oxydation beruhe, und dass die in der Blase verweilende Galle durch das vorüberströmende Blut mit soviel Sauerstoff imprägnirt werde, um jene Farbenveränderung zu bedingen.

Allein das *längere Verweilen* der Galle *in der Blase* bedingt nicht allein eine partielle Oxydation dieses Secrets, sondern auch eine stärkere Concentration; eine Thatsache, die neben den zahlreichen Beobachtungen *Bidder's* und *Schmidt's* auch von *Nasse* bestätigt worden ist. Nach erstgenannten Forschern enthält das frische Lebersecret von Katzen, Hunden und Schaafen durchschnittlich 5% fester Bestandtheile; diese konnten bei Hunden und Katzen (je nach der Dauer des Verweilens des Secrets in der Blase) auf 10 bis 20% in der Blasengalle steigen, bei Schaafen dagegen nur auf 8%; selbst bei Kaninchen; deren frische Galle nur 2% festen Rückstand liefert, kann dieser sich auf 15% erhöhen. Die frische Galle der Gänse und Krähen enthält ungefähr 7% fester Stoffe, die Blasengalle der ersteren kann auf 20%, die der letztern sogar auf 25% fester Stoffe enthalten. Die Galle giebt also je nach der Dauer ihres Verweilens in der Blase grössere oder geringere Mengen Wasser an Blut und Lymphe ab.

Wie in andre Secrete und Excrete können in die Galle auch hete-

1) *Frerichs*, a. o. a. O.

rogene Bestandtheile übergehen. Von den ältern Autoren wird sehr oft angegeben, dass die Galle *Eiweiss* enthalten habe, allein man sah damals auch den Schleim für Eiweiss an. Zuweilen findet sich allerdings Eiweiss in der Galle und zwar einerseits bei Fettleber (wiewohl selten) und bei *Bright'scher* Krankheit, andererseits im Embryonalzustande (bei fünfmonatlichen menschlichen Embryonen fand ich in der Gallenblase keine eigentliche Galle, sondern nur gelbgefärbtes Eiweiss und Schleim).

Thénard hat besonders eine Bile albumineuse, welche ganz farblos war, in einigen Fällen von Fettleber beobachtet. *Frerichs* macht auf die Haut aufmerksam, welche sich oft beim Abdampfen krankhafter Galle bildet, allein diese Häute können ebensowohl von coagulirendem Schleimsaft, als von caseinähnlichen Substanzen herrühren; ich glaube aber in zwei Fällen von fettiger Lebergranulation in der That Albumin in der Galle gefunden zu haben, indem ich die Galle mit Essigsäure versetzte, so lange noch ein Niederschlag entstand (Schleim und Gallen- und Fettsäure) und die filtrirte Flüssigkeit mit Salmiak kochte (vergl. 1. Th. S. 314); es entstand dann ein Coagulum, welches die bekannten Reactionen auf Proteinkörper gab. In der Galle nach *Bright'scher* Krankheit hat zuerst *Bernard*¹⁾ Eiweiss nachgewiesen. Ist die Galle eiterhaltig, wie dies bei Leberabscessen zuweilen vorkommt, so enthält sie natürlich auch Eiweiss.

Bei Obliteration des Ductus cysticus, in Folge dessen sich sogenannter *Hydrops vesicae felleae* eingestellt hatte, fand ich in der farblosen Flüssigkeit neben Epithelium und Schleimsaft auch Spuren von coagulabler Materie.

Des Vorkommens von *Harnstoff* in der Galle nach Nierenexstirpation ist bereits früher (1. Th. S. 166) Erwähnung gethan worden; bei *Bright'scher* Krankheit und bei Cholera ist dieser Stoff ebenfalls in der Galle nachgewiesen worden.

Das alkoholische Extract der Galle eines mit der Erscheinung von Fettnieren Verstorbenen ward mit wässrigem Aether extrahirt; das ätherische Extract, mit Salpetersäure behandelt, gab neben Fetttropfchen die deutlichsten Krystalle von salpetersaurem Harnstoff. Bei nephrotomirten Thieren konnten *Stannius* und *Sthamer*²⁾ Harnstoff in der Galle ebensowenig als in den Nieren nachweisen.

Bizio hat einmal bei einem Kranken, den er als ikterisch bezeichnet, eine dunkelrothe, nicht bittere Galle gefunden, in welcher er einen eigenthümlichen krystallisirbaren, *smaragdgrünen Farbstoff* entdeckte; er nannte denselben *Erythrogen*, weil er, bei 40° sich verflüchtigend, einen rothen Dampf giebt.

Eine ähnliche Substanz fand ich in einem Falle von acuter gelber Leberatrophie; dieselbe verhielt sich ganz wie das *Erythrogen Bizio's*, war auch in Wasser und Aether unlöslich, löste sich nur theilweise in Alkohol, leicht in concentrirten Mineralsäuren ohne Farbenveränderung. Ich erhielt sie, wie *Bizio*, durch Verdünnen der Galle mit Wasser; der darin unlösliche Theil ward mit Wasser gekocht, worauf sich eine fettige grüne Masse auf der Oberfläche abschied, die die erwähnten Eigenschaften mit dem *Erythrogen* gemein hatte.

In der Galle eines Knaben, der plötzlich verstorben war, fand ich³⁾ eine erhebliche Menge *Schwefelammonium*.

1) *Bernard*, Bouisson, de la bile, de ses variétés physiologiques et de ses alterations morbides. Montpellier 1843.

2) *Stannius* und *Sthamer*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 9, S. 201—219.

3) *Lehmann*, Schmidt's Jahrb. der ges. Med. Bd. 25, S. 16.

Dass dieses Schwefelammonium nicht aus dem Blute durch die Leber abgesondert worden war, versteht sich wohl von selbst; auffallend ist nur, dass es in so grosser Menge sich in der Galle vorfand, obgleich die Section 16 St. nach dem Tode angestellt wurde. Eine Anamnese hatte leider nicht aufgenommen werden können.

Ausser den hier angeführten Verhältnissen hat man in krankhafter Galle, die natürlich immer nur aus den Leichnamen entlehnt werden konnte, meist nur Veränderungen in den quantitativen Verhältnissen einzelner Bestandtheile und Modificationen des Pigments gefunden. Arm an festen Bestandtheilen pflegt die Galle im Leichname nach bedeutendern Entzündungen, besonders nach Pneumonien, sowie auch nach Hydrops gefunden zu werden; noch wässriger und dünnflüssiger ist die Galle in einigen Fällen nach Typhus; constant ist sie reich an Wasser nach Diabetes. Bei Tuberculose findet man sehr häufig die Galle ärmer an festen Stoffen, jedoch zeigt sie sich nicht selten auch reicher an denselben.

Gorup-Besanez fand bei Tuberculose die Galle meistens consistenter, *Frerichs* fast immer (ausser bei mit Fettleber complicirter Tuberculose) verdünnter. Diese Differenz ist leicht zu erklären: *Frerichs* hat wahrscheinlich die Galle untersucht, wo in Folge reichlicher Ausscheidung (durch Darmgeschwüre bedingte Diarrhöe oder bei Brust- und Bauchwassersucht; in letzterem Falle nur sog. obsolete Tuberkeln) ein sogenannter anaemischer Zustand eingetreten war. Dass ferner die Galle nach acuter Tuberculose oder bedeutenden tuberculösen Nachschüben dünnflüssiger wird, kann wohl Niemand Wunder nehmen, der das Blut solcher Kranken vor und nach der Ausscheidung des Exsudates untersucht hat. Bei mit Fettleber verbundener Tuberculose fand *Frerichs* die Galle gleich *Gorup-Besanez* dichter, weil das Blut noch nicht so arm an festen Stoffen war und die Leberaffection selbst einer zu reichlichen Ausscheidung diluirter Galle entgegen war. Beide Forscher haben im Typhus die Galle sehr diluirt und sparsam gefunden; die Objecte werden nur solchen Verstorbenen entlehnt gewesen sein, bei welchen sich, wie man zu sagen beliebt, der krankhafte Process bereits localisirt hatte, oder wo der Typhus nicht, sondern die ihm folgende Anaemie, wie so oft, erst den Tod herbeigeführt hatte. In zwei Fällen von Typhus, wo die Plaques im Darne eben nur zu erkennen waren, fand ich die Galle dichter; jedem pathologischen Anatomen sind aber gewiss Fälle erinnerlich, dass im Typhus die Galle zäh und consistent, also stoffreich war. *Frerichs* fand übrigens in der Galle in jenem Zustande 93 bis 96% Wasser, *Gorup-Besanez* meistens etwas weniger.

Vermehrt pflegen die *festen Bestandtheile* der Galle zu sein bei Herzfehlern und solchen Unterleibskrankheiten, bei welchen die Bewegung des Blutes in den grossen Venen verlangsamt ist und sich, wie bei Herzfehlern, das Blut in grösserer Menge in der Pfortader und den Lebergefässen ansammelt. Die Bewegung des Bluts in den Lebercapillaren ist (aus bekannten physiologischen Gründen) schon an sich eine so langsame, dass bei solchen Hindernissen, wie Herzfehlern, in denen das Blut in den Hohlvenen aufgestaut wird und der Austritt des Bluts aus der Leber durch die Lebervenen gehemmt ist, fast ein Stagniren des Blutstroms in der Leber eintreten muss.

Auch in der Cholera findet man die Galle dichter, zäher und consistenter, und zwar wiederum hauptsächlich aus mechanischen Gründen; das Blut Cholerakranker ist so zäh und dickflüssig, dass es sich selbst in der Nähe des Herzens langsam bewegt und dadurch Störungen des Kreis-

laufs verursacht; um wieviel langsamer wird daher die Blutbewegung in der Leber sein, wo überdies wegen Wasserarmuth des Blutes natürlich auch nur eine minder wasserhaltige Galle ausgeschieden werden kann.

Der *Schleim* findet sich oft relativ *vermehrt*, wenn die Galle sehr verdünnt ist; ja zuweilen findet man im Typhus nur Schleim in der Gallenblase, während gar keine oder wenige der harzigen Substanzen beige-mengt sind, überhaupt bei Katarrh der Gallenwege.

Ob die Ausscheidung von *Cholesterinkrystallen*, welche sich zuweilen in krankhafter Galle durchs Mikroskop nachweisen lassen, mit einer absoluten Vermehrung dieses Lipoids verbunden sei, lässt sich bei dem Mangel an quantitativen Bestimmungen nicht entscheiden. *Gorup-Besanez* hat diese Erscheinung nur einige Male bei sehr concentrirter Galle beobachtet.

Freies Fett findet sich bekanntlich immer in der Galle, ist aber darin durch die Taurocholsäure aufgelöst; nur zuweilen kann man in krankhafter Galle Fetttropfchen unter dem Mikroskope beobachten, die jedoch nicht mit den häufiger vorkommenden Tropfchen ausgeschiedener Gallensäuren zu verwechseln sind. *Gorup* hat bei Typhus und Tuberculose namentlich im Colliquationsstadium der letztern, Fetttropfchen in der Galle gefunden. In solchen Fällen pflegt auch in den Urin freies Fett überzugehen.

Von *saurer* Reaction hat man die Galle sehr selten gefunden; leider ist solche Galle nicht näher untersucht worden.

Solon, *Scharlau* und *Gorup-Besanez* fanden die Galle einige Mal im Typhus von saurer Reaction; dieselbe kann aber herrühren theils von spontaner Zersetzung der Galle, wobei die Harzsäuren frei werden, theils auch davon, dass Eiter in die Gallenblase sich ergossen hat; derselbe wird, wie wir im 3. Theile sehen werden, in geschlossenen Räumen oft sehr schnell sauer.

Solon giebt an, dass die Galle zuweilen so scharf wie Chlor sei, und dass sie *Lackmus bleiche*. Ich glaube zwei Fälle dieser Art beobachtet zu haben, wie sie möglicher Weise *Solon* zu jener Behauptung verführt haben; diese Galle entfärbte nämlich das Lackmuspapier allerdings, jedoch so, dass es weder blau noch roth blieb, sondern der Farbstoff aufgelöst oder durch das gelbe Pigment der Galle so gedeckt wurde, dass die ursprüngliche Farbe gänzlich verschwunden schien; im mindern Grade ist dies bei jeder Galle der Fall.

Der einfachste Weg, die Galle zu analysiren, dürfte folgender sein: Man versetzt die Flüssigkeit mit dem halben oder dem gleichen Volumen Spiritus (83%); hierdurch wird in der Regel nur Schleim praecipitirt, welcher das Epithelium mit niederreisst; den Niederschlag lässt man erst mit Spiritus und dann mit Wasser aus, trocknet und wägt. Die schleimfreie Galle wird auf dem Wasserbade und zuletzt unter der Luftpumpe zugleich unter Anwendung eines bis 100° erhitzten Sandbades entwässert; die höhere Temperatur ist bei dieser Austrocknung weniger deshalb nöthig, um die Austrocknung schnell zu vollführen, als um das Gallenresiduum durch jähes Verdunsten des Wassers in eine poröse, schwammartig aufgeblähte Substanz zu verwandeln, welche dann leichter mit den gewöhnlichen Menstruis zu extrahiren ist. Da der Rückstand

einer andern thierischen Flüssigkeit wohl kaum so rapid Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, als die festen Bestandtheile der Galle, so ist auf das Wägen besondere Sorgfalt zu verwenden; es muss, nachdem im Vacuo die Masse erkaltet ist, durch Chlorcalcium entwässerte Luft in den Recipienten geleitet und alsdann das Wägen möglichst schnell vollführt werden. Hierauf ist der Rückstand mit wasserfreiem Aether zu extrahiren, wozu ziemlich viel Zeit erforderlich ist, da man ihn nicht füglich, wie andere Rückstände thierischer Flüssigkeiten, erst pulverisiren kann, um darauf eine von Neuem getrocknete und gewogene Menge der weitem Analyse zu unterwerfen. Der Aetherauszug enthält Fett und nicht selten auch etwas harzige Gallenstoffe; letztere sind von ersterem durch wässrigen Spiritus zu trennen. Der in Aether unlösliche Rückstand, welcher die wesentlichsten Bestandtheile der Galle enthält, ist in absolutem Alkohol zu lösen; da durch das Aussüssen das Volumen der alkoholischen Lösung sehr gross geworden ist, so muss man zunächst den grössten Theil des Alkohols abdestilliren oder verdampfen, und dann die concentrirte Flüssigkeit mit Aether versetzen, so lange diese noch getrübt wird; in der alkoholisch-ätherischen Flüssigkeit bleibt alsdann gewöhnlich nur sehr wenig fettsaures Alkali und Chlornatrium zurück; jedoch muss die Flüssigkeit mit dem Niederschlage vorher längere Zeit an einem kühlen Orte gestanden haben, da namentlich das glykocholsaure Alkali sich nur sehr langsam abscheidet. Die ausgeschiedenen gallensauren Salze sind leider immer von Gallenpigment begleitet, von dem sie nur selten durch Zusatz von Chlorcalcium zu ihrer alkoholischen Lösung zu trennen sind (nur beim eigentlichen Cholepyrrhin gelingt das zuweilen vollkommen). Aus einem Theile der durch Aether gefällten gallensauren Salze kann man durch Auflösen in Alkohol und Zusatz von Schwefelsäure die Menge des an diese Säuren und an Pigment gebundenen Natrons oder Kalis bestimmen und sich von der Gegenwart oder Abwesenheit des Ammoniaks überzeugen. Leider ist die Bestimmung des Alkalis auf diese Weise nicht recht scharf, weil sich in dem durch Aether gefällten Niederschlage immer etwas Chlornatrium und fettsaures Natron befindet, dessen Alkali natürlich sich zu dem der Gallensäure hinzuaddirt. Eine scharfe Trennung der Taurocholsäure und Glykocholsäure ist nicht möglich (wie aus dem im 4. Th. S. 215 Bemerkten ersichtlich ist); daher berechnet man die Menge der taurinegebenden Gallensäure am besten aus dem Schwefelgehalte der durch Aether präcipitirten gallensauren Salze; man oxydirt zu dem Zwecke einen gewogenen Theil derselben mit Kali oder Natron und Salpeter auf trockenem Wege, und bestimmt die gebildete Schwefelsäure (da selbst bei Gegenwart von schwefelsauren Salzen keine Schwefelsäure in das alkoholische Extract hätte mit übergehen können, so wird die gefundene Schwefelsäure nur den an organische Materie gebundenen Schwefel anzeigen; ausser Taurocholsäure sind aber keine schwefelhaltigen Substanzen in dem alkoholischen Extracte enthalten).

Der in absolutem Alkohol unlösliche Rückstand der Galle ist schon

der allgemeinen Controle der Analyse halber zu wägen; er pflegt Farbstoff zum Theil frei, zum Theil an Kalk gebunden zu enthalten, ferner phosphorsaure Alkalien und Erden, so wie etwas kohlsaures Alkali und meist auch etwas Kochsalz, schwefelsaures Kali höchst selten, häufig etwas Taurin; seine Menge ist in der Regel so gering, dass weitere quantitative Bestimmungen z. B. unter Anwendung von verdünntem Spiritus, Wasser, Säuren u. dergl. nicht wohl ausführbar sind.

Dass die Methode der Gallenanalyse je nach der Beschaffenheit und den Bestandtheilen der Galle verschiedentlich modificirt werden kann und muss, und dass die hier angeführte Methode nur beispielsweise als Schema dienen kann, ist für den kaum erwähnenswerth, der die im 4. Th. befindliche Beschreibung der betreffenden Stoffe und ihrer Eigenschaften studirt hat.

Ueber die quantitative Bestimmung des Cholesterins und der Fettsäuren findet man bereits im 4. Th. das Nöthige erwähnt. Möglich ist die quantitative Bestimmung dieser Stoffe nur, wenn sehr grosse Mengen Galle zur Analyse verwendet werden können.

Zu den pathologischen Producten der Lebersecretion gehören auch die Gallenconcremente. Wenige Gegenstände der pathologischen Chemie sind schon in früherer Zeit so vielfach behandelt und mannigfaltig gedeutet worden, als gerade die Gallensteine. Es reduciren sich aber alle die zahllosen Betrachtungen über dieselben auf folgende einfache Thatsachen: diese Concremente finden wir vorzugsweise in der Gallenblase, seltner in den Gallengängen; bei Frauen häufiger als bei Männern, besonders aber bei älteren Personen; mit Leberkrebs so wie auch mit Krebs in andern Theilen kommen sie oft gleichzeitig vor, allein dass das Carcinom ein disponirendes Moment für Bildung der Gallenconcremente abgebe, ist deshalb zu bezweifeln, weil beide Afterproducte besonders dem höhern Alter und dem weiblichen Geschlechte zukommen; beide aber auch nicht selten ohne einander gefunden werden. In England, Hannover und Ungarn sollen sie häufiger sein, als in andern Ländern. Die meisten Gallensteine sind so reich an Cholesterin, dass die übrigen Bestandtheile neben denselben sehr zurücktreten; doch enthalten wohl alle einen oder auch mehrere Kerne, welche aus Spuren von Schleim und phosphorsauren Erden, hauptsächlich aber aus einer unlöslichen Verbindung von Kalk mit Gallenpigment bestehen; sehr viele Gallenconcremente bilden Gemenge von *Cholesterin* mit *Pigmentkalk*; letzterer ist bald mehr gleichförmig durch das Concrement vertheilt, bald sind einzelne Schichten von Cholesterin und dem bräunlichen Pigment zu bemerken, bald findet sich nur wenig Cholesterin in der dunkelbraunen Masse von *Pigmentkalk*.

Seltner ist eine dritte Art von Concrementen, nämlich die schwarzen oder dunkelgrünen; diese enthalten eine andere Modification des Pigments, welche aber ebenfalls an Kalk gebunden ist; diese letztere Art ist gewöhnlich sehr arm, ja vollkommen frei von Cholesterin.

Sehr selten sind Gallenconcremente, die vorzugsweise kohlsauren und phosphorsauren Kalk enthalten (*Bailly* und *Henry, Steinberg*).

Auffallend ist es, dass man auch einige Male *Harnsäure* in Gallenconcrementen gefunden hat (*Stöckhardt*¹⁾, *Marchand*²⁾).

Alle Gallenconcremente enthalten etwas aufgesogene Galle, die sich aus dem Gallensteinpulver leicht mit Wasser oder kaltem Alkohol ausziehen lässt.

Die *Formen* der Gallensteine sind höchst verschieden, ja zuweilen bilden sie sehr regelmässige, symmetrische, andre Male höchst baroque Figuren.

*Bramson*³⁾ hat unstreitig für die Bildung der Mehrzahl der Gallenconcremente ein wichtiges Moment angegeben, nämlich die Ausscheidung einer Verbindung des Pigmentes mit Kalk.

So sehr die *Bramson'sche* Ansicht angefochten worden ist, so lässt sich doch in dem Residuum der Kerne der cholesterinhaltigen Concremente so wie der braunen Gallensteine nach Extraction derselben mit Alkohol und Wasser die Gegenwart einer Verbindung des Pigments mit Kalkerde mit der grössten Sicherheit nachweisen; leider sind wir durch unsre jetzigen Mittel nicht im Stande, eine bestimmte Proportion zwischen Pigment und Base nachzuweisen. Jenes pigmentreiche Residuum ist nämlich immer mit grössern oder geringern Mengen phosphorsaurer Erden und etwas Schleim gemengt; diese phosphorsauren Erden rühren höchst wahrscheinlich von Schleim her, der aber, wie die Proteinkörper bei Bildung der Venensteine, allmählig verwittert und schwindet; denn die Phosphate stehen nie in derselben Proportion zu dem in dem Concremente noch gefundenen Schleime; letzterer kann aber wohl etwas Kalk enthalten, der beim Einäschern in kohlen-sauren oder schwefelsauren verwandelt wird; ausserdem trifft man zuweilen oxalsaurer Kalk, jedoch nur in sehr geringer Menge an; kohlen-sauren Kalk habe ich wenigstens nie praeformirt in jenem braunen Residuum der Gallensteine gefunden (man kann sich ja so leicht von dessen Gegenwart bei vorsichtiger Benutzung des Mikroskops durch Anwendung von Säure auf das vorher mit Wasser befeuchtete und von allen Luftblasen befreite Object überzeugen). Auch schwefelsaurer Kalk findet sich nicht oder nur spurweise praeformirt.

Das Verhältniss der Asche zu der organischen Substanz in dem unlöslichen Theile jener Gallenconcremente ist durchaus verschieden, im unlöslichen Theile von 6 verschiedenen Gallensteinen wurden 8,5; 12,4; 16,6; 30,4; 46,3; 50,6 ja 54,7% Asche gefunden; in den Analysen dieser 6 Aschen fand sich um so mehr kohlen-saurer Kalk und um so weniger phosphorsaurer, je geringere Mengen Asche gefunden worden waren, d. h. also je mehr organische Substanz in einem solchen Concrementrückstande enthalten war, desto mehr trat der phosphorsaure Kalk hinter den kohlen-sauren zurück; bei 8,5% Asche wurden 7,994 Th. kohlen-sauren Kalks und nur 0,493 Th. phosphorsaurer Erden gefunden, dagegen bei 54,7% Asche nur 12,435 Th. kohlen-sauren Kalks, der zum Theil aus dem im frischen Objecte nachgewiesenen oxalsaurer Kalk hervorgegangen war. *Bramson* hat gezeigt, dass wässrige Essigsäure aus dem unlöslichen Rückstande der fraglichen Gallenconcremente Kalk auszieht; da derselbe nun nicht an Schwefelsäure und Oxalsäure und nur zum geringsten Theil an Phosphorsäure gebunden gewesen sein kann, so muss er aus der Verbindung mit einer organischen Substanz hervorgegangen sein; Schleim ist in zu geringer Menge vorhanden, als dass er von diesem herrührte; demnach musste er nothwendiger Weise mit dem Pigmente verbunden gewesen sein.

1) *Stöckhardt*, de Cholelithis diss. inaug. med. Lips. 1832.

2) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25, S. 39.

3) *Bramson*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 198—208.

Wäre ferner das Gallenpigment nicht durch irgend einen Stoff gebunden, so würde es sich in Alkohol lösen müssen; denn es ist keineswegs ein umgewandelter, durch irgendwelche Molecularveränderung unlöslich gewordener Farbstoff, sondern wahrhaftes Cholepyrrhin, nur gebunden an Kalk; trennt man nämlich den letztern durch Anwendung einer verdünnten Säure von jenem, so löst sich das Cholepyrrhin mit allen früher angeführten Eigenschaften in Alkohol auf.

Ueber die Bildung der mannigfachen Formen der Gallenconcremente, so wie über die eigentliche Genesis und die nächste Veranlassung zur Ablagerung fester Theile und zwar zur Ausscheidung des Cholesterins ist ungeheuer viel geschrieben worden; eine Analyse der in Betreff dieses Gegenstandes aufgestellten Hypothesen gehört nicht hieher. Das Thatsächliche, was einer Erklärung der Entstehung der Gallensteine zu Grunde gelegt werden kann, ist Folgendes: Schleim und Epithelium geben in der Regel die Punkte ab, an denen eine Ablagerung fester Theile stattfinden kann; immer finden wir im Centrum der Gallensteine neben wenig Schleim jenen Pigmentkalk; derselbe wird also wohl bei der Bildung jener Concremente eine Rolle mit spielen. Die Ausscheidung des Cholesterins aus der Galle ist aber, wenn auch Schleim und Pigmentkalk als feste Punkte gelten können und müssen, noch nicht erklärt. Es fragt sich, ob die Galle neben den Gallensteinen übrigens ihre normale Beschaffenheit hat; man hat sie normal zu finden geglaubt⁴⁾; allein aus den bisherigen Analysen menschlicher Galle ist nichts zu schliessen, da den Forschern noch die Mittel abgingen, so geringe Mengen Galle, wie wir sie aus Leichnamen entleihen können, genau zu untersuchen; ausserdem wird die Constitution der aus dem Leichname entlehnten Galle wohl in der Regel mehr von dem pathologischen Prozesse, welcher gerade den Tod herbeiführte, abhängig sein, als dem, welcher zur Gallensteinbildung beitrug. Es ist indessen mehr als wahrscheinlich, dass zur Bildung von Cholesterinsteinen eine Galle nöthig ist, welche ein geringeres Lösungsvermögen für Cholesterin besitzt, als normale; nun finden wir aber (wie oben erwähnt) sehr selten eine Galle, welche Cholesterinblättchen ausgeschieden hat, während diese in andern Flüssigkeiten, z. B. hydropischen Exsudaten u. s. w., oft vorkommen; es muss also wohl der Gegenwart fester unlöslicher Theile offenbar eine bedeutende Mitwirkung zur Bildung der Gallensteine zugeschrieben werden. Fragen wir, was hält in normaler Galle das Cholesterin wie den Farbstoffkalk gelöst, so erhalten wir durch directe Versuche, also von der Natur selbst, die Antwort, dass der eine Stoff wie der andere hauptsächlich durch die Taurocholsäure oder taurocholsaures Natron gelöst werde. Digerirt man jenes unlösliche Residuum brauner Gallenconcremente mit Taurocholsäure oder auch saurem taurocholsaurem Natron, so wird dasselbe mit Hinterlassung weniger, graulich-weißer Flocken aufgelöst und die vorher farblose Lösung nimmt die Farbe frischer Galle an. Dass Cholesterin von Taurocholsäure und taurocholsauren Salzen aufgelöst wird, hat *Strecker* schon längst nachgewiesen. Glykocholsäure und Cholsäure (Cholalsäure, *Str.*) besitzen diese Eigenschaft in weit geringerem Grade. Soweit würde die Frage über die Entstehung der Gallensteine sehr leicht gelöst sein, wenn sich nachweisen liesse, dass Galle, welche zur Concrementbildung geneigt ist, entweder arm an Taurocholsäure im Verhältniss zum Cholesterin und Pigmentkalk ist, oder dass deren Taurocholsäure schon in der Gallenblase sich zersetzt und so ihr Lösungsvermögen für jene beiden Stoffe verliert.

Da niemals cholesterinreiche Gallenconcremente ohne jenen Pigmentkalk vorkommen, dagegen aber die cholesterinarmen Steine stets sehr reich an denselben sind, so gewinnt es allerdings den Anschein, als ob diese Verbindung bei der ersten Entstehung der Concremente selbst thätig mitwirkte; ja die Häufigkeit ihres Vorkommens in gewissen Gegenden, wo das Trinkwasser sehr kalkreich ist, so wie im höhern Alter, welches bekanntlich zu Kalkablagerungen aller Art mehr geneigt macht,

4) *Novi comment. acad. scient. inst. Bononiens. T. 3, p. 307—347.*

und wegen der grössern Wässrigkeit der Säfte die Cholesterinabscheidung befördert, dürfte selbst mit dafür sprechen, dass der Pigmentkalk nicht ohne Bedeutung für die Bildung der Gallensteine ist.

Man darf übrigens aus dem Vorkommen cholesterinreicher Gallensteine nicht auf eine vermehrte Bildung von Cholesterin schliessen. Die Ausscheidung dieses Stoffs aus der Galle hat nur in mechanischen, nicht in quantitativen Verhältnissen ihren Grund. Wäre man zur Annahme einer Cholesterindiathese geneigt, so würde es wenigstens sonderbar sein, dass, wenn man in einem Exsudate fast einen reinen Cholesterinbrei findet, doch gleichzeitig niemals oder höchst selten Gallensteine vorkommen.

Ueber die Mengenverhältnisse der Gallenabsonderung besaßen wir bis auf die neueste Zeit sehr wenig auch nur einigermaassen zuverlässige Angaben. Von ganz verschiedenen Voraussetzungen ausgehend, hatte man die Menge der in 24 St. abgesonderten Galle von einer Unze bis zu 24 Unzen bei Menschen geschätzt. *Blondlot* schätzt nach seinen Beobachtungen an Hunden, denen er Gallenblasenfisteln beigebracht hatte, die Menge der in 24 St. von einem Hunde abgesonderten Galle auf 40 bis 50 grm. und demnach die vom Menschen in gleicher Zeit abgesonderte auf ungefähr 200 grm. *Bidder* und *Schmidt*¹⁾ haben diesen Gegenstand einer ebenso genauen als geistvoll durchgeführten Untersuchung unterworfen. Dieselben haben nämlich die Grösse der Lebersecretion bei sechs verschiedenen Thierspecies unter den verschiedensten physiologischen Verhältnissen ermittelt, Untersuchungen, zu denen neuerdings *H. Nasse*²⁾ einen sehr schätzbaren Beitrag geliefert hat.

Betreffs der absoluten Menge von Galle, die innerhalb 24 St. von dem der Untersuchung unterzogenen Thieren abgesondert wurde, erhielten *Bidder* und *Schmidt* folgende Resultate: auf 1 Kilogramm Thier wurden abgesondert von

	Katzen	Hunden	Schaaften	Kaninchen	Gänsen	Krähen
an frischer Galle	44,50 grm.	19,990	25,416	136,84	11,784	72,096
an festen Bestandtheilen in derselben	0,816 grm.	0,988	1,344	2,47	0,816	5,256

Für die Menge der von Hunden abgesonderten Galle berechnet sich aus den sehr zahlreichen, obwohl nur an einem Individuum ausgeführten Untersuchungen *Nasse's* eine etwas grössere Zahl, als die von *Bidder* und *Schmidt* aus vielen Versuchen an verschiedenen Individuen als Mittelzahl abgeleitete; in *Nasse's* Falle würde nämlich 1 Kilogramm Hund in 24 St. = 21,025 grm. frischer Galle absondern, worin durchschnittlich 0,746 grm. feste Bestandtheile enthalten wären.

¹⁾ *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 114—209.

²⁾ *H. Nasse*, Commentatio de bilis quotidie a cane secreta copia et indole. Progr. Marburgense. 1851.

Bidder und *Schmidt* haben sich besonders bemüht, die Verschiedenheit in der Grösse der Lebersecretion zu ermitteln je nach der Zeit, die seit der letzten Aufnahme von Nahrungsmitteln verflossen.

Die Absonderung der Galle ist stetig, sie nimmt aber je nach dem Zustande der Verdauung zu oder ab; die genannten Experimentatoren fanden, dass 12 bis 15 Stunden nach einer reichlichen Mahlzeit die Gallenabsonderung ihr Maximum erreicht, von da an aber bis 24 St. nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln auf die Menge herabsinkt, welche 1 bis 2 Stunden nach dem Essen ausgeschieden wurde.

Entleert z. B. ein Kilogramm Katze in der zweiten Stunde nach dem Fressen von Fleisch 0,492 grm. frischer Galle (direct aus dem Gallengange durch die eingeführte Canüle aufgefangenes Lebersecret), so steigt dann die Menge ausserordentlich jäh, so dass in der vierten Stunde schon 0,629 grm. und nach der sechsten bereits 0,750 grm., in der achten 0,825 grm. und in der zehnten 0,850 grm. Galle abgesondert werden, so dass also bis zu 10 Stunden in jeder Stunde von der zweiten an die Menge der ausgesonderten Galle gleichmässig um 0,045 grm. vermehrt wird. Auch die nach der 10. Stunde erfolgende Abnahme der Gallensecretion findet ziemlich schnell statt, jedoch so, dass dann (von der 10. bis zur 24. Stunde) in jeder Stunde die Menge der ausgesonderten Galle um 0,028 grm. abnimmt.

Ganz zu denselben Ergebnissen haben die Versuche an Hunden geführt; bei diesen erreicht die Lebersecretion zwischen 13½ und 15½ St. nach der letzten Mahlzeit ihre grösste Höhe; indessen zeigten sich in der allmählichen Steigerung der Gallensecretion bei den Hunden grössere Schwankungen, als sie bei Katzen beobachtet worden waren.

Den eben erwähnten Umstand, dass die Menge der abgesonderten Galle, nachdem sie in der 15. Stunde nach der letzten Mahlzeit ihr Maximum erreicht hat, ausserordentlich schnell und zwar selbst unter die Zahl sinkt, welche die Gallensecretion in der ersten Stunde nach Aufnahme der Nahrungsmittel ausdrückt, fanden *Bidder* und *Schmidt* auch in ihren noch weit zahlreichern Versuchen an Hunden bestätigt.

Dieselben Forscher überzeugten sich ferner, dass, wenn die Thiere länger als 24 St. ohne Nahrung blieben (48, 72, 168 oder 240 St.) die Gallenabsonderung fortwährend abnimmt, jedoch so, dass die tägliche Verminderung um so kleiner wird, je längere Zeit seit der letzten Aufnahme von Nahrungsstoffen verflossen ist. So sank z. B. bei Katzen nach 10tägigem Fasten die Gallenmenge bis auf den vierten Theil derjenigen Quantität, welche die Secretion 24 St. nach der letzten Fütterung lieferte.

Es ist eine von *Bidder* und *Schmidt* wiederholt beobachtete und auch von *Nasse* gemachte Erfahrung, dass die mit permanenten Gallen fisteln versehenen Thiere meist eine sehr grosse Gefrässigkeit entwickeln. Dieser Umstand begünstigt die Ermittlung der Frage, ob die Gallensecretion sich in entsprechender Proportion zur Menge der aufgenommenen Nahrung steigere. Durch die Experimente dieser Forscher ist diese Frage definitiv bejaht worden, womit auch eine Beobachtungsreihe von *Nasse* übereinstimmt. In den Versuchen jener Autoren stieg z. B. bei überfütterten Katzen die abgesonderte Menge um ½ derjenigen Quantität, welche sonst von einer Katze nach einer ziemlich reichlichen Mahlzeit abgesondert

wurde. Mit der Vermehrung der abgesonderten Galle trat in diesen Fällen übrigens auch eine Vermehrung der festen Bestandtheile derselben ein.

Es liess sich schon von vornherein erwarten, dass die Natur der Nahrung nicht ohne Einfluss auf die Grösse der Lebersecretion sein würde. Diese Vermuthung hat sich in *Bidder's* und *Schmidt's*, so wie *Nasse's* Versuchen vollkommen bestätigt. Fleischnahrung bedingt eine weit reichlichere Absonderung von Galle, als vegetabilische, stärke- und mehlreiche Nahrungsmittel. Während z. B. *Nasse's* Hund bei Brod- und Kartoffelfütterung täglich 171,8 grm. Galle, (worin 6,252 grm. feste Stoffe) secernirte, schied er bei Fleischkost in derselben Zeit 208,5 grm. Galle aus (worin 7,06 grm. feste Stoffe). Sehr schön stimmten die Versuche, welche *Bidder* und *Schmidt* an Katzen anstellten, darin überein, dass bei reiner Fettkost die Menge der abgesonderten Galle sich ebenso verringerte, als wenn die Thiere während dieser Zeit gefastet hätten. Ausschliessliche Fütterung mit Fett ist also ohne allen Einfluss auf die Gallenabsonderung. In *Nasse's* Falle brachte jedoch reichlicher Fettzusatz zur gewöhnlichen Nahrung des Hundes eine erhebliche Vermehrung der Gallenabsonderung hervor.

Eine öfter sowohl an Katzen als an Hunden gemachte Erfahrung *Bidder's* und *Schmidt's* ist die, dass nach reichlicher Aufnahme von Wasser die Quantität der abgesonderten Galle vermehrt wird und zwar nicht bloss ihr Wassergehalt, sondern auch die festen Bestandtheile derselben. Die Galle wird nach dem Wassertrinken allerdings etwas reicher an Wasser als die normale Galle, allein mit diesem Wasser werden zugleich etwas mehr feste Bestandtheile abgeschieden, als sonst aus der Leber zu treten pflegen. Diese Erfahrung wird auch durch *Nasse* bestätigt. Schon deshalb ist es also nicht zu verwundern, dass fortwährend geringe Schwankungen in der Proportion zwischen dem Wassergehalte und den festen Bestandtheilen der in bestimmten Zeiten abgesonderten Galle beobachtet worden sind. Darum reflectiren sich auch in den zahlreichen von *Bidder* und *Schmidt* aufgestellten Tabellen alle Einflüsse auf die Lebersecretion weit entschiedener und praeciser in den festen Bestandtheilen als in der wässrigen frischen Galle. *Nasse* hebt übrigens besonders hervor, dass die Schwankungen, die man in den Mengen der festen Bestandtheile abgesonderter Galle beobachtet, vorzugsweise durch die organischen Materien bedingt werden, während die in bestimmten Zeiten abgesonderten Mineralstoffe sich ziemlich gleich bleiben.

Nach grössern Gaben von *kohlensaurem Natron* beobachtete *Nasse* erhebliche Verminderung der Gallenabsonderung und vorzugsweise der festen Bestandtheile. *Calomel* zog eine Vermehrung der flüssigen Galle, aber eine Verminderung der festen Bestandtheile nach sich.

Nasse stimmt endlich mit *Bidder* und *Schmidt* vollkommen darin überein, dass *Krankheit*, namentlich fieberhafte Aufregung, die Menge der ausgeschiedenen Galle ausserordentlich verringert.

Hierbei können wir die von *Bidder* und *Schmidt* betreffs der *intermittirenden Entleerung der Gallenblase* angestellten Beobachtungen nicht unerwähnt lassen. Dass nach längerem Fasten die Gallenblase von einer meist concentrirteren Galle strözt, ist eine schon von *Magendie* gemachte Erfahrung; *Bidder* und *Schmidt* haben sich nun überzeugt, dass die Blase nicht entleert wird unmittelbar nach Aufnahme von Nahrung, sondern erst $2\frac{1}{2}$ bis 3 St. nachher; die blosse Anfüllung des Magens kann also nicht deren Entleerung bewirken. Indessen darf nach den Erfahrungen derselben Autoren aus jenem Umstande nicht geschlossen werden, dass z. B. alle die Thiere, welche eine Gallenblase besitzen, nur während der Verdauung das Lebersecret in den Darm ergossen und ausser dieser Zeit etwa alle secernirte Galle in der Blase sich ansammeln lassen. Denn es wird zwischen den einzelnen Mahlzeiten weit mehr Galle secernirt, als in der Blase aufbewahrt werden könnte; so fasst z. B. die Gallenblase der ausgewachsenen Katze ungefähr 3 grm. Galle, während ein solches Thier in 24 Stunden 30 bis 32 grm. Galle absondert, also weit mehr, als in der Blase hätte angesammelt werden können, selbst nach 4- und 5maliger Entleerung durch Aufnahme von Nahrungsmitteln. Noch auffallender ist dies bei Kaninchen zu ersehen; die Gallenblase eines 4 Klgrm. schweren Thieres dieser Art fasst höchstens 0,469 grm. Galle; da dieses Thier aber in 1 St. 7 grm. Galle in den Darm sendet, so ist hier noch weniger daran zu denken, dass alle Galle erst ihren Weg durch die Blase nehmen müsste.

Um auch das quantitative Verhältniss der Gallenabsonderung zu andern thierischen Excretionen zu erforschen, ein für die Würdigung der physiologischen Dignität der Galle höchst wichtiges Moment, haben *Bidder* und *Schmidt* eine Reihe von statistisch-analytischen Untersuchungen an mit Gallen fisteln versehenen Hunden, an einigen 40 Katzen, 13 Gänsen, mehreren Schaafen und Kaninchen ausgeführt, indem sie die secernirten Gallenmenge nach vorausgegangenen Messungen der expirirten Kohlensäuremengen bestimmten: als Hauptergebniss dieser mühevollen Versuche stellte sich heraus: »nur $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{400}$ des durch die Lungen ausgeschiedenen Kohlenstoffs wird in gleichen Zeiten in Form von Galle durch die Leber secernirt, so dass mindestens $\frac{3}{4}$ bis $\frac{3}{100}$ des verbrannten und expirirten Brennstoffes nicht die Mittelstufe der Gallenbildung durchlaufen, sondern im Blutkreislauf verbleibend vollständig oxydirt werden.«

Ueber die Function der Galle sind von je her die Ansichten der Physiologen sehr verschieden gewesen, bis endlich in der neuesten Zeit *Bidder* und *Schmidt* auch über diesen Gegenstand Klarheit verbreitet haben.

Hauptsächlich in früherer Zeit stritt man über die *excrementitielle* oder *nicht excrementitielle* Natur der Gallenabsonderung, stimmte aber darin ziemlich überein, dass die Leber durch die Gallenausscheidung ein blutreinigendes Organ werde. Wir glauben bereits im 1. Th. S. 42 auf das Unpassliche und Unlogische einer Eintheilung der abgesonderten Stoffe in Secrete und Excrete hingewiesen zu haben, halten es daher für unnütz, über diese unlautern Begriffe noch weiter zu rechten.

Da man glaubte, dass diese Frage am besten entschieden werden könne, wenn es gelänge, die Galle aus der Leber nach Aussen abzuleiten: so wurden von verschiedenen Seiten, namentlich von *Schwann*¹⁾ und *Blondlot*²⁾, Hunden Gallen fisteln anzulegen versucht. Leider führten aber diese Versuche zu Resultaten, die ebenso sehr zu Gunsten der excrementitiellen Natur der Galle als zu Gunsten der entgegen-

1) *Schwann*, Müller's Arch. 1844. S. 127 ff.

2) *Blondlot*, a. o. a. O.

gesetzten Ansicht ausgelegt werden konnten. In einzelnen Fällen lebten nämlich die operirten Thiere monatelang, ohne erhebliche Nachtheile des Gallenabflusses nach aussen zu zeigen, in vielen andern Fällen und zwar der Mehrzahl gingen die Thiere zu Grunde. *Schwann*, der aus seinen zahlreichen Versuchen auf die Nothwendigkeit des Zuflusses der Galle in den Darm schloss, wiess schon nach, dass in den meisten Fällen, wo die Thiere ohne sichtliches Uebelbefinden, den Gallenabfluss nach aussen vertrugen, die Galle sich einen neuen Weg in den Darm gebahnt habe, so dass also der Zufluss derselben zum Darne nicht ganz ausgeschlossen war. Erst *Bidder* und *Schmidt*¹⁾ (zum Theil auch schon *Platner* und *Nasse*²⁾ führten durch zahlreiche Versuche den Beweis, dass die Thiere nur dann lange Zeit den gänzlichen Verlust der Galle ertragen, wenn ihnen dieselbe durch sehr reichliche Nahrung ersetzt wird. Durch den Abfluss der Galle geht nämlich dem Stoffwechsel nicht blos der Theil der Galle verloren, welcher zur Wiederresorption im Darne bestimmt ist, sondern auch eine grosse Menge Fett, welches, wie wir sogleich sehen werden, nur durch Vermittlung der Galle im Darne zur Resorption gelangt. Können die Resorptionsorgane des Darmcanals diesen Ausfall an dem Stoffwechsel nöthigen Material durch erhöhte Thätigkeit nicht ersetzen, so gehen die Thiere, wenn nicht durch andre Folgen der Operation, doch durch Inanition zu Grunde. Aus der folgenden detaillirten Darstellung der Function der Galle wird dieses noch deutlicher einleuchten.

Man lege ferner der Galle insbesondere die Function bei, das *Blut zu reinigen*; kaum bedarf diese Behauptung einer materiellen Widerlegung, da auch sie ohne alle logische Berechtigung ist; denn solche metaphörische Bezeichnungen eingebildeter Processe, solche vage Analogien mit unphysiologischen Vorgängen sind bei der heutigen Methode physiologischer Forschung nicht mehr statthaft; trotzdem erwähnen wir nur für den, welcher sich etwa nicht von der althergebrachten Anschauungsweise trennen könnte und die Galle gern noch als einen durch die Respiration nicht entfernten kohlenstoffreichen Schmutz des Blutes betrachten möchte: dass die an Stickstoff und Wasserstoff ebenfalls nicht arme Galle bei irgendwie gestörter Oxydation in den Lungen keineswegs in vermehrter Menge ausgesondert wird, dass keine einzige pathologisch-anatomische Thatsache für ein Vicariiren der Leber für die Lunge spricht, und dass endlich die Kohlenstoffausscheidung durch die Leber gegen die durch die Lungen (wie *Bidder* und *Schmidt*, s. oben S. 67, dargethan) so zurücktritt, dass an eine Blutreinigung in diesem Sinne durchaus nicht gedacht werden kann.

Was aber die Bedeutung der Galle für den Verdauungsprocess und den der Chylification insbesondere betrifft, so hat man sich sehr verschiedene Vorstellungen von der Wirkungsweise der Galle auf die aus dem Magen in den Zwölffingerdarm gelangenden Stoffe gemacht. Die älteste Ansicht ist wohl die von *Boërhave* aufgestellte und durch *de la Boë Sylvius* berühmt gewordene, wornach die Galle durch ihr Alkali zur Sättigung der Säuren des Chymus beitragen soll. Diese An-

1) *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 103—114.

2) *Platner* und *Nasse*, *Eckstein's Handbibl. des Ausl. f. d. org. chem. Richtung.* Wien 1847.

sicht scheint uns indessen nicht in dem Grade verwerflich, in welchem man sie gewöhnlich zu finden geglaubt hat. Es ist allerdings nämlich ganz richtig, dass die Galle unmittelbar zur Tilgung der freien Säure wenig oder nichts beitragen kann, einerseits weil die geringsten Mengen Säure, zu Galle gesetzt, diese schon sauer machen, andererseits aber, weil wir den Chymus im Darne noch sauer finden, nachdem sich ihm längst Galle heigemischt hat. Allein das Verhältniss scheint uns dieses: das Alkali der Galle, d. h. das an die harzigen und fettigen Säuren gebundene, muss sich mit den stärkern Säuren des Chymus: Salzsäure und Milchsäure verbinden; jene harzigen Gallensäuren werden ausgeschieden, und erhalten dem Chymus noch so lange die Reaction auf Lackmus, als sie sich nicht in die unlöslichen ihrer Paarlinge beraubten harzigen Säuren oder Dyslysin zersetzt haben. (Man vergl. S. 54).

Eben so wenig möchte eine andere Ansicht über den Nutzen der Galle im Darne etwa gänzlich zu verwerfen sein; *Haller* hat wohl zuerst der Galle die Fähigkeit zugeschrieben, *Fett aufzulösen*; diese Fähigkeit besitzt die Galle indessen nur in geringem Grade, obwohl sie ein Bestandtheil derselben, das taurocholsaure Natron, nach *Strecker* allerdings besitzt.

Man hat (besonders *Hünefeld*¹⁾ der Galle ein grosses *Lösungsvermögen für Chymusstoffe* überhaupt zugeschrieben, allein weder Stärkmehl noch geronnene Proteinkörper noch sonstige Bestandtheile des Chymus werden, wenn man sie auch längere Zeit mit frischer Galle digerirt, wesentlich von derselben verändert; ja man beobachtet in der Regel nicht eher eine Veränderung der betreffenden Substanzen, als bis durch den Gallenschleim bereits der Fäulnissprocess eingeleitet ist. Dagegen dürfte wohl das mit der Galle ergossene Wasser als Lösungsmittel für die löslichen Chymusstoffe nicht zu übersehen sein; wir werden weiter unten sehen, dass das Blut der Lebervene immer viel ärmer an Wasser ist, als das der Pfortader und dass das letztere oft gerade ausserordentlich viel Wasser enthält; dieses Wasser muss den »Spaziergang« aus den Darmvenen in die Pfortader und aus dieser durch die Leber- und Gallengänge zurück in den Darm nothwendiger Weise öfter wiederholen und so zur allmählichen Auslaugung des Chymus um so mehr beitragen, als eben dieses Wasser (durch Unlöslichwerden der Gallensäuren) im Darne die von der Leber her gelösten Substanzen immer wieder verliert. Dieses Wasser ist also verschieden befrachtet, je nachdem es von der Leber zum Darne, oder vom Darne zur Leber fliesst; will man ein Bild, so kann man sagen, dieses Wasser durchläuft zwei verschiedene Colatorien, von denen jedes nur für besondere Stoffe permeabel ist.

Man hat ferner der Galle eine generelle chemische Einwirkung auf den Darminhalt zugeschrieben, ist aber dabei zu direct entgegengesetzten Ansichten gelangt. Einige behaupteten nämlich, die Galle wirke *antiseptisch*

1) *Hünefeld*, Chemie u. Medicin. S. 405.

tisch auf die zur Zersetzung geneigten Bestandtheile des Darminhalts, während andre dagegen der Galle gerade die Fähigkeit zuschrieben, der *Metamorphose* jener Stoffe durch ihre eigne Zersetzung eine *bestimmte Richtung* zu ertheilen. Will man sich mit solchen allgemeinen Anschauungsweisen begnügen, so ist wenigstens die erste nicht haltbar; reine Galle kann allerdings auf leicht zersetzbare Stoffe, wie Fleisch u. s. w. antiseptisch wirken; allein in den Darmcanal wird nicht reine, sondern schleimhaltige Galle ergossen, die zur Zersetzung selbst sehr geneigt ist und im Darne sich wirklich zersetzt, wie die einfachste Beobachtung lehrt. Daher könnte man höchstens der zweiten seinen Beifall geben, wornach durch die Galle als eigenthümliches Ferment der Umwandlung der Nahrungsstoffe ein bestimmter Typus ertheilt werden soll. Allein bekennen wir offen, dass die Annahme von *Fermentwirkungen* immer das Zeichen unsrer positiven Unwissenheit über den hezüglichen Process ist. Gehen wir daher zu dem specielleren Nachweise von Umwandlungen über, die durch die Galle in einzelnen Bestandtheilen des Chymus hervorgerufen werden sollen.

Es darf aber trotzdem keineswegs in Abrede gestellt werden, dass die Darmcontenta, wenn sich ihnen keine Galle beimischt, sehr leicht in faulige Zersetzung übergehen; wenigstens findet man nach Unterbindung des Gallengangs bei Thieren (*Frerichs*) ebensowohl als zuweilen bei Ikterischen die Darmcontenta in einen vollkommen putriden Zustand übergegangen. *Frerichs* fand sogar darin jenen mit Salpetersäure eine rosenrothe Färbung gebenden Stoff, welchen *Bopp* unter den Fäulnisproducten der eiweissartigen Körper entdeckt hat. Indessen dürfte auch dieses Moment für den Verdauungsprocess nicht von grossem Belang sein, da Thiere, denen man den Gallengang unterbunden und die Galle durch eine künstliche Fistel nach Aussen abgeleitet hatte, monatelang unter Entleerung normaler Excremente bestehen konnten.

Die von *H. Meckel* concipirte Ansicht; durch Galle werde *Zucker* in *Fett* verwandelt, ist von verschiedenen Seiten widerlegt und von ihm selbst wohl jetzt zurückgenommen worden.

Meckel digerirte Galle mit Zucker und fand nach der Digestion in der Galle mehr Aetherextract, als in mit Zucker digerirter Galle; die Ursache des Irrthums ist leicht zu errathen; Aetherextract ist kein Fett; durch Zucker wird die Umwandlung der schleimbaltigen Galle beschleunigt; es bilden sich die stickstofffreien harzigen Säuren (die in Aether nicht unlöslich sind) bei Gegenwart von Zucker schneller und in grösserer Menge, wie ohne Zucker.

Prout meinte, dass durch Galle die verdauten *Proteinkörper* in coagulables *Eiweiss* verwandelt würden, und *Scherer*¹⁾ glaubte durch einen ingeniosen Versuch jene Behauptung bestätigt zu haben; *Frerichs*²⁾ endlich hat Chymusfiltra durch Galle mehrmals in der Hitze gerinnbar werden sehen. Diese Versuche, obwohl nicht im Geringsten an ihrer Richtigkeit zu zweifeln ist, dürften doch nicht ganz beweiskräftig sein, da

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 9.

2) *Frerichs*, R. Wagn. Wörterb. Verdauung. Bd. 3, S. 336.

wenigstens objectiv schwer zu erweisen ist, dass einerseits alles bereits vorhandene und nur an seiner Coagulirbarkeit verhinderte Eiweiss vorher aus dem Chymus entfernt war, und dass andererseits die Trübung der gemengten Flüssigkeit nicht durch gegenseitige Zersetzungen einzelner Stoffe, sondern durch wahrhafte Coagulation von Albumin durch Hitze oder Casein durch Essigsäure bedingt sei. Aus den von mir möglichst rein dargestellten Peptonen von Albumin, Fibrin oder Casein konnte ich weder durch Galle noch durch andere Mittel (trotz vielfach abgeänderter Verhältnisse) eine durch Hitze oder Essigsäure coagulable Materie darstellen. *Frerichs* legt selbst keinen grossen Werth auf diese Albuminreproduction durch Galle, indem er bemerkt, dass ja nur der geringere Theil der durch den Magensaft gelösten Ingesta in den Darmcanal gelange, der bei weitem grössere aber vom Magen aus direct ins Blut übergehe? und also der Einwirkung der Galle gar nicht unterworfen werde.

Schorer brachte durch Magensaft aufgelöstes Muskelfleisch mit Galle in ein Stück ausgewaschenen Dünndarm, band dessen beide Enden zu, und hing es einige Zeit bei höherer Temperatur in destillirtem Wasser auf; er fand nach einiger Zeit coagulables Eiweiss in dem den Darm umgebenden Wasser. Hier könnte wohl, wie schon *Valentin* bemerkt, noch aus den Gefässen und Drüsen des obwohl mit Wasser abgewaschenen Dünndarms doch noch etwas Albumin ausgezogen worden sein.

Nach so vielen vergeblichen Bemühungen, die Mitwirkung der Galle bei der *Verdauung der Fette* durch unwiderlegliche Gründe darzuthun, dürfte es endlich *Bidder* und *Schmidt*¹⁾ gelungen sein, die exactesten Beweise für jene zwar oft schon ausgesprochene aber meist nur ahnungsweise behauptete Ansicht heizubringen. Es wird daher auch hier wohl am passendsten sein, den von diesen Forschern experimentell geführten Beweisen unmittelbar zu folgen. Versuche an Hunden, denen nach Unterbindung des Ductus choledochus Gallenblasenfisteln beigebracht worden waren, hatten zunächst erwiesen, dass die in den Darm übertretende Galle ohne allen Einfluss auf die Verdauung der eiweissartigen Stoffe und des Stärkmehls sei. Von solchen operirten Thieren waren dieselben Quantitäten albuminöser Nahrungsmittel und zwar gleich vollkommen verdaut worden, wie von nicht operirten Thieren, bei denen die Galle normal in den Darm sich ergiessen konnte. Ganz dasselbe wurde rücksichtlich stärkmehreicher Nahrungsmittel beobachtet; ganz anders verhielt sich dagegen die Sache, wenn die Mengen Fett mit einander verglichen wurden, welche von operirten, und jene, welche von nicht operirten Thieren im Körper zurückgehalten und zu den Zwecken des Lebens verwendet wurden. Es ist schon früher Th. 1, S. 239 der zuerst von *Bous-singault* gefundenen und von *Bidder* und *Schmidt* bestätigten Thatsache Erwähnung gethan worden, dass der thierische Organismus nur eine bestimmte, ziemlich eng begrenzte Quantität Fett vom Darmcanale aus aufzunehmen im Stande sei. Mehrere Versuche an Katzen lehrten, dass

1) *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 215—234.

dieselben von der ihnen gebotenen, fettreichen Nahrung auf 4 Kilogramm Thier stündlich höchstens 0,6 grm. und bei jungen Thieren bis 0,9 grm. aufzunehmen im Stande seien; bei ähnlichen Versuchen mit einem Hunde (5 Klgr. schwer) ergab sich, dass derselbe in 8 Tagen 446,9 grm. Fett resorbirt hatte; also dürfte 1 Klgr. Hund bei hinreichender Fettzufuhr in 4 St. mindestens 0,465 grm. Fett zu verdauen im Stande sein. Bei weitem weniger Fett nahmen aber diese Thiere auf, wenn der Zutritt der Galle zum Darne völlig aufgehoben war; in drei an solchen Thieren ausgeführten Versuchsreihen zeigte sich, dass das eine Mal auf 4 Klgr. Hund bei Abschluss der Galle nur 0,093 grm., das andre Mal 0,065 grm. und das dritte Mal 0,21 grm. resorbirten Fettes kamen. Es geht aus diesen Versuchen zwar deutlich hervor, dass auch ohne Gegenwart von Galle eine gewisse Quantität Fett zur Resorption gelangen kann: allein dieselbe ist im günstigsten Falle $2\frac{1}{2}$ mal geringer, als das unter Mitwirkung der Galle resorbirte Fettquantum. Die entgegengesetzte Erfahrung *Blondlot's*¹⁾, welcher bei seiner mit einer Gallenfistel versehenen Hündin während sehr fettreicher Nahrung kaum Spuren von Fett in den Excrementen fand, deuten *Bidder* und *Schmidt* wohl mit völligem Rechte (aus mehr als einem Grunde) dahin, dass bei dem fraglichen Thiere der Ductus choledochus sich wohl wieder hergestellt haben mochte. Die Theilnahme der Galle an der Verdauung der Fette dürfte also wohl gänzlich ausser Zweifel gesetzt sein, wenn auch keineswegs in Abrede gestellt werden darf, dass ohne Zuthun der Galle ein geringer Theil Fett der Resorption noch anheimfällt.

Da es bekannt ist, dass die weisse Farbe des Chylus hauptsächlich von dem Gehalte desselben an Fett herrührt, so hatte man schon in früherer Zeit sich bemüht, nach Abschneidung des Gallenzufusses zum Darne die Farbe des in den Chylusgefässen enthaltenen Chylus zu beobachten, war aber zu verschiedenen Resultaten gekommen; so glaubten *Brodie*²⁾, sowie *Tiedemann* und *Gmelin*³⁾ sich überzeugt zu haben, dass nach Unterbindung des gemeinschaftlichen Gallenganges trotz fettreicher Nahrung die Chylusgefässe eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit enthielten, während *Magendie*⁴⁾ und neuerdings selbst *Lenz*⁵⁾ unter *Bidder's* und *Schmidt's* Auspicien der Chylus unter ähnlichen Verhältnissen milchweiss erschien. Lässt sich schon *a priori* erwarten, dass unser Urtheil über die mehr oder weniger weisse Farbe, über grössere oder geringere Durchsichtigkeit des in den Chylusgefässen enthaltenen Chylus ein nicht sehr scharfes sein kann, so wird derjenige noch mehr die Unsicherheit dieser Beobachtungsweise begreifen, der öfter auf die Chylusgefässe bei bald nach der Fütterung getödteten Thieren aufmerksam gewesen ist.

1) *Blondlot*, Essai sur les fonctions du foie et de ses annexes, Paris. 1846. p. 52.

2) *Brodie*, Quarterly J. of sc. and arts Jan. 1833.

3) *Tiedemann* und *Gmelin*, die Verdauung nach Versuchen. Bd. 2, S. 24—48.

4) *Magendie*, Précis élémentaire de physiologie T. 2, p. 417.

5) *Lenz*, a. a. O. S. 58.

Hierzu kommt übrigens noch, dass, wie wir oben gesehen haben, auch bei Abschluss der Galle ein Theil Fett resorbirt wird und dieses somit den Chylus einigermaassen milchweiss machen kann. Deshalb war auch hier der einzige Weg, der zu einer sichern Entscheidung führen konnte, die quantitative Bestimmung. Diesen Weg schlug daher auch *Schmidt* ein. In dem aus dem Ductus thoracicus entlehnten Chylus fand dieser Forscher bei mit Gallenblasenfisteln versehenen Hunden das eine Mal 0,834% mit andern organischen Substanzen gemengter Fettsäuren, das andre Mal neben 0,113% Fettsäuren 0,190% freies Fett, während der Chylus eines gesunden 8 St. vor dem Tode mit Rindfleisch genährten Hundes 3,244% freies Fett neben 0,058% Fettsäuren enthielt. Während die Differenzen dieser Chylusarten in dem Fettgehalte so auffallend hervortraten, wurden in den quantitativen Verhältnissen der übrigen Chylusbestandtheile nur sehr geringe Schwankungen beobachtet. Auch diese Erfahrung bestätigt also vollkommen den anderweit erwiesenen Satz, dass die Galle zur Fettresorption wesentlich beitrage.

Ist durch diese Versuche die Unentbehrlichkeit der Galle bei Aufnahme der Fette in die Säftemasse des thierischen Organismus ziemlich evident dargethan, so wird damit die Wirkungsweise derselben bei jenem Prozesse noch nicht erklärt; ja diese Erfahrung muss uns um so auffallender erscheinen, als directe mit Fett und Galle angestellte Versuche kein Verhältniss andeuten, welches eine Erklärung jener Wirkungsweise gestattete. Die Galle besitzt das Vermögen, mit Fett eine Emulsion zu bilden, in weit geringerem Grade, als der pankreatische Saft, und besässe sie selbst diese Eigenschaft in erheblichem Maasse, so würde, wie schon oben angedeutet, durch die feine Vertheilung des Fettes noch keineswegs dessen Resorbirbarkeit erklärt sein; denn da die Häute und Zellen des Darms fortwährend von wässriger Feuchtigkeit durchdrungen sind und niemals an einer Stelle auszutrocknen vermögen, so ist vom physikalischen Gesichtspunkte durchaus nicht einzusehen, wie das ölige Fett jene Membranen durchdringen könne. Man hat deshalb angenommen, das Fett werde durch das Alkali der Galle verseift: allein da der grösste Theil des Chylusfettes unverseiftes Fett ist, so war man gezwungen, entweder von dieser Hypothese gänzlich abzustehen oder mit *Moleschott*¹⁾ anzunehmen, dass die im Darne (wohl auch durch den Bauchspeichel) verseiften Fette alsbald wieder in den Lymphgefässen zu neutralen würden. Diese letztre Ansicht möchte aber, abgesehen von ihrer teleologischen Unwahrscheinlichkeit, wohl kaum Beifall finden, wenn man erwägt, dass im Darmcanale sich nach Fettnahrung nur Spuren von Fettsäuren finden, dass schon in den Epithelien und Zellen der Zotten unverseiftes Fett nachweisbar ist, und dass nach *Schmidt's* Versuchen bei Abschluss der Galle der Chylus gerade ärmer an freiem Fett wird, während der Gehalt desselben an

1) *Moleschott*, *Physiol. des Stoffwechsels*. Erlangen 1854. S. 209.

Fettsäuren sich gleich bleibt. Die Galle besitzt endlich ein so sehr geringes Lösungsvermögen (nach *Bidder* und *Schmidt* gar keins) für neutrale Fette (selbst für Fettsäuren ist es nach Versuchen von *Lenz* nicht sehr erheblich), dass die abgesonderte Galle völlig unzureichend sein würde, um das ganze Fett aufzulösen, welches wir stündlich resorbirt werden sehen. Man hat nun wohl daran gedacht, dass einzelne Stellen der innern Darmoberfläche vielleicht im Voraus nur zur Aufnahme von Fett befähigt seien und daher nur Fett durch sich hindurchdringen lassen, allein dann müsste die Hülfe der Galle bei der Fettresorption völlig überflüssig erscheinen. Da nun aber die Nothwendigkeit der Galle zu diesem Zwecke einmal dargethan ist, so bleibt in der That nichts übrig, als anzunehmen, dass die Galle veränderte Adhäsionsverhältnisse zwischen den öligen Flüssigkeiten und den wässrig feuchten Membranen bedinge, durch welche alsdann der Durchtritt des Fettes durch jene Membranen erzielt würde. Die Lehre von dem physikalischen Verhalten verschiedenartiger Flüssigkeiten zu verschiedenen Membranen ist noch so wenig ausgebildet, dass eine solche Annahme, wie die oben ausgesprochene, gerade nichts Unstatthafes haben dürfte; ja *Bidder* und *Schmidt* führen einen Versuch an, der ziemlich entschieden auf ein solches Verhältniss hindeutet; derselbe bestand nämlich darin, dass sie zwei gläserne Capillarröhren, von denen die eine vorher innen mit Galle befeuchtet war, in Oel tauchten; das Oel stieg viel höher in dem mit Galle benetzten Röhren, als in dem andern, welches völlig trocken oder mit salzhaltiger Flüssigkeit befeuchtet war. Durch sorgfältige unter *Schmidt's* Leitung von *Wistinghausen*¹⁾ angestellte Versuche über das Verhalten der Fette bei Mengung mit Gallensäure zu Endosmose und Capillaritätsanziehung ist diese Erklärungsweise der Fettabsorption ausser allen Zweifel gesetzt worden.

Auch im Betreff der Entstehung der Galle ist man in neuerer Zeit zu bestimmterem Wissen gelangt, während man sich früher zu sehr verschiedenen obwohl oft sehr abenteuerlichen Ansichten darüber veranlasst gesehen hatte. Der Ausgangspunkt der Untersuchung über diesen Gegenstand ist zunächst in Erledigung der Frage zu suchen, wo die Bildung der Gallenbestandtheile vor sich gehe, d. h. ob bereits im Blute oder erst im secernirenden Organe? Die Mehrzahl der vielfach constatirten Thatsachen spricht dafür, dass die Hauptbestandtheile der Galle erst in der Leber selbst und zwar aus einzelnen Bestandtheilen des dieser von der Pfortader zugeführten Blutes gebildet werden. Schon ein Vergleich der histologischen Formation der Leber mit der der Nieren deutet darauf hin, dass in der Leber eine reine Transsudation, ein blosses Durchfiltriren einzelner Bestandtheile wie bei den Nieren, nicht stattfinden könne. Wir wissen, dass in der Leber die feinsten Blutgefäße von den die Galle ausführenden feinsten Canälen durch eine dichte Lage ziemlich grosser Zellen

1) *Wistinghausen*, Dissert. inaug. Dorp. Livon. 1854.

(F. T. 8. F. 4) getrennt sind, dass also in jedem Falle die aus dem Blute austretenden Stoffe erst lebensfähige Zellen passieren müssen, ehe sie in die Gallencanäle übertreten können. Diese Zellen können nicht mit Epithelialzellen, z. B. denen der Bellinischen Röhrchen, verglichen werden; denn sie selbst umschliessen die Endigungen der Gallencanäle (mögen diese blinde und ampullenförmig erweiterte Enden oder feinste Schlingen bilden); sollten die feinsten Gallencanälchen eine Membrana propria besitzen, so liegen jene reihenweisen und blinddarmförmig vereinigten Zellen ausserhalb derselben, sind also dadurch z. B. von den an der Harnabsonderung vollkommen unbetheiligten Epithelien der Canaliculi contorti der Nieren wesentlich verschieden. Besonders weist aber der durch das Mikroskop wahrnehmbare Inhalt dieser Zellen auf eine Umarbeitung des aus dem Blute resorbirten Materiales hin; man findet nämlich in ihnen ausser dem runden Kerne eine variable Menge kleiner Molecüle und Bläschen, die sehr häufig zu deutlichen Fetttropfchen werden, sehr oft findet man sie auch erfüllt mit einer gelblichen Materie, die bald als einzelne discrete Molecularkörnchen, bald als diffuse Masse erscheint. Was die farblosen Fetttropfchen betrifft, so müssen diese nothwendiger Weise in den Zellen selbst eine Metamorphose erleiden, da in der Galle sich im Ganzen nur sehr wenig freies Fett vorfindet. Einigen von mir angestellten Beobachtungen zufolge, die ich über den morphologisch erkennbaren Inhalt der Leberzellen bei verschiedene Zeit nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln getödteten Hunden und Kaninchen anstellte, ist die physische Beschaffenheit des Leberzelleninhalts je nach der Dauer des Verdauungsprocesses verschieden. Diese und andere namentlich von *Meckel*¹⁾ und *Leidy*²⁾ hervorgehobene histologische Verhältnisse deuten schon darauf hin, dass die aus dem Blute aufgenommenen Stoffe in diesen Zellen selbst erst zu Galle verarbeitet werden. Für diese Ansicht sprechen auch die meisten der bis jetzt bekannt gewordenen physiologischen Thatsachen. Grossen Wasserfröschen öffnete *I. Müller* so wie nach ihm *Kunde*³⁾, nach Trennung der Bauchhaut und Unterbindung der Pfortader von den Bauchdecken aus, die Unterleibshöhle; alle Anheftungspunkte der Leber wurden mit Fäden abgeschnürt und nun die Leber vollständig exstirpirt; die operirten Thiere wurden bei niedriger Temperatur in engen, trocknen Gefässen aufbewahrt und, wenn sie nach 2 bis 3 Tagen noch lebten, das Blut nach Amputation der Oberschenkel gesammelt. Da man aus *Blondlot's* Versuchen sowohl als aus pathologischen Beobachtungen zu schliessen berechtigt ist, dass 2 bis 3 Tage nach Verstopfung der Gallencanäle Icterus einzutreten pflegt, so hätte man hier im Blute sehr viel Gallenpigment und Gallensäure finden müssen, wenn die Bildung der wesentlichsten Gallenbestandtheile ausserhalb der Leber vor sich ginge:

1) *Meckel*, Müller's Arch. 1846.

2) *Leidy*, Americ. Journ. of med. Science for Jan. 1848.

3) *F. Kunde*, Dissert. inaug. Berol. 1850.

allein aller angewendeten Mühe ungeachtet war keine Spur jener von uns mit Sicherheit erwarteten Stoffe in solchem Blute zu finden. Eine sehr sorgfältige Untersuchung hat in dieser Beziehung neuerdings *Moleschott*¹⁾ angestellt, indem er, wie *Kunde*, Fröschen die Leber extirpirte, diese aber länger am Leben zu erhalten verstand. *Moleschott* fand weder im Blute, noch in der Lymphe, noch im Fleische, noch im Harn so operirter Frösche eine Spur von den harzigen Säuren oder dem Pigmente der Galle. Dass die wesentlichen Bestandtheile der Galle erst in der Leber gebildet werden, möchte somit ausser Zweifel gesetzt sein.

Es ist ferner bekannt, dass die Gallensecretion sich von allen andern Secretionen dadurch unterscheidet, dass sie von dem Capillarsysteme einer Vene ausgeht, und dass selbst das Blut der Leberarterien erst venös geworden ist, ehe es mit den feinsten Verzweigungen der Gallencanäle in Berührung kommt; denn die rami vasculares der Leberarterie gehen, wie wohl *Kiernan* zuerst nachgewiesen hat, in einen Venenplexus über, der sich nicht in die Lebervenen, sondern in die feineren (nicht die feinsten) Verzweigungen der Pfortader mündet und auf diese Weise den hepatischen Antheil oder die Leberwurzeln des Pfortadersystems bildet. Die Absonderung des Materials der Galle geschieht also aus rein venösem Blute; ganz anders als die Absonderung z. B. bei der Niere, der arterielles Blut und mit diesem die durch den respirirten Sauerstoff erst excrementitiell gemachten Stoffe (Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure u. s. w.) zugeführt werden, und wo diese Stoffe, ohne eine dichte Lage von Zellen passiren zu müssen, auf eine einfacher Transsudation sehr ähnliche Weise aus den Gefässen in die Harncanälchen übertreten. Dass in den »Leberläppchen« selbst, d. h. an den Orten, wo die feinsten Capillarnetze der Pfortader durch die Maschennetze der Leberzellen von den kleinsten Gallencanälen (nach *E. H. Weber* noch viel kleiner als das feinste Blutcapillargefäss) getrennt sind, die Umwandlung von Blutbestandtheilen zu Galle nur höchst langsam von Statten geht, also eine weiter ausgreifende Art der Metamorphose erzielt wird, geht wohl auch aus der grossen Langsamkeit hervor, mit welcher das Blut die Leber durchströmt. Erwägt man nämlich, dass das Blut der Pfortader bereits aus einem Capillarnetz gesammelt worden ist, und nun ohne weitere mechanische Hilfsmittel noch einmal den Widerstand der Reibung im zweiten Capillarnetz zu überwinden hat, dass überdies die Venen, in welche die Pfortaderverästelungen sich münden, selbst eines gewöhnlichen Beförderungsmittels des Blutlaufs in den Venen, der Klappen, entbehren: so kann man sich den Blutlauf in der Leber nur, als einen höchst langsamen vorstellen. *Joh. Müller* und *E. H. Weber* haben selbst durch directe mikroskopische Beobachtung an den Larven der Salamander und an Fröschen sich von der Richtigkeit jener Voraussetzung überzeugt. Bei dieser Sachlage kön-

1) *Moleschott*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 44, S. 479—496.

nen wir uns ebensowenig darüber verwundern, dass *Bidder* und *Schmidt* erst 2 Stunden nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln die Gallensecretion sich vermehren und erst nach 15 Stunden ihren Höhepunkt erreichen sahen, als über die grosse Häufigkeit von Leberhyperaemien und so oft damit zusammenhängenden Haemorrhoidalcongestionen.

Wenn aber die grosse Langsamkeit des Blutlaufs in der Leber uns zur Annahme einer eigenthümlichen Verarbeitung des fraglichen Materials in den Leberzellen drängt, so deutet auch die Quelle der Stoffe, welche in das Pfortaderblut gelangen, auf eine eigenthümliche Function der Leber als metamorphosirenden Organes hin. Das aus dem Magen, dem ganzen Darmcanale und dem Mesenterium abströmende venöse Blut sammelt sich in der Pfortader; es muss also ein grosser Theil der von den Venen dieser Theile in keineswegs geringer Menge aufgesogenen Nahrungsstoffe der Leber zugeführt werden; auch die Venen des Pankreas und hauptsächlich die der Milz ergiessen ihr Blut in die Pfortader. Wir werden später bei der chemischen und physikalischen Untersuchung des Blutes sehen, dass der Charakter des Pfortaderblutes verschieden ist, je nachdem diese Vene mehr Blut aus dem Magen und Darmcanale während der Verdauung aufgenommen hat oder mehr Blut aus den Milzvenen, die an sich eine von anderm venösem Blute sehr differente Flüssigkeit führen. Wir werden aber finden, dass das Lebervenenblut ebenso verschieden ist von dem Pfortaderblute (sei es verglichen mit dem während des Hungerns oder während des Verdauungsprocesses gesammelten), als von dem Blute jedes andern Venensystems. Das Blut erleidet in der Leber so auffallende Veränderungen, wie in keinem andern Organe bei seinem Uebergange aus dem arteriellen in den venösen Zustand. Die Veränderungen sind aber nicht der Art, dass dieses Blut in der Leber einzelne Bestandtheile einfach abgäbe, sondern einzelne seiner Bestandtheile haben, wie wir weiter unten beweisen werden, auch ganz bestimmt ausgesprochene chemische Veränderungen erlitten. Dazu kommt, dass die Gegenwart der wichtigsten Bestandtheile der Galle (trotz mancher gegentheiligler Behauptungen) in dem Pfortaderblute, selbst wenn grosse Mengen in Arbeit genommen wurden, praeformirt durchaus nicht nachgewiesen worden ist.

Die triftigsten Gründe gegen die Ansicht, wornach die Galle in der Leber selbst aus heterogenen Bestandtheilen gebildet werden soll, hat man theils aus der vermeintlichen Analogie der Gallensecretion mit der Nierensecretion, theils aus gewissen *pathologischen* Erscheinungen abgeleitet. Dass die Analogie zwischen Nieren- und Lebersecretion sich eigentlich nur auf das Wort Absonderung beschränkt, ist selbst aus den von uns gegebenen Andeutungen über die Verschiedenheit im Bau beider Organe schon ersichtlich. Was aber die aus der Pathologie entlehnten Thatsachen betrifft, so sprechen auch diese im Ganzen weit mehr für die Bildung der Galle in den Leberzellen, als für eine vorgängige Entstehung der Gallenbestandtheile im Blute. Gerade bei Erkrankungen des Leberparenchyms kommt Ikterus sehr selten vor; bei Fettleber, Speckleber

und der seltenen Lebertuberculose wohl niemals, ebensowenig bei der einfachen und rothen Atrophie der Leber, selbst bei granulirter Leber und Leberentzündung nur selten; constant stellt sich Ikterus eigentlich nur bei Krankheiten der Gallenwege und acuter, gelber Leberatrophie ein. Würde durch Unterdrückung der Lebersecretion eine Anhäufung wahrhafter (chemisch nachweisbarer) Gallenstoffe im Blute bedingt, so müsste in den genannten Krankheiten, von welchen das Parenchym der Leber befallen wird, Ikterus eben so häufig eintreten, als bei gehemmter Excretion der Galle. Nun ergreifen zwar jene Krankheiten selten das ganze Parenchym der Leber (Hepatitis nie; bei ihr kommt Ikterus aber auch selten vor), so dass also wohl ein Theil der Leber immer noch für Ausscheidung der Galle aus dem Blute sorgen könnte: allein degegen sprechen wiederum die Erfahrungen, wo neben dem Ikterus noch sehr viel Galle in den Darm übergeht (z. B. oft bei Pyaemie, beim gelben Fieber, nach Vipernbiss und selbst bei von Ikterus begleiteten Pneumonien), sowie überhaupt Ikterus vorkommen kann in Krankheiten, in welchen keine organische Veränderung des Leberparenchyms und der Gallengänge nachzuweisen ist. Es geht hieraus wenigstens so viel hervor, dass man aus dem Auftreten von Ikterus nicht jedesmal auf eine Störung der Lebersecretion oder Gallenausscheidung schliessen und hierauf sein Urtheil über Unterdrückung der Gallenabscheidung oder Gallenbildung in der Leber begründen darf. Für die Beurtheilung der Gallenab- und ausscheidung aus dem Auftreten des Ikterus fehlt es noch sehr an positiven Unterlagen; die verschiedenen Verhältnisse, welche den Eintritt desselben begleiten oder bedingen, sind noch so wenig erforscht, dass man selbst aus Zuständen, wie die acute gelbe Leberatrophie (wo neben plötzlichem Auftreten von Ikterus selbst die Zellen der Leber veröden und zerstört werden) auf eine Bildung wahrer Galle im Blute zu schliessen keineswegs berechtigt ist.

Wir erlauben uns in dieser Hinsicht nur auf einige Punkte aufmerksam zu machen, die bis jetzt für die pathologischen Verhältnisse noch keineswegs genügend erforscht sind: es ist z. B. durchaus noch nicht nachgewiesen, ob mit dem Eintreten des Ikterus auch immer andre Gallenstoffe und besonders die copulirten harzigen Säuren im Blute gefunden werden; ja es ist sogar einigen Beobachtungen nach nicht unwahrscheinlich, dass Icterus vorhanden sein kann, ohne dass die Gallensäuren im Blute gefunden werden. Wäre es bisher möglich gewesen nachzuweisen, welche Gallensäure, d. h. ob die gepaarten Säuren oder Cholsäure (Cholalsäure Str.) oder Choloïdinsäure im Blute bei Ictericischen oder Nichtictericischen vorkomme: so hätte man etwa beurtheilen können, ob die Resorption derselben von der Leber aus durch die Lymphgefäße oder vom Darmcanale aus geschehen sei; allein jetzt können wir bei der Unsicherheit der Pettenkofer'schen Gallenprobe uns höchstens subjectiv von der Gegenwart gallenharziger Säuren überzeugen. Die Lymphgefäße spielen bei der Resorption der Galle unstreitig eine höchst wichtige Rolle, ja nur sie allein können von der Leber aus Galle resorbiren: denn die Venenplexus der Arteria hepatica münden ja in die Pfortader und würden den Leberzellen die eben erst resorbirte Galle wieder zuführen. Im Leichname imbibirt sich die Galle so leicht in benachbarte Theile; an lebenden Thieren finden wir dies nicht; wir würden die Imbibition der Galle wahrscheinlich aber auch im Leben beobachten, wenn dieselbe

nicht alsbald durch die die Leberoberfläche wie die Gallengänge und Gallenblase begleitenden und umstrickenden Lymphgefässe alsbald resorbirt würde. Man glaubt sich überzeugt zu haben, dass manche Stoffe in den Lymphgefässen chemische Veränderungen erleiden; man weiss aber nicht, ob Gallenfarbstoff und Gallensäuren in dem gesunden Lymphsystem unverändert fortgeführt werden oder daselbst auch Umwandlungen erleiden. Wir wissen also nicht, ob bei jenen Krankheiten, wo Ikterus ohne nachweisbare organische Veränderungen der Leber vorkommt oder wo neben Ikterus viel Galle in den Darm übergeht, die Lymphgefässe vielleicht ihre Schuldigkeit nicht thun. Nach Versuchen von Injectionen filtrirter Galle in die Venen zu schliessen, dürfte wohl das Blut im normalen Zustande die Fähigkeit besitzen, umwandelnd auf die Gallenstoffe einzuwirken; kann doch bei vollkommener Verstopfung des Ductus choledochus das Leben jahrelang leidlich bestehen; man weiss aber nicht, ob das Blut in fieberhaften und entzündlichen Zuständen, wo die Oxydation desselben erheblich vermindert ist, die Fähigkeit verliert, diese Gallenstoffe gleich den Extractivstoffen, der Harnsäure, dem Cystin u. s. w. umzusetzen. Warum tritt zu Fettleber Ikterus nur, wenn acute Krankheiten intercurriren? Warum kommt bei Speckleber, wo selbst eine wenig gefärbte, wässrige Galle abgesondert wird, niemals Ikterus vor: während doch die in das Leberparenchym eingebettete colloïde Substanz die Leberzellen unversehrt gelassen hat? Bei granularer Leber findet man viele der feineren Gallengänge obliterirt, die Lebergranula daher mit Galle erfüllt, und doch fehlte während des Lebens der Ikterus. Die acute gelbe Leberatrophie ist eine (ausser von *Rokitansky*) noch wenig beobachtete und noch weniger untersuchte Krankheit; von den chemischen Metamorphosen in derselben wissen wir nichts. Es will uns also scheinen, als ob man aus den nackten Beobachtungen am Krankenbette und Secirtische noch nicht berechtigt sei, Folgerungen für eine Bildung der Galle im Blute und auf einen Ikterus wegen Unterdrückung der Gallensecretion zu deduciren.

Ist nun die Ansicht, welche den Heerd der Gallenbildung in die Leber selbst versetzt, durch die angeführten anatomischen und physiologischen Thatsachen höchst wahrscheinlich gemacht und durch unsre pathologischen Erfahrungen wenigstens nicht widerlegt, so liegt es nahe, die der Leber zugeführten Säfte mit den aus ihr wieder abfliessenden zu vergleichen; denn gerade durch den Vergleich des Aufgenommenen mit dem wieder Abgehenden dürfen wir hoffen, gewisse Anhalts- und Begrenzungspunkte zu gewinnen, um uns ein chemisches Bild von der Bereitung der Galle aus verschiedenen organischen Elementen verschaffen und wenigstens nicht allzuweit von der Wahrheit abirren zu können. Ist es einmal constatirt, dass die Pfortader hauptsächlich der Leber das Material zuführt, so haben wir wohl im Blute dieser Vene die Stoffe zu suchen, welche zur Gallenbereitung verwendet werden; gelangt nun die chemische Untersuchung so weit, dass wir einen Vergleich zwischen der Constitution des Pfortaderbluts und der des Lebervenenbluts anstellen können, so muss aus diesem selbst ein Hinweis auf die Entstehung der Galle und die Function der Leber hervorgehen.

Leider ist die chemische Analyse noch nicht so weit, um allen, ja nur vielen erwarteten Aufschlüssen Rechnung zu tragen: allein einzelne der Beweise, welche für diese oder jene Anschauungsweise geltend gemacht worden sind, können doch durch sie erhärtet oder widerlegt werden. Wir werden unter »Blut« ausführlicher auf die von uns ausgeführten Parallelanalysen des Pfortader- und Lebervenenbluts eingehen und daher in der folgenden Deduction nur auf die bezüglichlichen Resultate derselben hinweisen.

Der Vergleich beider Blutarten scheint uns weit mehr durch die Mangelhaftigkeit unsrer chemisch-analytischen Mittel, als etwa durch das dem Lebervenenblute beigemengte, aus der Leberarterie entsprungene Blut und die durch die Lymphgefäße dem zugeführten Material entzogenen Stoffe getrübt zu werden. Was die Zufuhr des venös gewordenen Bluts der Leberarterien betrifft, so ist diese jedenfalls sehr gering; denn abgesehen von dem Lumen der Leberarterie, welches dem der Pfortader um ein Bedeutendes nachsteht (Querschnitt der Leberarterie = 4,909 Quadratlinien, der der Pfortader = 38,484 \square '' nach Krause und Valentin) muss aus einfachen physikalischen Gründen die Schnelligkeit des Blutlaufs in den von der Leberarterie abhängigen Venen fast ebenso gering werden, als in den gleich grossen Pfortadercapillaren. Die Lymphgefäße scheinen aber mehr das Material, welches aus der durch die Leberarterie vermittelten Ernährung der Gefäße und Gallengänge hervorgegangen ist, aufzusaugen, und ausserdem etwa bereits gebildete Gallenstoffe abzuführen. Aus diesen Gründen dürfte wohl der Vergleich zwischen dem Blute des zuführenden und abführenden Venensystems immer noch ziemlich stringent bleiben.

Gehen wir nun zur Betrachtung der *einzelnen Gallenstoffe* über, und fragen, ob diese und welche im Pfortaderblute bereits präformirt enthalten sind, so gelangen wir zu dem Resultate, dass gerade die wesentlichsten Bestandtheile der Galle in dem Pfortaderblute nicht nachweisbar sind. Die Gegenwart der harzigen Gallensäuren, also hauptsächlich Cholsäure oder Choloïdinsäure, in der Pfortader haben selbst diejenigen gemuthmaasst, welche nicht an eine Bildung dieser Säuren ausserhalb der Leber glauben; ja man musste sie erwarten, da man die Resorption eines Theils der in den Darmcanal ergossenen Galle von den Venen aus annehmen zu dürfen glaubte, und da alsdann die Rudimente jener resorbirten Galle nothwendiger Weise sich in der Pfortader wieder sammeln mussten; allein diese harzigen Gallensäuren sind im Pfortaderblute selbst bei der sorgfältigsten unter den verschiedensten Verhältnissen angestellten Untersuchung durchaus nicht nachzuweisen. Wenn man z. B. durch Zucker und Schwefelsäure Gallenstoffe im Pfortaderblut gefunden zu haben glaubt, so ist dies ein Irrthum, herbeigeführt durch die der Pettenkofer'schen Probe ähnliche Reaction der Elayne und Oelsäure.

Wir haben bereits im ersten Theile (S. 123 u. 254—256) ausführlicher die Gründe auseinandergesetzt, welche für die Ansicht sprachen, dass die *harzige stickstofffreie Säure* der Galle hauptsächlich aus den Fettstoffen des Pfortaderblutes und zwar wohl vorzugsweise aus der Elayne hervorgehe; wir kommen daher hier nicht erst wieder darauf zurück, und wiederholen nur, dass der Leber weit mehr Fett durch die Pfortader zugeführt, als ihr durch die Lebervenen entzogen wird.

Leichter begreiflich und kaum in Zweifel zu ziehen ist die Ansicht, dass die stickstoffhaltigen Paarlinge jener harzigen Säure, das Taurin und Glycin, der regressiven Metamorphose stickstoffhaltiger Organtheile entspringen: allein schwieriger dürfte zu erweisen sein, dass diese Paarlinge sich erst in der Leber bilden. Wären unsre analytischen Hilfsmittel zur Entdeckung geringer Mengen Glycin und Taurin so scharf, wie wir es wünschen möchten, so würden wir aus der Erfahrung, dass im Pfortaderblut weder Glycin noch Taurin nachgewiesen werden kann, den Schluss ziehen, dass auch diese Stoffe sich erst in der Leber aus andern

bilden, zumal da wir eignen Erfahrungen nach in der Leber aus dem Pfortaderblute¹⁾ stickstoffhaltige Stoffe, z. B. Fibrin, verschwinden sahen, von denen im Lebervenenblute keine Spur mehr zu erkennen ist.

Zur Aufsuchung von Taurin und Glycin im Pfortaderblute nahm ich 450 grm. in Arbeit, vermochte aber durch die Th. 1, S. 177 u. 143 angegebenen Mittel auch nicht eine Spur derselben nachzuweisen. Dagegen findet sich soviel Schwefel im Pfortaderblute gegenüber dem Schwefelgehalte des Lebervenenbluts, dass man in ersterem einen Stoff vermuthen darf, der sich leicht in Taurin umsetzt.

Von *Fr. Chr. Schmid*²⁾ ist die Asche des Pfortaderblutes reicher an Schwefelsäure gefunden worden, als die des Jugularvenenbluts; man könnte daher auf den Gedanken kommen, die Schwefelsäure des Pfortaderblutes werde in der Leber mit zur Bildung des schwefelhaltigen Paarlings verwendet; allein dem ist nicht also. Bekanntlich ist die Schwefelsäurebestimmung in jeder Aschenanalyse die unsicherste Bestimmung, die nur in der analytischen Chemie vorkommt, da zu viel von Neben Umständen (Art des Glühens, Gegenwart schwer verbrennlicher Kohle oder Mangel an Alkalien, mit denen sich die gebildete Schwefelsäure verbinden könnte) abhängt, ob mehr oder weniger Schwefel verflüchtigt wird. Aber selbst nach dieser ungenauen Bestimmung fand ich zwischen Pfortader- und Lebervenenblut nicht die Differenz, welche *Schmid* zwischen Pfortader- und Jugularvenenblute gefunden hat. Die praeformirte Schwefelsäure im Wasserextracte des Pfortader- und Lebervenenbluts scheint variabel zu sein; allein durchgängig erhielt ich für das Serum des Lebervenenbluts immer etwas mehr Schwefelsäure, als für das des Pfortaderbluts; diese Vermehrung ist indessen nur relativ; denn das Serum der Pfortader, indem es sich in das der Lebervenen verwandelt, verliert nicht nur viel Wasser, sondern auch Albumin, wie wir später nachweisen werden. So viel dürfte aber wohl hieraus mit Sicherheit hervorgehen, dass praeformirte Schwefelsäure eben so wenig zur Bildung des schwefelhaltigen Paarlings beiträgt, als sie in die Galle übergeht.

Vergleicht man aber durch Anwendung trockner Oxydationsmittel, z. B. Kali und Salpeter, den Schwefelgehalt beider Blutarten, so stellt sich allerdings ein größerer Reichthum des Pfortaderblutrückstands an Schwefel heraus. Durchschnittlich fand ich in 400 Th. des festen Rückstands des Pfortaderbluts = 0,393 Th. Schwefel (alle Schwefelsäure auf Schwefel berechnet), in dem des Lebervenenblutes 0,331 Th. Der zur Bildung jenes Paarlings verwendete Schwefel ist also im Pfortaderblute bereits ebenso verborgen (noxydirt) oder gebunden, wie im Paarlinge selbst. Es wäre nun zu erforschen, von welcher Substanz er seinen Ursprung nimmt?

Die hauptsächliche Quelle des Schwefels der Galle und des Taurins möchte wohl insbesondere in dem völligen Untergange des Fibrins in der Leber zu suchen sein. Das, was in den von *Schultz* und *Simon* früher ausgeführten Analysen des Lebervenenblutes als solches berechnet worden ist, darf nicht für Fibrin gehalten werden, sondern es sind nichts, als die Hüllen der durch Wasser ihres Inhalts beraubten Blutkörperchen. Mögen daher die sogenannten Extractivstoffe mit zur Bildung der stickstoff- und schwefelhaltigen Paarlinge der Cholsäure beitragen oder nicht, so ist es doch nicht unwahrscheinlich, dass das Fibrin des Pfortaderblutes mit dazu verwendet wird. Dass aber jene Paarlinge erst in der Leber gebildet werden, dafür dürfte nicht bloß ihr Fehlen im Pfortaderblute sprechen, sondern ein rein chemischer Grund: wie wir im 1. Th. gesehen haben, sind in der Glyko- und Tauricholsäure Glycin und Taurin nicht füglich als praeformirt anzusehen; es ist aber die gewöhnliche Regel (von der nur wenige Ausnahmen bekannt sind), dass die so gepaarten Verbindungen nicht aus den Paarlingen gebildet werden, in welche sie bei der Zersetzung zerfallen; es ist also nach den bisherigen chemischen Erfahrun-

1) *Lehmann*, Ber. der k. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1851. S. 462.

2) *Fr. Chr. Schmid*, *Heller's Arch.* Bd. 4, S. 323.

gen unwahrscheinlich, dass jene gepaarten Säuren aus bereits praeformirtem Taurin oder Glycin und Cholsäure gebildet würden. Ueberdies lässt sich aber im thierischen Organismus, wo wenigstens complexere Verbindungen in einfachere zerlegt werden (wo die sog. retrograde Metamorphose vorwaltet), wohl nicht erwarten, dass namentlich bei der Bildung von Ausscheidungstoffen einfachere Substanzen sich zu complicirteren vereinigen.

Ein anderer wesentlicher Bestandtheil der Galle ist das Pigment; auch dieses ist in dem Pfortaderblute praeformirt nicht nachzuweisen; es ist aber schon (im 4. Th. S. 295) davon die Rede gewesen, dass das Gallenpigment sich aus dem Blutpigmente bilde. Wir fügen hier nur noch hinzu, dass, wenn das Cholepyrrhin wirklich aus der Umwandlung des Haematins hervorgeht, dies wenigstes im normalen Zustande auch in der Leber geschehen wird. Es scheint nämlich keine blosser Phantasie zu sein, wenn man die verzerren, fleckigen, unregelmässigen Blutkörperchen im Pfortaderblute hungernder Thiere für alternde Zellen hält; denn wir finden wenigstens, dass die aus der Leber durch die Lebervenen hervorgehenden Blutzellen ganz den Charakter zeigen, welche man den jugendlichen Blutzellen zuschreibt; die Pfortaderblutzellen werden also wohl in der Leber nicht verjüngt, sondern gehen daselbst unter, und ihre Trümmer werden zum Theil (wie z. B. das Eisen) zur Bildung von neuen Blutkörperchen verwendet, zum Theil aber in Ausscheidungstoffe verwandelt; es ist also wohl denkbar, dass das Haematin unter theilweisen Verlust von Eisen sich in Cholepyrrhin umwandle, welches in den Gallencanälchen den andern Bestandtheilen der Galle sich beimengt.

In mehreren vergleichenden Analysen beider Blutarten fand ich in 600 grm. Blutzellen des Pfortaderblutes = 0,384 grm. metallisches Eisen, in den jenen entsprechenden 760 grm. Blutzellen des Lebervenenblutes = 0,333 grm. Eisen. Es geht hieraus trotz der Grösse der hierbei möglichen Beobachtungsfehler so viel mit Sicherheit hervor, dass das Eisen der alternden Blutkörperchen des Pfortaderblutes mehr als ausreichend ist, um die jungen Blutzellen des Lebervenenblutes mit der ihm nöthigen Eisenquantität zu versorgen. Würden wir die Ansicht für statthaft halten, dass der Eisengehalt der Blutkörperchen oder des Haematins auf dessen Farbe influenzire, so würden wir hierbei auf die durchaus verschiedene Färbung des Pfortader- und Lebervenenblutes aufmerksam machen; schon *Fr. Chr. Schmid* hat auf die dunkelbraune, zuweilen sammetartig schwarz erscheinende Farbe des Pfortaderblutkuchens aufmerksam gemacht; die Blutkörperchen des Lebervenenblutes erscheinen aber, namentlich in dünnern Schichten, immer intensiv purpurviolett, eine Färbung, die ich am Pfortaderblute nie beobachtet habe, auch in anderm Venenblute nie in diesem Grade. Ob jenes Minus von Eisen im Lebervenenblute hier nur durch Beobachtungsfehler bedingt sei, oder als in die Galle übergegangen betrachtet werden müsse, wage ich trotz dreier sehr gut übereinstimmender Versuche nicht zu entscheiden. Da man jedoch in der Galle so oft Eisen gefunden hat, so dürfte die gefundene Zahlendifferenz doch wohl in der Natur der in der Leber vorgehenden Umwandlungen selbst begründet sein, und demnach ein Theil des von der Pfortader zugeführten Eisens durch die Leber an den Darmcanal abgegeben werden. Im Serum des Pfortaderblutes fand ich übrigens, sobald dies frei von rothen Blutzellen war, kein Eisen.

Von den übrigen organischen Bestandtheilen der Galle hat immer das Cholesterin besondere Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Dieser Stoff

findet sich, wie wir (im 1. Th. S. 259) gesehen haben, auch im normalen Blute; in dem der Pfortader ist er auch enthalten, jedoch wegen des Ueberwiegens der eigentlichen Fette nur schwierig durch mikroskopische Untersuchung und Messung nachzuweisen. Abgesehen hiervon deutet das häufige Vorkommen von Cholesterin in pathologischen Producten (namentlich in serösen, abgesackten Exsudaten, z. B. Hydrocele) ohne irgend ein gleichzeitiges Leberleiden oder gleichzeitiges Vorkommen anderer Gallenbestandtheile in der Säftemasse wohl deutlich genug darauf hin, dass das Cholesterin ein Product der allgemeinen Stoffmetamorphose ist und dass die Leber nur das Organ ist, durch welches das sog. Gallenfett im normalen Zustande ausgeschieden wird.

Ueber den Ursprung der Fette und Fettsäuren der Galle ist wohl keine Bemerkung nothwendig, da wir so oft auf den Reichthum des Pfortaderbluts an Fett einerseits und der Leberzellen andererseits hingewiesen haben; die Verseifung der freien Fette findet wohl auch an andern Orten statt; da jedoch die Fette der Galle meistens verseift sind, in den Fettzellen aber vorzüglich unverseifte Fette gefunden werden, so dürften die Fettsäuren der Galle wohl erst in den Zellen der Leber erzeugt werden.

Gehen wir zu den Mineralstoffen der Galle über, so stossen wir zunächst auf den Alkaligehalt derselben, welcher sich in Verbindung mit den gepaarten Gallensäuren, mit Fettsäuren und Pigment befindet. Da das Wassereextract sowohl als der spirituöse Auszug des Pfortaderblutes beim Einäschern kohlen saure Salze liefert, so ist die Quelle dieser Alkalien wohl leicht zu erkennen. Uebrigens wird das Natronalbuminat bei seinem Uebergang in die Masse der Blutzellen auch Natron verlieren müssen, welches zur Verseifung der Fette und Bildung der Gallensäuren beitragen kann. In der Asche des Lebervenenblutserums fand ich ziemlich dieselben, ja oft etwas grössere Mengen kohlen saurer Alkalien, wie in der des Pfortaderblutserums, allein es ist zu erwägen, dass das Lebervenenblut fast um die Hälfte weniger Intercellularflüssigkeit enthält, als das Pfortaderblut, und dass demnach das Gesamtblut der Lebervenen bei weitem weniger an organische Stoffe gebundenes Alkali enthält als das der Pfortader. So verhält es sich auch mit dem kohlen sauren Alkali, welches ich praeformirt in beiden Blutarten (nach der Th. 1, S. 407 näher beschriebenen Methode) gefunden habe; eine quantitative Bestimmung desselben war nicht möglich; doch schien es mir (und einigen Augenzeugen der mehrmals wiederholten Versuche), als ob das Pfortaderblut unter der Luftpumpe bei einer weniger starken Luftverdünnung bereits Blasen zu bilden anfing und zwar diese in reichlicherer Menge, als das Lebervenenblut.

Die Menge der in die Galle übergehenden löslichen Phosphate ist höchst gering; sie haben wohl gleich den Erdphosphaten ihren Ursprung hauptsächlich im Schleime der Gallenwege. Constante Unterschiede in der Zahl der löslichen Phosphate in dem der Leber zuströmenden und ausfliessenden Blute habe ich nicht gefunden; eher noch scheinen die

Erdphosphate selbst aus dem Blute in die Galle überzugehen, wenigstens fand ich durchgängig im Serum wie im Blutkuchen des Pfortaderblutes mehr Erdphosphate als in denen des Lebervenenbluts.

Was endlich die Chloralkalien betrifft, an welchen die Asche der Galle so reich ist, so giebt die Differenz derselben in beiden Blutarten genügende Gewähr für deren Ursprung; in dem specifisch leichteren Serum des Pfortaderblutes findet man 0,28 bis 0,34 % Chlor, während in dem dichtern Serum des Lebervenenblutes nur gegen 0,22% gefunden werden.

Dagegen ist der Gehalt der Blutzellen an Chlor in beiden Blutarten ziemlich gleich (ungefähr 0,465%). Es muss demnach ein Theil der Chloralkalien aus dem Serum des Pfortaderblutes in die neu entstehenden oder verjüngten Blutzellen des Lebervenenblutes mit übergehen.

Die auffallende Erfahrung von *Bensch* und *Strecker*, dass die Galle der pflanzenfressenden Säugethiere fast nur Natronsalze enthält, während die Nahrung dieser Thiere doch so reich an Kali und arm an Natron ist, kann vielleicht auf folgende Weise eine Deutung finden: von andern Organen der Herbivoren, z. B. von den Nieren, werden Kalisalze in grosser Menge ausgeschieden; in der Leber ist dies aber nicht der Fall, weil hier das mit dem Pfortaderblute zuströmende Kali für die Blutkörperchen benutzt wird (die Blutzellen sind, wie *C. Schmidt* zuerst dargethan hat, besonders reich an Kali); wir sahen aber so eben, dass ein grosser Theil Chloralkalien in die Blutzellen des Lebervenenblutes übergeht.

Schliesslich darf nicht unerwähnt bleiben, dass das Lebervenenblut constant bedeutend weniger Wasser enthält, als das Pfortaderblut und dass selbst nach reichlichem Trinken der Wassergehalt des Lebervenenblutes sich nur sehr wenig vermehrt, während der des Pfortaderblutes ausserordentlich gross gefunden wird. Es geht hieraus hervor, dass dieser Wasserüberschuss des letzteren Blutes in der Leber in die Gallencanäle ergossen wird und dass die Dichtigkeit der abgesonderten Galle je nach den physiologischen Verhältnissen eine sehr verschiedene sein muss.

Wenn die Pferde 5 St. nach der Fütterung nicht viel getrunken haben, so kommen im Pfortaderblute auf 400 Th. festen Rückstands ungefähr 70 bis 440 Th. Wasser mehr, als im Lebervenenblute. Etwas wässriger wird in letzterm Falle das Lebervenenblut indessen immer auch gefunden.

Fassen wir die eben entwickelte Ansicht über die Genesis der Galle noch einmal kurz zusammen: so ergiebt sich nach derselben, dass die von der Pfortader zugeführten stickstofffreien und stickstoffhaltigen **Materien**, von denen die meisten bereits im Blute den Charakter in Umwandlung begriffener Substanzen an sich tragen, zur Bildung der Gallenbestandtheile verwendet werden. Dass aber andererseits auch Stoffe in die Galle mit übergehen, die als Residuen oder Nebenproducte des in der Leber vor sich gehenden Processes der Blutzellenbildung oder Blutzellenverjüngung zu betrachten sind, werden wir sogleich näher beleuchten. Zu der letzteren Art von Stoffen gehören vorzugsweise die Fette und einige Mineralbestandtheile, zu der ersteren hauptsächlich die stickstoffhaltigen **Materien**: Fibrin und Haematin. Wir betrachten also die Galle nicht als das Umwandlungsproduct irgend eines einfachen morphologischen oder chemischen Bestandtheils des Thierkörpers (weder als das der **Fettzelle**

allein, noch als das von Albuminaten), sondern wir glauben, dass mehrere einander chemisch und morphologisch fern stehende Stoffe in der Leber Umwandlungen erleiden, deren einzelne Producte im sg. Statu nascenti zusammentreten und so die Verbindungen und Gemenge von Stoffen bilden, wie wir sie in der Galle vorfinden.

Noch müssten wir, um alle Elemente zur Beurtheilung der Function der Galle zu gewinnen, die Schicksale näher in Betracht ziehen, welche die Galle im Darmcanale erleidet; da wir jedoch dieselben unter »Darmsaft« untersuchen werden, so genüge es hier, nur das Resultat unsrer Erfahrungen anzuführen: die Galle zersetzt sich allmählig im Verlaufe des Darmcanals, indem namentlich die gepaarten Säuren zerlegt werden, und Choloindinsäure (oder Cholsäure) sich bildet; letztere geht in Dyslysin über, welches sich selbst bis ins Rectum und in die Faeces noch verfolgen lässt; trotzdem verringert sich die Menge dieser Art von Gallenresiduen in der untern Strecke des Darmcanals in dem Grade, dass man gezwungen ist, *Liebig's* Ansicht zu adoptiren, wornach diese harzigen Bestandtheile der Galle grösstentheils wieder vom Darne aus ins Gefässsystem zurückkehren.

Obleich die in die Pfortader übergehenden Darmvenen und die Chylusgefässe die einzigen Atrien sind, durch welche diese Gallenstoffe wieder ins Blut eintreten könnten: so habe ich doch weder im Chylus, noch (wie bereits erwähnt) im Pfortaderblute mich von der Gegenwart solcher Stoffe im normalen Zustande während des Verdauungsactes überzeugen können. Sollte daher die Schätzung der geringen Menge in den festen Excrementen gefundenen Dyslysins nicht trügen, so würde man gezwungen sein, anzunehmen, dass die bereits modificirt in die Lymphgefässe aufgenommenen Gallenstoffe in den Drüsen schon so verändert werden, dass durch die bis jetzt bekannten chemischen Hülfsmittel diese Art Gallenresiduen nicht mehr nachgewiesen werden kann.

Gallenpigmente, obwohl sehr modificirt, finden sich ebensowohl als Cholesterin und Taurin in den festen Excrementen wieder. Dass die löslichen Mineralsalze der Galle vom Darne aus wieder in die Säftemasse zurückgehen, ist eine schon längst von *Liebig* erwiesene Thatsache.

Was die so eben berührte Ansicht betrifft, wornach die wichtigste Function der Leber die Bildung oder wenigstens Verjüngung von Blutkörperchen ist, so ist dieselbe bekanntlich schon längst von *E. H. Weber*¹⁾ und von *Kölliker*²⁾ durch zahlreiche histologische Untersuchungen an Fötuslebern und Fötusblut, so wie an Froschlebern im Frühlinge mehr als wahrscheinlich geworden. Da uns selbst mancher physiologischen Gründe halber die Behauptung, die Leber sei eine *permanente Bildungsstätte* für Blutzellen, etwas paradox erscheint, so lassen wir die Thatsachen, die sich als unmittelbare Ergebnisse unserer vergleichenden Analysen beider Blutarten³⁾ darstellen, ganz für sich selbst sprechen.

1) *E. H. Weber*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1850. S. 45—29.

2) *Kölliker*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 160—164.

3) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1854. S. 434—464.

Das Lebervenenblut enthält eine weit grössere Anzahl *farbloser Blutzellen* (sog. Lymphkörperchen) als das Pfortaderblut. Auch in letzterem finden sich farblose Zellen, jedoch sehr vereinzelt, nur hie und da zu zweien oder dreien; dieselben sind von ziemlich gleicher Grösse, sehr grob granulirt, wie mit Körnchen bestreut und zeigen auf Zusatz von Essigsäure einen zwei- und dreitheiligen Kern; ganz anders dagegen die des Lebervenenblutes: nach ungefährender Schätzung übertrifft ihre Zahl die der farblosen Zellen im Pfortaderblute wenigstens um das fünffache; an Grösse sind sie aber ausserordentlich verschieden, schwankend zwischen $\frac{1}{100}$ und $\frac{1}{1000}$ "; sie sind meistens sehr matt contourirt, durchscheinend, wenig granulirt, oft farblosen Dotterblasen gleichend; die kleinern sind meist etwas schärfer contourirt und zeigen Tüpfelchen auf ihrer Oberfläche, in Wasser quellen namentlich die grössern stark auf, erscheinen aber bei einem gewissen Grade der Verdünnung wie colabirt; sie bilden dann dunkle unter den Hüllen der gefärbten Blutkörperchen stark hervorstehende, granulirte Klümpchen; die grössern farblosen Zellen quellen auf Zusatz von Essigsäure sehr stark auf und lassen einen einfachen, grossen, linsenförmigen, excentrischen Nucleus erkennen. Uebrigens liegen diese farblosen Zellen von der verschiedensten Grösse meist in Gruppen von 5, 6 und 7 Stück zusammen.

Die rothen Zellen des Lebervenenblutes sind durchaus verschieden von denen des Pfortaderblutes; was zunächst ihre Gruppierung betrifft, so fand ich sie im Pfortaderblute sehr oft (namentlich 5 St. nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln bei Pferden) geldrollenförmig gruppirt, während im Lebervenenblute niemals eine Spur einer stäbchenförmigen Aufreihung und Verästelung gefunden wurde; hier waren sie auch zusammengelagert, jedoch in unregelmässigen Haufen; über die eigenthümliche *Färbung*, das gefleckte Ansehen und die unregelmässigen *Formen* der gefärbten Zellen des Pfortaderblutes sind wir schon durch die schöne Untersuchung *Fr. Chr. Schmidt's* unterrichtet worden; etwas dem ähnliches war in den entsprechenden Zellen des Lebervenenblutes niemals zu entdecken; sie waren scharf contourirt und zeigten die centrale Depression nur in geringem Grade, indessen war sie noch wahrnehmbar.

Besonders verschieden zeigt sich die chemische Beschaffenheit der *Hüllen* der gefärbten Zellen in beiden Blutarten, vorzüglich aber in ihrem Verhalten zu Wasser. Die farbigen Zellen gewöhnlichen Blutes verschwinden dem Auge unter dem Mikroskop fast gänzlich bei starker Verdünnung mit Wasser; dies ist auch beim Pfortaderblute der Fall, obwohl auch hier, wie bei jedem andern Blute, ein geringer Theil von farbigen Blutzellen oder vielmehr von deren Hüllen noch sichtbar bleibt. Ganz anders dagegen im Lebervenenblute; wird dieses mit der 30- ja 50fachen Menge Wasser verdünnt, so werden die Blutkörperchen allerdings auch verändert, d. h. sie werden blass, quellen auf, der Farbstoff wird ihnen entzogen und sie rücken zusammen, indem sie Häute bilden, die unter dem Mikroskope geschuppten Schlangenzungen gleichen. Es ist schon oben erwähnt worden, dass man diese entfärbten Blutzellen des Lebervenenblutes früher für Fibrin gehalten hat, allein man kann sich leicht ebensowohl durch das Mikroskop von der fast vollständigen Abwesenheit des Fibrins im Lebervenencruor, als durch folgenden Versuch von der Richtigkeit dieser Ansicht und der grossen Zahl solcher unzerstörbaren Blutkörperchen im Lebervenenblute überzeugen. Mischt man vom Blutkuchen abgepresste Flüssigkeit mit der 20fachen Menge Wasser, so wird sich aus dem Pfortaderblute, wie aus dem jeder andern Vene ein geringer flockiger Absatz bilden, in dem unter dem Mikroskop die Fetzen conglomerirter Blutzellenhüllen zu erkennen sind; behandelt man dagegen ein gleiches Volumen durchgeseihten Cruors vom Lebervenenblute ebenfalls mit der 20fachen Menge Wassers, so wird der flockige Niederschlag ein 6- bis 8mal grösseres Volumen einnehmen, als im nebenstehenden Versuche (obgleich ein gleiches Volumen solchen fibrinfreien Cruors beim Lebervenenblute die Hälfte mehr Serum eingeschlossen enthält, als bei jedem andern Blute); aus dem Pfortadercruor erhielt ich auf diese Weise nach dem sorgfältigsten Auswaschen und Auskochen mit Alkohol 0,245 % solcher Hüllenmembranen; aus dem Lebervenen-

blute dagegen 1,98 bis 2,43 %. Diese Hüllenmembran war in Salpeterwasser vollkommen unlöslich (selbst nach 48stündiger Digestion bei 35°); Schwefelgehalt war in ihr durch Kochen mit Kalilösung u. s. w. nicht zu entdecken.

Wenn dieses Verhalten der Hüllen der gefärbten Zellen des Lebervenenblutes dafür spricht, dass wir es hier mit einer Uebersahl neugebildeter oder verjüngter Blutkörperchen zu thun haben, so wird durch einen Vergleich des Inhaltes der Blutkörperchen des einen Blutes mit denen des andern der Beweis für die Neubildung von Blutzellen in der Leber noch vollkommen erhärtet. Es findet sich in den Zellen des Lebervenenblutes bei weitem weniger Haematin, als in denen des Pfortaderblutes; denn durchschnittlich enthalten 480 grm. feuchter Zellen des Lebervenenblutes kaum so viel Eisen, wie 400 grm. des Pfortaderblutes. Dagegen ist in den Blutzellen des Lebervenenblutes mehr Globulin oder coagulable Materie überhaupt, so wie auch mehr Chlorkalium enthalten, als in denen der Pfortader, aber erheblich weniger Fett.

Im Lebervenenblute fehlt das Fibrin entweder gänzlich oder findet sich nur in Spuren, während gleichzeitig im Pfortaderblute oft ein ganz normales sich stark contrahirendes Fibrin gefunden wird.

Das Serum hat im Blute der Lebervene im Verhältniss zu dem der Pfortader ausserordentlich abgenommen; wenn im Blute der letztern auf 400 Körperchen 70 Serum kommen, so kommen im Blute der erstern auf 400 Zellen nur 32 Th. Serum; ist das Pfortaderblut zufällig wasserreicher, so dass z. B. auf 400 Zellen 287 Th. Serum kommen, so werden im Blute der Lebervene neben 400 Zellen nur noch 78 Th. Serum enthalten sein.

Das Serum der Lebervene ist zwar concentrirter als das der Pfortader, vergleicht man aber genauer das eine mit dem andern, so finden wir im ersteren eine relative und absolute *Abnahme des Albumins* (so dass in 4000 Th. Lebervenenblutserum ein volles Drittel weniger Albumin enthalten ist, als in 4000 Th. Pfortaderblutserum), während dagegen, wie erwähnt, das Globulin in den Blutzellen relativ und absolut zugenommen hatte. An *Phosphaten, Chlorverbindungen und Kalisalzen* hat das Serum im Lebervenenblute verloren, während in den Blutzellen desselben Blutes eine Zunahme zu bemerken ist. *Zucker* findet sich relativ und absolut mehr im Serum des Lebervenenblutes als in dem der Pfortader.

Dürften wir nach diesen Thatsachen die Leber als eine Bildungsstätte der Blutkörperchen betrachten, bei welchen gewisse Residuen dieses Processes gleichzeitig aus dem Blute vollkommen eliminirt werden und unter der Form von Galle in den Ausführungsgängen der Drüse erscheinen: so wird uns die oben erwähnte Erfahrung *Bidder's* und *Schmid's* nicht mehr Wunder nehmen. Dass erst 40 bis 45 Stunden nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln die Gallenausscheidung ihren Höhepunkt erreicht, wird leicht erklärlich, wenn wir uns an die grosse Langsamkeit des Blutlaufs in den Lebercapillaren erinnern und dabei in Erwägung ziehen, dass die Bildung oder Verjüngung der Blutzellen gewiss einige Zeit in Anspruch nehmen wird, ehe diese so vollendet sind, wie sie aus der Leber durch die Venen wieder hervorgehen, und dass die Nebenproducte (die Gallenstoffe) natürlich nicht füglich eher ausgeschieden werden können, als bis eben jener Hauptprocess fast zu Ende geführt ist. Es ist dann nicht mehr wunderbar, dass gerade während des Foetal-lebens die Leber ein so bedeutendes relatives Volumen besitzt, dass das Blut des Foetus weit reicher an Blutkörperchen ist, als das des Erwachsenen (*Poggiale*¹⁾, dass sich auch im Foetusblute so grosse Mengen Zucker vorfinden (vergl. Th. 4, S. 270) und dass endlich selbst zu dieser Zeit, wo nichts im Darne zu verdauen ist, sich Galle in denselben ergiesst. Es ist ferner, sobald diese Ansicht die richtige ist, recht wohl

1) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25, p. 498—204.

erklärlich, warum man bei Leberaffectionen besonders in Folge von Metallgiften (die sich bekanntlich hauptsächlich in der Leber abzulagern pflegen) so häufig die Zahl der Zellen im Blute sich erheblich vermindern sieht.

Pankreatischer Saft.

Während bis auf die neueste Zeit selbst nach den sorgfältigen Untersuchungen *Tiedemann's* und *Gmelin's*¹⁾, so wie *Leuret's* und *Lassaigne's*²⁾ der pankreatische Saft noch zu den räthselhaftesten Flüssigkeiten des thierischen Körpers gehörte: ist jüngst mit einem Male die chemische Natur dieser Flüssigkeit und die physiologische Function derselben das Object mehrerer vortrefflicher Arbeiten geworden. *Cl. Bernard*³⁾, *Frerichs*⁴⁾, *Lassaigne*⁵⁾, *Colin*⁶⁾ und zuletzt *Bidder* und *Schmidt*⁷⁾ und *Ludwig* und *Weinmann*⁸⁾ haben, obwohl nicht ganz übereinstimmend, doch so entschiedene und zuverlässige Resultate ihrer Untersuchungen erhalten, dass die Function der Bauchspeicheldrüse jetzt mehr ins Klare gebracht worden ist, als viele andre Gegenstände der Ernährungsphysiologie.

Der pankreatische Saft ist eine farblose, klare, etwas klebrige und fadenziehende Flüssigkeit, ohne Geschmack und Geruch, von ziemlich stark alkalischer Reaction, bildet beim Erhitzen ein bedeutendes Gerinnsel, ebenso auf Zusatz von Säuren und Alkohol; das specifische Gewicht dieser Flüssigkeit ist ziemlich schwankend (*Ludwig* und *Weinmann*), da je nach der Dauer der Absonderung bald mehr, bald weniger feste Bestandtheile darin enthalten sind; *Frerichs*, der einen sehr dünnflüssigen Saft untersuchte, fand daher das Eigengewicht desselben zu 1,008 und 1,009, während *Bidder* und *Schmidt*, zähflüssigen Saft untersuchend, jenes zu 1,0306 fanden.

Entsprechend der erwähnten Dichtigkeit des pankreatischen Saftes fand *Schmidt* darin einmal 9,92%, ein andermal 11,56% fester Substanz und darunter in jenem Falle 9,04 organische Stoffe; unter den 0,854% Aschenbestandtheilen fanden sich 0,736 Th. Chlornatrium und neben diesem hauptsächlich zweibasisch phosphorsaures Natron. *Frerichs* fand dagegen im Bauchspeichel eines Esels nur 1,36% und in dem eines Hun-

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung nach Versuchen. Bd. 1, S. 28.

2) *Leuret* und *Lassaigne*, Recherch. phys. et chim. pour servir à l'histoire de la digestion. Paris 1825. p. 104—108.

3) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de Médecine. 4 Sér, T. 49, p. 68—87.

4) *Frerichs*, R. Wagner's Wörterb. Bd. 3. Abth. 1. S. 842—849.

5) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. 1854. No. 2, p. 60—76.

6) *Colin*, Compt. rend. T. 32, p. 374 et T. 33, p. 85.

7) *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 240—259.

8) *Ludwig* und *Weinmann*, Dissert. inaug. Zürich 1853.

des 4,62 % fester Bestandtheile. *Ludwig* und *Weinmann* weisen aber nach, dass die Concentration dieser Flüssigkeit im Allgemeinen sich umgekehrt verhält, wie die in einer bestimmten Zeit gelieferten Absonderungsmengen. In den von ihnen aus einer permanenten Pankreasfistel gesammelten Saften fanden sie durchschnittlich 3,78%, im Maximum 5,60% feste Substanz. Aus jenem Gesetze ist aber ersichtlich, warum *Bidder* und *Schmidt*, indem sie nur geringe Mengen Saft gewonnen, eine Flüssigkeit von so reichem Gehalte an festen Bestandtheilen erhielten.

Einen dünnflüssigen Saft, wie ihn *Bernard* nach erfolgter Entzündung des Pankreas auftreten sah, und wie *Frerichs* und ich ihn gefunden, haben *Bidder* und *Schmidt* bei Hunden niemals beobachtet, auch wenn die nach 8 Stunden und längerer Zeit noch diesen Saft untersuchten. Beim Kalbe und beim Pferde fanden *Lassaigue* und *Colin* den frisch abgesonderten Saft ziemlich dünnflüssig; bei der Kuh, dem Schweine und dem Schaaf, wo *Colin* den frischen Saft dick und klebrig fand, sah er nach Verlauf einiger Stunden das Secret äusserst dünnflüssig werden.

Dieses Secret zeichnet sich vor fast allen andern thierischen Säften durch den hohen Grad von Zersetzbarkeit aus, so dass es schon nach wenigen Stunden beim Stehen an der Luft deutlichen Fäulnisgeruch zeigt. Mit diesem Verhalten stehen folgende Eigenschaften des pankreatischen Saftes wahrscheinlich in nahem Zusammenhange: derselbe besitzt nämlich in hohem Grade das Vermögen, Stärkmehl in Zucker zu verwandeln und andererseits die neutralen Fette in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren zu zerlegen.

Um pankreatischen Saft zu sammeln, muss man das zu benutzende Thier vorher füttern, dann einen 2 bis 3'' langen Einschnitt in der Linea alba machen und nach Eröffnung der Bauchhöhle das Duodenum aufsuchen; dessen herabsteigender Theil wird alsdann (nach *Frerichs*) geöffnet und darin die Mündungsstelle des Wirsung'schen Ganges gesucht; mündet der Gallengang, wie beim Menschen, an gleicher Stelle mit dem pankreatischen Gange, so ist der Vorsicht halber ersterer zu unterbinden, dann aber vom Darne aus in den letztern eine feine silberne Canüle einzuführen, um durch diese reinen Saft zu erhalten. *Cl. Bernard* suchte sich den Bauchspeichel zu verschaffen, indem er eine Fistel des Wirsung'schen Ganges herstellte; er durchschnitt zu dem Zwecke den Wirsung'schen Gang nahe an seiner Einmündungsstelle in das Duodenum und zog das abgeschnittene Ende nach den Bauchdecken, an welchen er es durch Suturen befestigte. *Bidder* und *Schmidt* wendeten bei ihren Versuchen an Hunden im Wesentlichen dasselbe Verfahren wie *Bernard* an; hierbei muss man sich jedoch erinnern, dass beim Hunde sich der Bauchspeichel durch zwei Canäle in den Darm ergiesst, einen obern schwächeren und einen untern stärkeren. *Bidder* und *Schmidt* sammelten den Saft nur aus dem letzteren. *Ludwig* und *Weinmann* stellten dagegen ohne Einbindung einer Röhre (die *Bidder* und *Schmidt* zu Hülfe nahmen), eine dauernde Fistelöffnung her, so dass bei weitem der grösste Theil des Drüsensecrets gesammelt und die Absonderung längere Zeit hindurch beobachtet werden konnte.

Der pankreatische Saft enthält als Hauptbestandtheil einen *eiwässrigen* oder *caseinähnlichen Stoff*, welcher jedoch weder mit dem Natronalbuminat, noch mit dem Casein, noch mit dem Speichelstoff vollkommen identisch ist. Er gerinnt in der Hitze, wird durch Alkohol von 85% gefällt; damit ausgewaschen und an der Luft getrocknet, behält dieser Stoff seine Löslichkeit bei und bildet mit Wasser wieder eine ziemlich schleimige Auflösung; er wird auch durch Essigsäure präcipitirt, im Ueberschuss derselben langsam und zwar erst beim Erwärmen wieder aufgelöst; durch Kaliumeisencyanür wird er aus der essigsäuren Lösung gefällt; Salpetersäure schlägt ihn nieder und färbt ihn beim Kochen, namentlich auf Ammoniakzusatz, intensiv gelb; auf Zusatz von Chlorwasser scheidet er sich in graulichen Flocken ab. Nach *Schmidt* hinterlässt dieser Stoff beim Verbrennen nur wenig Asche und zwar hauptsächlich kohlensaurer Kalk. *Frerichs* fand von diesem Stoffe im Bauchspeichel eines Esels 0,309%, *Schmidt* dagegen in dem des Hundes 9,04%. Diese Substanz ist es übrigens, welcher der pankreatische Saft seine hauptsächlichsten chemischen und physiologischen Eigenschaften verdankt.

Ein *butterartiges Fett* fand *Bernard* in grösserer, *Frerichs* in geringerer Menge (0,026%).

Die Zahl der in *Alkohol löslichen organischen Materie* betrug im Bauchspeichel des Esels nur 0,045%.

Rhodaverbindungen wurden im Bauchspeichel nicht gefunden.

An *Mineralstoffen* (durch Einäschern bestimmt) fand *Frerichs* in dem Secrete des Esels 1,01%, darunter 0,42% unlösliche, d. i. kohlensaure und phosphorsaure Kalk- und Talkerde und 0,89% lösliche, bestehend aus Chlornatrium, phosphorsäuren und schwefelsäuren Alkalien; *Schmidt* in dem des Hundes 0,886%, worin 0,736% Chlornatrium.

Krankheiten des Pankreas kommen bekanntlich höchst selten vor; ein einziges Mal fand ich im Wirsung'schen Gange ein Concrement, welches alle Charaktere eines Proteinkörpers zeigte, aber im Gegensatz zu den bekannteren Speichelconcrementen sehr wenig kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk, so wie überhaupt wenig Asche lieferte.

Was die *quantitativen Verhältnisse* der Absonderung betrifft, hat man durch die bisherigen Versuche folgende Resultate erlangt.

Gleich *Frerichs* fanden auch *Bidder* und *Schmidt*, so wie *Colin* bei nüchternen Thieren das Pankreas blass und blutarm, während es zur Zeit der Verdauung blauroth und turgescirend erschien; die blutarmer Drüse lieferte ein nur in spärlichen Tropfen austretendes Secret, während sie im Zustande der Turgescenz oft die Flüssigkeit in einem Strahle oder wenigstens in schnell auf einander folgenden Tropfen ausschied. Bei wiederkäuenden Thieren erlangt nach *Colin* die Secretion ihren Höhepunkt unmittelbar nach Beendigung des Wiederkäuens, zuweilen aber auch während des Fressens.

Was die *Mengen abgesonderten Bauchspeichels* betrifft, so sind diese natürlich bei verschiedenen Thieren ziemlich verschieden; indessen steht

nach *Colin* die Menge abgesonderten Saftes keineswegs in directem Verhältniss zum Volumen des Pankreas. Während die Bauchspeicheldrüse des Rindes und Pferdes in 4 Stunde 260 bis 270 grm. Saft lieferte, wurde aus der um die Hälfte kleinern Drüse des Schweines stündlich nur 12 bis 15 grm. erhalten.

Frerichs sammelte bei einem Esel in $\frac{3}{4}$ Stunden während der Verdauung 25 grm., bei einem Jagdhunde in 25 Minuten nur 3 grm.; *Bernard* bei einem grossen Hunde in 4 St. 8 grm., nach Eintritt der Verdauung aber stündlich 16 grm. Ueberhaupt fand *Bernard*, dass im letztern Falle immer mehr pankreatischer Saft abfloss, dieser aber nicht, wie vorher, gerinnbar und zähflüssig war. *Bidder* und *Schmidt* fanden dagegen, dass ein kräftiger Hund (20 Kilogramm schwer) in 8^h 15' 7,86 grm. Saft aussonderte und zwar in dem Verhältniss, dass in der ersten Stunde 1,644 grm., in der achten aber ungefähr nur 0,73 grm. Flüssigkeit abgeschieden wurden. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, dass das Secret nur aus dem untern stärkern pankreatischen Gange aufgesammelt wurde, während durch den obern kleinern der Saft ungehindert in den Darm sich ergoss. *Bidder* und *Schmidt* schätzen nun, indem sie diese beim Hunde gewonnenen Resultate der Rechnung zu Grunde legen, die Menge vom Pankreas eines erwachsenen (64 Klgrm. schweren) Menschen abgesonderten Saftes in 24 St. auf 150 grm.

Ludwig und *Weinmann* fanden bei einer 7tägigen, im Ganzen 37 Beobachtungen umfassenden Versuchsreihe, dass 1 Kilogramm Hund in 24 St. 35,184 grm. Bauchspeichel absondert. Die Absonderungsgrösse ist ziemlich verschieden; Einfluss übt darauf längeres Hungern, Erbrechen und operative Eingriffe (welche die Menge vermindern), Aufnahme von fester Nahrung und Getränk (letztere erhöhen die Zahl des abgesonderten Saftes). Ausserordentlich schnell vermehrte sich nach Aufnahme von Wasser die Menge des abgesonderten Bauchspeichels; in zwei Versuchen erreichte die Absonderungsgrösse schon nach 12 bis 13 Minuten ihr Maximum.

Was die Bedeutung des pankreatischen Saftes für die Verdauung betrifft, so ist dieselbe zuerst von *Valentin* erkannt worden; dieselbe besteht nämlich darin, das durch den Speichel nicht metamorphosirte, ins Duodenum gelangte, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln. *Valentin* stützte sich auf die Thatsache, dass pflanzenfressende Thiere in der Regel ein weit stärker entwickeltes Pankreas besitzen, als fleischfressende, und überzeugte sich, dass der ausgepresste Saft oder ein Infusum der zerschnittenen Drüse die Fähigkeit, Stärkmehl in Zucker zu verwandeln, in hohem Grade besitze. *Bouchardat* und *Sandras*¹⁾ fanden, dass der aus dem Wirsung'schen Gange von Hühnern oder Gänsen entlehnte Saft jene Eigenschaft habe, dieselbe aber durch Erhitzen auf 100° ver-

1) *Bouchardat* und *Sandras*, Compt. rend. T. 20, p. 4085.

liere. Sie wiesen ferner nach, dass namentlich der durch Alkohol fällbaren und dann in Wasser wieder auflösbaren stickstoffhaltigen oder eiweissartigen Substanz jene Fähigkeit eigenthümlich ist. In neuester Zeit ist dieser Gegenstand durch die oft erwähnten Untersuchungen von *Cl. Bernard*, von *Frerichs*, so wie von *Bidder* und *Schmidt* mit der grössten, wissenschaftlichen Sicherheit erforscht und insbesondere noch dargethan worden, dass der pankreatische Saft jene zuckerbildende Kraft in weit höherm Grade besitzt als der Speichel, dass jene Materie im frischen Saft schon praeformirt sei und also nicht erst, wie beim Speichel durch Vermischung verschiedener Flüssigkeiten entstehe, dass sie selbst weit unter der Temperatur des thierischen Körpers noch wirksam sei, dass sie, auch wenn der Saft einer Temperatur von $+ 18^{\circ}$ 24 Stunden lang ausgesetzt war, noch ihre umwandelnde Kraft beibehält, und dass ihre Wirkung auf Stärkmehl weder durch Galle, noch Magensaft, noch freie Säuren alterirt wird.

Um einen Vergleich zwischen der Wirkungsgrösse des Speichels und des pankreatischen Saftes dem Stärkmehl gegenüber anzustellen, wäre es allerdings nothwendig, dass genaue quantitative Bestimmungen vorlägen zwischen den Mengen von Stärkmehl, die von gleichen Quantitäten eines und des andern Saftes umgewandelt werden; leider haben solche auch in mancher andern Beziehung wichtige Bestimmungen noch nicht ausgeführt werden können. Wir glauben aber, dass man die umsetzende Kraft des pankreatischen Saftes ebenso wenig überschätzen darf, als die des Speichels; denn wenn auch die Wirkung des pankreatischen Saftes auf Stärkmehl etwas bedeutender sein mag als die des Speichels, so bleibt es doch immer auffällig, dass man so gewöhnlich in den Excrementen pflanzenfressender und selbst wiederkäuender Thiere (auch wenn sie einige Tage vorher kärglicher mit Amylaceis gefüttert worden waren) noch ziemlich viel unveränderte oder höchstens in ihren Querdurchmessern verjüngte Stärkmehlkügelchen vorfindet. Wenn nun andererseits *Bidder* und *Schmidt* die Beobachtung an einem mit einer Labmagenfistel versehenen Schaaf gemacht haben, dass nur wenig Stärkmehl mehr in dem vierten Magen dieses Thiers gefunden wird (ich muss leider bekennen, dass ich in meinem Diarium bei Gelegenheit mehrerer Untersuchungen über den Mageninhalt wiederkäuender Thiere immer noch die Gegenwart von Stärkmehl als beobachtet bemerkt finde), so möchten wir wohl die metastatische Kraft des pankreatischen Saftes immerhin als eine ziemlich beschränkte betrachten müssen.

Die Wirkung des pankreatischen Saftes scheint sich übrigens nicht sehr weit hinab in den Darm zu erstrecken. Nach *Bidder* und *Schmidt* pflegt nämlich jener schon in der obern Hälfte des Darmcanals völlig zu verschwinden; wenigstens entwickelt schon dort der Darminhalt aus Butter keine Buttersäure mehr, eine Eigenschaft dieses Saftes, auf die wir sogleich näher eingehen werden.

Dass die Grösse der Absonderung nicht in directem Verhältnisse zum Volumen des Pankreas steht, ist besonders von *Colin* hervorgehoben worden; schon deshalb würde man aus dem Volumen des Pankreas bei verschiedenen Thieren auf die Function dieser Drüse nur mit Vorsicht einen Schluss ziehen dürfen; übrigens ist das Volumen dieser Drüse bei verschiedenen Thieren derselben diätetischen Kategorie so verschieden, dass sich weder für noch gegen eine Ansicht etwas aus der Grösse des Pankreas schliessen lässt; früher nahm man ziemlich allgemein an: bei Pflanzenfressern sei das Pankreas durchschnittlich bei weitem voluminöser als bei Fleischfressern; allein z. B. beim Kaninchen beträgt das Gewicht dieser Drüse nur $\frac{1}{1000}$ des Körpergewichts (*Bidder* und *Schmidt*); letztre Forscher schreiben den Fleischfressern ein weit voluminöseres Pankreas zu, allein auch dies ist nicht richtig; denn während

z. B. bei Katzen das Gewicht dieser Drüse $\frac{1}{100}$ von dem Körpergewichte ausmacht, beträgt dasselbe $\frac{1}{10}$ beim Biber (nach E. H. Weber).

Bernard vindicirte dem pankreatischen Saft noch eine andere und scheinbar bedeutungsvollere Rolle; derselbe glaubte nämlich gefunden zu haben, dass das Fett lediglich durch Vermittlung des pankreatischen Saftes resorbirbar gemacht und gleichsam *verdaut*, d. h. in Glycerin und Fettsäure zerlegt werde. Die Gründe, welche *Bernard* für diese Ansicht anführte, haben für den ersten Blick sehr viel bestechendes: allein leider ist durch die sorgfältigen Versuche *Frerichs'*, besonders aber *Bidder's* und *Schmidt's* jeder einzelne derselben so vollständig widerlegt worden, dass man dem pankreatischen Saft wenigstens keinen wesentlichen Einfluss auf die Fettverdauung zuschreiben kann.

Der erste der Gründe für *Bernard's* Ansicht ist die keineswegs in Abrede zu stellende Erfahrung, dass der pankreatische Saft vor allen andern thierischen Flüssigkeiten die Fähigkeit besitzt, mit Fett schon nach geringem Schütteln eine vollständige Emulsion zu bilden, aus welcher sich das Fett nur sehr langsam abscheidet. Ferner enthält der pankreatische Saft den einzigen, sonst nirgends gefundenen organischen Körper, der nach einiger Digestion bei der Temperatur der thierischen Wärme die neutralen Fette in Glycerin und Fettsäuren zerlegt. Schon die Erfahrungen *Lassaigne's* und *Colin's*, wornach der Bauchspeichel des Kalbes und des Pferdes sehr dünnflüssig ist und Oel nicht emulsionirt, während der anderer pflanzenfressenden Thiere diese Eigenschaften in hohem Grade besitzt, dürften nicht eben für die Ansicht *Bernard's* sprechen. *Schmidt* und *Bidder* haben ferner nachgewiesen, dass der pankreatische Saft allerdings die Fähigkeit besitzt, neutrale Fette zu zerlegen, dass er aber im Darmcanale diese Fähigkeit nicht ausüben kann, da er durch den Magensaft so wie durch jede freie Säure überhaupt jener Eigenschaft verlustig geht. Die Versuche an mit Fett gefütterten Thieren liessen im Darne derselben keine Spur von Fettsäuren erkennen.

So fanden *Bidder* und *Schmidt* bei mit Butter gefütterten Katzen weder im Darmcontentum, noch im Chylus, noch im Blute, noch in der Galle eine Spur von Buttersäure. Dieselben unterbanden ferner das Duodenum oberhalb zwischen Pylorus und der Einmündungsstelle des pankreatischen und Gallenganges und injicirten unmittelbar dahinter noch über den Gängen mittelst einer Pipette geschmolzene Butter; nach 6 bis 8 Stunden enthielten die Darmcontenta in der That etwas Buttersäure; dasselbe fand bei gleichzeitiger Unterbindung des D. choledochus statt. Die Buttersäurebildung durch den Bauchspeichel wird demnach durch den Magensaft verhindert. Der Gegenversuch mit einem Pankreassaft (von einem grossen Hunde) bei 37° ausserhalb des Körpers zeigt, dass der Magensaft hier nur als verdünnte Säure wirkt und mit identischem Erfolg durch gleich verdünnte Milchsäure, Weinsäure, Essigsäure u. s. w. ersetzt werden kann.

Bernard machte ferner geltend, dass nach Unterbindung der pankreatischen Gänge bei Hunden einerseits der Chylus, der bekanntlich in Folge des Fettgehaltes weiss erscheint, nur blass und opalisirend sei, und dass andererseits fast alles aufgenommene Fett unverändert in den Excrementen solcher Thiere wiedergefunden werde. Bei Wiederholung der

*Bernard's*chen Versuche fanden *Frerichs* so wie *Bidder* und *Schmidt* jene Behauptung nicht bestätigt; überdies enthält der Chylus meist neutrale Fette und keine Fettsäuren; die durch den pankreatischen Saft gebildeten Fettsäuren müssten also schon in den Anfängen der Chylusgefäße wieder mit Glycerin verbunden werden.

Die letztgenannten Forscher haben alsbald nach dem Bekanntwerden der *Bernard's*chen Versuche bei Katzen den Pankreasgang unterbunden, dann die Thiere 42 bis 24 St. hungern lassen (so dass praesumtiv kein Pankreassaft mehr im Darne enthalten sein konnte), sie nun mit Milch, fettreichem Fleisch oder Butter gefüttert, und 4 bis 8 Stunden darauf die Thiere getödtet; bei oft wiederholten Versuchen wurde stets die schönste milchige Injection der Chylusgefäße und die Cisterne stolzend von milchigem Chylus gefunden.

Frerichs unterband jungen Hunden und Katzen, die lange Zeit nichts gefressen hatten, den Dünndarm weit unterhalb der Mündung der Gallen- und Pankreasgänge und injicirte unterhalb der Ligatur Milch mit Olivenöl oder Eiweissölemulsion oder reines Olivenöl und fand nach 2 bis 3 St. die Chylusgefäße mit weissem Milchsafte erfüllt.

Ein drittes Experiment von *Bernard* sollte endlich die Einwirkung des pankreatischen Saftes ganz ausser Zweifel setzen. Wurde nämlich Kaninchen, bei welchen bekanntlich der *Wirsung's*che Gang erst 35 Centimeter unterhalb der Einmündungsstelle des *Ductus choledochus* in den Darm mündet, Oel in den Oesophagus injicirt, dann gewöhnliche Nahrung gereicht und die Thiere nach einigen Stunden getödtet, so fand *Bernard* nur die Chylusgefäße mit milchigem Chylus injicirt, welche unterhalb der Einmündungsstelle des pankreatischen Ganges entsprangen. Weder *Bidder* und *Schmidt*, noch mir ist es bei oft wiederholten und mehrfach modificirten Versuchen gelungen, die *Bernard's*che Beobachtung zu bestätigen, so dass also auch dieser Grund für die Fettverdauung durch den pankreatischen Saft wegfällt.

Bidder und *Schmidt* glauben in Folgendem den Grund gefunden zu haben, weshalb *Bernard* zu jenem Irrthume verleitet worden ist. Sie injicirten nämlich Kaninchen Butter in den Schlund; nach 2 St. erschienen die zwischen Pylorus und Pankreasgang entspringenden Chylusgefäße reichlich mit milchigem, sehr fettreichem Chylus erfüllt; wurden die Thiere 4 Stunden nach der Fettaufnahme getödtet, so waren nur die 8 bis 10 Centimeter über dem Gange gelegenen noch erfüllt, nach 6 St. nur die unter der Einmündungsstelle des Pankreasganges, nach 8 bis 10 St. endlich erst die 20 bis 30 Centimeter unter dem Gange befindlichen milchweiss injicirt. *Bernard* muss also die Thiere immer erst 6 bis 8 St. nach der Fettfütterung getödtet haben; in *Bernard's* Versuchen war der Chylus aus den höher liegenden Lymphgefäßen bereits weiter gegangen und im Duodenum kein Fett mehr zur Aufnahme vorhanden, als das Thier getödtet wurde.

Wenn aber die Beobachtung *Bernard's* demnach offenbar eine irrige ist, so könnte trotz dem die Ansicht desselben eine richtige sein; denn die anatomische Lage desjenigen Darmtheils, in welchen beim Kaninchen der pankreatische Saft einmündet, ist der Art, dass bei reichlichem Ergüsse von diesem Saft ein Theil desselben nach dem Magen zu gelegenen Darmtheile nothwendiger Weise strömen muss; wäre daher die Ansicht von dem Einflusse des pankreatischen Saftes auf die Fettverdauung nicht durch andre Gründe widerlegt, so könnte diese Erfahrung wenigstens nicht als Gegenbeweis gegen jene Wirkung des pankreatischen Saftes und als negativer Beweis für die Thätigkeit der Galle in dieser Beziehung geltend gemacht werden.

Wir haben endlich in dem Obigen (»Function der Galle«, S. 72) gesehen, dass nach *Bidder's* und *Schmidt's* Versuchen trotz reichlichem, ungehindertem Zuflusse pankreatischen Saftes bei durch Gallen fisteln nach aussen vollständig abgeleitetem Lebersecret nur ausserordentlich wenig Fett zur Resorption gelangt (wenigstens 5mal weniger als bei ungehindertem Gallenzutritt); daher könnte der pankreatische Saft höchstens $\frac{1}{5}$ des überhaupt resorbirbaren Fetts zur Aufsaugung bringen, wenn der zufließende Magensaft nicht jene emulsionsgebende Eigenschaft des Bauchspeichels aufhobe. Indessen könnte wohl bei fleischfressenden Thieren, wo nach Fleischgenuss oft schon am Ende des Dünndarms keine saure Reaction wahrzunehmen ist, der pankreatische Saft doch etwas mit zur Fettverdauung beitragen.

Frerichs hat auch eine andere, frühere Behauptung *Bernard's* widerlegt, nämlich die, dass der mit Salzsäure angesäuerte Pankreassaft in Bezug auf geronnene Proteinkörper die Stelle des Magensafts vertreten könne.

Frerichs ist endlich der Ansicht, dass, da die Zersetzung der Galle durch den pankreatischen Saft sehr beschleunigt wird, diese Eigenschaft für die rasche Umwandlung der Galle in unlösliche zur Resorption unfähige Producte von einiger Bedeutung sei.

D a r m s a f t .

Der frische, reine Darmsaft, der eigentlich nur von *Bidder* und *Schmidt*¹⁾ und unter deren Leitung von *Zander*²⁾ untersucht worden ist, stellt eine farblose, fadenziehende, zähe Flüssigkeit dar, die immer alkalische Reaction zeigt; letztere ist bei verschiedenen Thieren und an verschiedenen Stellen des Darms verschieden gefunden worden, jedoch lässt sich über diese Differenz keine bestimmte Regel aufstellen.

Von morphologischen Elementen finden sich im Darmsafte mehr oder weniger granulirte Zellen, Zellkerne und hie und da etwas Fett, nicht selten auch Cylinderepithelien.

Der von genannten Elementen abfiltrirte Saft enthält nach *Schmidt* nicht eine Spur Eiweiss, gerinnt also nicht beim Kochen, ebensowenig aber auf Zusatz von Essigsäure; Alkohol von 85% schlägt daraus weisse Flocken nieder, die sich in reinem Wasser wieder auflösen; die Lösung derselben wird weder durch Mineralsäuren noch durch Quecksilberchlorid praecipitirt, wohl aber durch essigsäures Bleioxyd; das durch letzteres entstandene Praecipitat ist in Essigsäure leicht löslich.

Nach *Bidder* und *Schmidt* enthält solcher filtrirter Darmsaft von Hunden 3,042 bis 3,467% fester Substanzen.

1) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte u. Stoffwechsel. S. 260—282.

2) *Zander*, Diss. inaug. Dorp. Livon. 1850.

Zander fand 3,9% feste Bestandtheile in einem galle- und bauchspeichelhaltigen Darmsafte; unter den festen Bestandtheilen waren 2,5 Th. in Alkohol löslicher Substanzen (glyko- und taurocholsaures Natron) und 1,4 Th. in Alkohol unlöslicher (Taurin, Pankreas- und eigentlicher Darmsaft); der nicht filtrirte Saft enthielt 0,8% Epithelien u. dergl.

*Frerichs*¹⁾ fand in dem Darmsafte 2,2 bis 2,6% fester Bestandtheile, ich nur 2,456%, und darunter der erstere 0,87% in Wasser lösliche Theile, 0,195% Fett und 0,84% Aschenbestandtheile.

Dass übrigens der reine Darmsaft eine ziemlich diluirte Flüssigkeit sein muss, schliessen *Bidder* und *Schmidt* aus folgender Betrachtung: der filtrirte Darminhalt, welcher 3,8% fester Bestandtheile hat, enthält neben dem eigentlichen Darmsafte noch Magensaft, Galle und Bauchspeichel; der Magensaft hat zwar ziemlich dieselbe Concentration wie jener flüssige Darminhalt, allein die Galle des Hundes enthält 5% und der Bauchspeichel 40% fixer Substanz; jener Darminhalt hätte daher nicht jenen hohen Grad von Verdünnung erlangen können, wenn nicht der eigentliche Darmsaft eine sehr wasserreiche Flüssigkeit wäre.

Ueber die anatomischen Quellen des Darmsaftes sind wir noch nicht völlig im Klaren; indessen hat *Frerichs* mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen, dass die lenticulären Kapseln, welche theils als solitäre, theils in Haufen als sogenannte Peyer'sche Drüsen im Dünndarme vorkommen, nur wenig zur Bildung des Darmsaftes beitragen; diese linsenförmigen Drüschchen sind bekanntlich geschlossene Säcke, welche nur selten und zwar hauptsächlich wohl im pathologischen Zustande platzen und so ihren Inhalt auf die Schleimhaut des Darmes entleeren. *Frerichs* fand im Inhalte dieser Säckchen, wenn dieselben durch das Compressorium ausgepresst waren, eine alkalisch reagirende, durch Essigsäure gerinnbare Flüssigkeit, deren trübe Beschaffenheit von einem Gehalte an Molecularkörnchen und zellenkernähnlichen Formelementen herrührte. Im Typhus und andern Zuständen, die mit Anschwellung der Peyer'schen Plaques und mit Hervortreten der einzelnen kuglichen Kapseln verbunden sind, lässt sich die Richtigkeit jener Angaben sehr leicht bestätigen. Deshalb hält *Frerichs* gewiss mit vollem Rechte die schlauchförmigen Drüsen, wie sie im Dünndarm unter dem Namen der Lieberkühn'schen, im Colon als Dickdarmfollikeln in grössern Dimensionen und grösserer Anzahl vorkommen, für die eigentlichen Absonderungsorgane des Darmsaftes.

Die Gewinnung eines reinen von Galle und Pankreassaft freien Darmsaftes ist äusserst schwierig, ja fast unmöglich; man hat sich daher meist damit begnügen müssen, einen Darmsaft zu untersuchen, welcher noch Reste von Galle, Bauchspeichel, Schleim, Nahrungsstoffen u. s. w. enthielt. *Frerichs* verschaffte sich solches Secret, indem er bei Katzen oder Hunden vier bis acht Zoll lange Stücken des Darms durch Ligaturen abschnürte, nachdem er vorher durch Pressen und Drücken etwaigen Darminhalt möglichst entfernt hatte, den Darm in die Bauchhöhle zurückbrachte und die Thiere nach 4 bis 6 St. tödtete. In der unterbundenen Darmschlinge fand sich alsdann eine glasartig durchsichtige, farblose und zähe Masse

1) *Frerichs*, R. Wagner's Handwörterb. der Physiol. Bd. 3. Abth. 1. S. 850—852.

von stark alkalischer Reaction. Völlig ebenso beschaffen fand ich den Darmsaft aus dem Ileum eines Mannes, der in Folge einer schlecht ausgeführten Herniotomie mehrere Darmfisteln zugleich mit vollständiger Inversion einer Darmschlinge hatte; an der einen fistulösen Darmöffnung trat der Darmbrei zu Tage; an der andern konnte reiner Darmsaft gesammelt werden. *Bidder* und *Schmidt* vermochten auf die von *Frerichs* angegebene Weise keine Spur von Darmsaft zu erlangen, so dass sie, auf dessen Untersuchung verzichteten mussten, bis sie aus einer künstlichen Darmfistel eines Hundes, dem Pankreassaft und Galle durch eine entsprechende Fistel nach aussen abgeführt wurden, solchen sammeln konnten.

Der Darm theils frisch gefütterter, theils nüchterner Katzen wurde unmittelbar hinter dem Duodenum unterbunden und ganz nach *Frerichs* in Abständen von einem halben Fusse 3 bis 4 Darmschlingen durch Ligaturen abgeschnürt, reponirt, die Bauchwunde zugeheftet und nach 3 bis 6 Stunden das Thier durch Strangulation getödtet. Es wurde »nicht ein Tropfen« Darmsaft gefunden. *Bidder* und *Schmidt* legten daher eine Darmfistel an einem Hunde an, dem gleichzeitig der Ductus choledochus und die beiden pankreatischen Gänge unterbunden und eine Gallenblasenfistel angelegt worden war; die Darmfistel befand sich am Ende des ersten Drittels des Dünndarms. Trotz dem, dass hier nur der saure Magensaft sich dem Darmsafte beimengte, war die Reaction desselben doch stets stark alkalisch; übrigens war derselbe farblos, zähflüssig und fadenziehend. Die Menge des auf diese Weise erhaltenen Darmsafts war so gering, dass weitere chemische Untersuchungen damit nicht angestellt werden konnten. Daher musste sich *Schmidt* darauf beschränken, jenen mit Galle und Bauchspeichel gemengten Darmsaft zu untersuchen, der aus ähnlichen, Hunden applicirten, Darmfisteln ausfloss, ohne dass gleichzeitig die Unterbindung der Ausführungsgänge der Leber und des Pankreas stattgefunden hatte. Bei einem der Hunde, dessen Darmsaft näher untersucht wurde, befand sich die Fistel ziemlich genau in der Mitte des Dünndarms. Der selbst 24 St. nach der letzten Fütterung austretende Darminhalt enthielt noch Speisereste (namentlich Fett oder Pflanzenzellgewebe).

Aus einer einem Hunde beigebrachten *Dickdarmfistel* vermochten *Bidder* und *Schmidt* auch nicht einen Tropfen Darmsaft zu gewinnen.

Aus dem Voranstehenden leuchtet schon ein, dass man über die quantitativen Verhältnisse der Absonderung des Darmsaftes keine einigermaassen sichern Bestimmungen erhalten konnte. *Bidder* und *Schmidt* berechnen aus der Concentration des gemischten (d. h. Galle, Magensaft und Bauchspeichel enthaltenden) Darmsaftes und der des Magensaftes, der Galle und des Bauchspeichels, indem sie die Mengenverhältnisse der genannten Flüssigkeiten, wie sie im Obigen angegeben worden sind, zu Grunde legen: dass der reine Darmsaft etwa 1,5% fester Bestandtheile enthalten müsse, und dass demnach ein erwachsener Mensch (von 64 Klgm. Körpergewicht) in 24 St. etwa 300 grm. Darmsaft absondern werde.

Die Menge des abgesonderten Darmsaftes ist natürlich auch verschieden je nach der Verdauungsperiode. *Schmidt* und *Bidder* fanden an dem Hunde, welchem in der Mitte des Dünndarms eine Darmfistel beigebracht worden war, folgende bemerkenswerthe Thatsachen. Am reichlichsten

ergoss sich dieser Saft aus der Fistel 5 bis 6 Stunden nach der Mahlzeit; auch wurde seine Menge erheblich vermehrt sehr bald nach Aufnahme von Getränk; hierbei ist jedoch der Umstand höchst bemerkenswerth, dass der Darmsaft alsdann dieselbe Concentration hatte, wie vor der Aufnahme von Flüssigkeit; wir müssen mit *Schmidt* hieraus schliessen, dass das Getränk schon im Magen und den obersten Theilen des Dünndarms absorbirt wird, das ins Blut gelangte Wasser aber wie andre Secretionen auch die des Darmsaftes vermehrt.

Was die Function des Darmsaftes betrifft, so ist es auffallend, dass dieser gewissermaassen die Kräfte des Magensaftes und des pankreatischen Saftes gleichmässig in sich vereinigt. Es ist nämlich durch die vielfach modificirten Versuche *Bidder's* und *Schmidt's* dargethan worden, dass diese Flüssigkeit ebensowohl *Stärkmehl als Fleisch und andre Proteinkörper auflösen* und zur Resorption zu bringen vermag. In einzelne vorher gereinigte und unterbundene Darmschlingen eingebrachtes Stärkmehl (in Form von Kleister) ward meistens nach 3 St. bereits in eine dünnflüssige Masse verwandelt, die mit Jod keine Stärkmehlreaction mehr gab. Amylonkleister mit Darmsaft gemengt und einer Temperatur von 35 bis 40° ausgesetzt, war meistens schon nach $\frac{1}{4}$ St. dünnflüssig geworden und zeigte reichlichen Gehalt an Zucker.

In ähnlicher Weise wurden Stückchen Fleisch oder geronnenen Eiweisses in unterbundene Darmschlingen eingebracht und nach Verlauf von 6 bis 14 St. zum grössten Theil oder vollkommen verdaut gefunden. Ebenso wurde auch durch Versuche ausserhalb des Organismus dargethan, dass reiner alkalischer Darmsaft ebensowohl, als solcher, der mit Galle und pankreatischem Saft gemengt ist, das Vermögen besitzt, *Proteinkörper aufzulösen*. Reiner Darmsaft löste innerhalb 6 St. 36,4 bis 40,7% des angewendeten Fleisches auf; ganz ähnliche Verhältnisse wurden gefunden bei Anwendung galle- und bauchspeichelhaltigen Darmsaftes. Es geht also zugleich hieraus hervor, dass Galle und pankreatischer Saft, welche die Verdauung der Albuminate durch Magensaft aufheben, dem Darmsafte das Verdauungsvermögen keineswegs entziehen, ja dasselbe nicht einmal mindern.

Wir erinnern übrigens hier noch daran, dass schon aus der oben (S. 50) erwähnten Erfahrung, wornach sehr viel Albuminate unverdaut den Magen verlassen und die Menge abgesonderten Magensaftes überhaupt nicht ausreicht, um alle zur Ernährung nöthigen Proteinkörper aufzulösen, sich schliessen lässt, dass die Natur noch ausser dem Magensaft ein andres Verdauungsmittel zur Lösung der Proteinkörper verwenden müsse. Dasselbe gilt auch vom Speichel und pankreatischen Saft betreffs der Verdauung des Stärkmehls. Wir sahen (S. 94), dass der pankreatische Saft schon in der Mitte des Dünndarms verschwunden d. h. wieder resorbirt worden ist und finden doch, dass unterhalb dieser Stelle noch Stärkmehl genug in Zucker umgewandelt wird. Jene beiden Fähigkeiten des Darmsaftes sind also direct und indirect erwiesen.

Frerichs vermochte an dem von ihm gesammelten Darmsafte keine verdauenden Eigenschaften, weder im Bezug auf Fleisch, noch auf Stärkmehl wahrzunehmen. Dagegen fand ich im Darmsafte, den ich aus der Darmschlinge jenes Kranken sammelte, der in Folge einer schlechten Bruchoperation mehrere Darmfisteln hatte, jene Fähigkeit, Stärkmehl umzuwandeln in hohem Grade. Proteinkörper wurden aber, mochte der Saft angesäuert werden oder nicht, durch jenen Schleim nur so wenig verändert, dass ich an der Fähigkeit desselben, unmittelbar verdauend auf solche Stoffe zu wirken, zweifeln musste, und zwar um so mehr, da Würfel geronnenen Eiweisses ebensowohl als Fleischstückchen, die in die unterste Darmfistelöffnung gebracht wurden, fast völlig unverändert durch das Rectum abgingen; freilich befand sich die Fistel im untern Theile des Ileums wahrscheinlich ziemlich nahe dem Blinddarm.

Bei nüchternen Katzen wurde von *Bidder* und *Schmidt* der Zwölffingerdarm unterhalb des Pankreas- und Gallenganges angeschnitten über einen ins obere Ende hineingeschobenen Korkstöpsel fest abgeschnürt, so dass Magen-, Pankreas- und Lebersecret absolut ausgeschlossen waren, ins untere Ende aber zwei in Moussefläsckchen eingenahte Fleisch- und Eiweisseylander möglichst tief hinabgeschoben, durch Abschnüren der Schnittöffnung der Rücktritt verhindert, reponirt, die Bauchwunde vernäht und nach 5 bis 6 Stunden das Thier getödtet. Die Säckchen fanden sich tief unten im Dünndarm wieder, erschienen schon von aussen stark zusammengefallen; beim Oeffnen zeigten sich Fleisch- wie Eiweisstücke macerirt, wie im Magensaft, ziemlich stark alkalisch, das Eiweiss namentlich ganz zerweicht und zermorscht, dem Gewichte nach in 12 bis dahin angestellten Versuchen auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$, des ursprünglichen (des feuchten sowohl als des bei 120° getrockneten) reducirt, so dass im letztern Falle der Inhalt des Säckchens fast gänzlich verschwunden schien. Der Versuch gelang ebensogut, wenn dabei der Magensaft ausgeschlossen, der Zutritt der Galle und des pankreatischen Saftes aber gestattet wurde. Der Korkpfropfen ward dann natürlich zwischen Pylorus und den Mündungen der Gallen- und Pankreascanäle eingebracht.

Darminhalt und Excremente.

Die chemische Untersuchung der Contenta des Darmcanals hat im Ganzen noch zu wenig sichern Resultaten geführt; ja über einzelne leicht zu eruirende Punkte war man bis auf die neueste Zeit noch verschiedener Meinung. Der Grund hiervon ist auch leicht einzusehen, wenn man erwägt, auf wie verschiedenartige Stoffe man nothwendiger Weise im Darmcanale stossen muss. Denn es bedarf kaum der Erwähnung, dass selbst nach ziemlich einfachen Nahrungsmitteln noch unverdauliche Substanzen mit bereits umgewandelten und zersetzten Stoffen gleichzeitig gefunden werden, dass diesem bereits sehr complicirtem Gemenge auch theils unzersetzte, theils bereits metamorphosirte Bestandtheile der Verdauungssäfte beigemischt sind. Das Schwierige der Untersuchung liegt aber besonders darin, dass die verdauten löslichen Substanzen immer nur in höchst geringer Menge in einem Theile des Darmrohrs vorkommen, da solche ziemlich schnell resorbirt werden. Die unlöslichen Substanzen der Darmcontenta sind der chemischen Untersuchung weniger zugänglich,

bieten aber allerdings auch dem Studium des Verdauungsactes weniger Interesse. Halten wir uns hier nur an die thatsächlichen Erfahrungen, da wir später unter »Verdauung« die Umwandlungen der Nahrungsmittel als Prozesse ohnedem näher auffassen müssen.

Was zunächst die Reaction des Darminhalts gegen Pflanzenfarben betrifft, so finden wir dieselbe im Duodenum und Jejunum meist sauer, im Ileum fängt sie an abzunehmen, so dass sie schon eine grosse Strecke vor dem Coecum bereits verschwunden ist. Der Inhalt des Dickdarms reagirt in der Regel alkalisch; doch geschieht es nicht selten, dass (wie bereits oben erwähnt worden) der innere Theil des Inhalts noch sehr stark sauer reagirt, während die äussern, mit dem alkalischen Darmsaft befeuchteten oder durchdrungenen Massen neutral oder alkalisch reagiren. Woher rührt die saure Reaction? Meistens von Milchsäure, seltner von Buttersäure, Essigsäure oder andern Säuren; die Quelle der Milchsäure ist aber je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel so wie nach dem Theile des Darms, dem das Object entlehnt wurde, sehr verschieden. Im Duodenum, wo immer trotz des Zutritts von Galle und pankreatischem Saft eine stark saure Reaction beobachtet wird, rührt die freie Säure, gleichviel welche Nahrungsmittel genossen worden sind, hauptsächlich von der Säure des Magensaftes her; nach Genuss von Fleisch, saurer Milch oder angesäuerten Speisen hat natürlich auch die Säure dieser Nahrungsmittel Theil an der Reaction jener Contenta. Von einer Milchgährung oder andern sauren Gährung kann sie im normalen Zustande nicht herrühren, da gerade der normale Magensaft jeder solchen Gährung hinderlich ist. Dagegen pflegt sie im untern Theile des Dünndarms und im Dickdarme nur nach dem Genusse stärkmehreicher Substanzen gefunden zu werden; man muss hieraus schliessen, dass diese Reaction nicht von den Verdauungssäften herrührt, sondern von metamorphosirtem Stärkmehl. Dass die dort vorkommende freie Säure Milchsäure ist, davon kann man sich leicht durch Analyse derselben (vergl. Th. 4. S. 103) überzeugen. Es tritt aber auch im normalen Zustande im Ileum und Rectum eine Umwandlung des Stärkmehls und Zuckers in Milchsäure ein. An diesen Orten geht zuweilen bei übrigens ganz normalen Verhältnissen die Milchsäure in Buttersäure über, wie *Frerichs* nachgewiesen hat. An freien Säuren, welche aber weniger Einfluss auf die Reaction der Dünndarmcontenta haben, finden wir im Dünndarme noch Cholsäure, Glykocholsäure und Cholodinsäure.

Unter den wenigen löslichen Substanzen, welche wir aus den Darmcontentis ausziehen können, treffen wir sehr oft Krümelzucker an. Derselbe rührt in den seltensten Fällen vom Zuckergehalte der Nahrungsmittel her; denn gerade nach zuckerreichen Nahrungsstoffen wird solcher nur kurze Zeit und zwar im ganzen Verlaufe des Dünndarms gefunden; der in den Magen gebrachte Zucker wird, wie wir unter »Verdauung« sehen werden, schnell durch das ganze Darmrohr verbreitet und theils wegen dieser weiten Verbreitung über eine grosse Fläche, theils seiner

grossen Löslichkeit halber meist schon im Verlauf einer Stunde absorbiert. Uebrigens mag schon im Magen ziemlich viel Zucker resorbiert werden. Geringe Mengen von Zucker, der Umwandlung stärkehaltiger Stoffe entsprossen, finden sich immer im ganzen Darmcanale selbst bis gegen das Rectum hin.

Frerichs fand nach Fütterung mit Milch nur zweimal unter 7 Fällen noch Zucker im Jejunum.

Im wässrigen Auszuge der Contenta des Dünndarms, seltner in denen des Dickdarms, findet man einen in der Hitze gerinnbaren, meist auch durch Essigsäure fällbaren Proteinkörper, immer jedoch in geringer Menge. Der geringste Theil dieser coagulablen Materie dürfte wohl als Verdauungsproduct der aufgenommenen Proteinkörper anzusehen sein. Der pankreatische Saft kann, nach der Extensität seiner Absonderung zu urtheilen, keinen grossen Beitrag zu der coagulablen Materie des wässrigen Auszugs der Darmcontenta liefern. Wir finden aber auch nach dem Genusse vegetabilischer, an Proteinkörpern armer, ja sogar stickstoffreicher Kost, in dem wässrigen Auszuge des Dünndarminhalts immer ein wenig coagulirbare, eiweissartige Materie. Deren Quelle kann demnach nur in dem Austritte einer geringen Menge Albumins aus den Blutgefässen vermöge endosmotischer Verhältnisse zu suchen sein.

In 4 Fällen, wo nüchterne Pferde oder Hunde mit Bolus von Stärkmehl 2 Tage lang gefüttert und am dritten Tage getödtet worden waren, fand ich nicht allzu geringe Mengen coagulirbarer Materie im wässrigen Extracte der Contenta des Jejunums und Ileums. In den Ausleerungen des Ileums aus der oben erwähnten Darmfistel wurde nach dem Genusse von Wassersuppen und anderer stickstoffarmer Kost immer coagulirbare Materie gefunden und zwar in solcher Menge, dass diese nicht füglich von dem Proteingehalte des Brodes, Grieses u. dgl. hergeleitet werden konnte. Kaum bedarf es wohl der besondern Erwähnung, dass das beim Kochen entstehende Präcipitat stets noch mit Säuren und andern Agentien zu behandeln ist; denn in dem wässrigen Auszuge der Darmcontenta, namentlich in dem des Colons, beobachtet man nicht selten beim Erhitzen eine Ausscheidung, die jedoch nicht von Albumin herrührt, sondern theils in dem Th. 4. S. 324 berührten Verhalten schwach saurer Lösungen von Erdsalzen ihren Grund hat, theils auch in der Gerinnung von Schleim, die namentlich bei Gegenwart einer grossen Menge gelöster Alkalisalze der des Albumins höchst ähnlich ist. *Frerichs* hat öfter auch noch im Colon und selbst im Rectum von jungen Hunden und Katzen nach reichlichem Fleischgenuss Eiweiss gefunden; derselbe neigt sich daher zu der Ansicht, dass trotz der Hindernisse, welche die Galle der weiteren Verdauung coagulirter Proteinkörper im Darmcanale entgegenstellen möge, doch wenigstens geringe Mengen von Proteinkörpern verdaut oder wenigstens das modificirte Eiweiss (Pepton) vielleicht gerade durch Galle und Bauchspeichel in gewöhnliches Eiweiss umgewandelt würden. Ich kann diese Ansicht keineswegs für irrig erklären, da nur genaue, quantitative Bestimmungen, die hier schwerlich gut auszuführen sind, hierüber entscheiden könnten; allein die oben erwähnten Thatsachen deuten wohl darauf hin, dass die coagulirbare Materie, welche man in dem Darminhalte so häufig findet, ihren Ursprung in andern Quellen haben könne, als in der unmittelbaren Verdauung der eingenommenen Proteinkörper zu löslichem und gerinnbarem Eiweiss. Ich muss *Frerichs'* Erfahrung vollkommen bestätigen, dass bei jungen Fleischfressern lösliches Eiweiss sich noch im Dickdarme vorfindet; es schien mir dasselbe aber geradezu aus dem unverdauten Fleische herzuzühren; denn der Inhalt bestand noch aus Klumpen von

Fleisch (auch wenn ihnen dasselbe ziemlich fein gehackt gegeben worden war), und die innern Theile dieser Klumpen rötheten Lackmus, eine Reaction, die wohl von der ursprünglich in dem Nahrungsmittel enthaltenen Milchsäure abzuleiten war. Hatten die alkalischen Darmsäfte aber nicht einmal die freie Säure zu tilgen vermocht, so dürfte wohl auch lösliches Eiweiss in dem Fleische unverändert geblieben sein. Im obern Theile des Dünndarms findet man am meisten Eiweiss, weil dort der Inhalt am verdünntesten und zur Aufnahme von Eiweiss aus den Blutcapillaren am geeignetsten ist.

In dem Filtrate der Dünndarmcontenta findet man nur selten Dextrin und stets nur geringe Mengen von Peptonen (*Frerichs*).

Ich habe nie mit Sicherheit Dextrin gefunden; dagegen findet man immer geringe Mengen jener in Wasser löslichen, in Alkohol unlöslichen Stoffe, die man früher Speichelstoff nannte.

Vergleichen wir die alkoholischen Extracte der verschiedenen Strecken des Dünndarms und des Dickdarms, so finden wir in denselben, ausser dem bereits erwähnten Zucker, den freien Säuren und deren Alkalisalzen, besonders Gallenbestandtheile und in dem ätherischen Auszuge dieser alkoholischen Extracte neben Fett mehr oder weniger Stoffe, welche mit Zucker und Schwefelsäure die bekannte Gallenreaction geben.

Dass man in dem Duodenuminhalte noch ziemlich unveränderte Galle findet, ist wohl sehr natürlich; allein auffallend ist mir immer gewesen, dass auch im Mageninhalte getödteter Thiere so wie plötzlich verstorbener Menschen sich immer Gallensubstanzen und hauptsächlich die harzigen Bestandtheile derselben nachweisen liessen. Besonders auffällig war mir diese Erfahrung am Mageninhalte zweier 3 Tage lang mit Stärkmehlbolus gefütterter Pferde; das alkoholische Extract des Mageninhalts wurde durch Essigsäure oder Salzsäure fast ebenso stark getrübt, wie das des Duodenuminhalts; der Niederschlag erschien unter dem Mikroskop in kleinen traubenförmig gruppirten Bläschen oder Kugeln, die sich in siedendem Wasser auflösten, beim Erkalten aber wieder in der frühern Form ausschieden; diese lösten sich in fixen und flüchtigen Alkalien sowie in Alkohol leicht auf, aber nicht in Aether; die ammoniakalische Lösung verdunstet, zeigte unter dem Mikroskop dendritische, den Salmiakefflorescenzen ähnliche, nur etwas dichtere Gruppierungen; die Kalilösung dagegen Wegebreitblättern ähnliche, krystallinische Gestalten; die Lösungen dieses Körpers wurden weder durch Gerbsäure noch neutrales essigsäures Bleioxyd, wohl aber durch basisches gefällt; da er die Gallenreaction mit Zucker und Schwefelsäure sehr schnell und schön gab, so ist wohl nicht daran zu zweifeln, dass hier im Magen wie im Duodenum unveränderte Gallensäuren, namentlich Glykocholsäure, vorhanden waren.

Je weiter man im Darmcanale hinabsteigt, desto weniger von jenen harzartigen Säuren der Galle findet man in dem alkoholischen Extracte, desto mehr aber gehen verhältnissmässig in das Aetherextract über. *Frerichs* hat auch die Veränderungen, welche die Galle im Verlaufe des Darmcanals erleidet, am sorgfältigsten untersucht. Wir haben schon im 4. Th. darauf aufmerksam gemacht, dass hauptsächlich im Dünndarme sich noch mit Leichtigkeit die Gegenwart der harzigen Gallensäuren nachweisen lässt; ja in der Nähe des Duodenums findet man oft noch unzersetzte Galle, so dass diese im wässrigen Auszuge nachzuweisen ist; durch die gleichzeitige Einwirkung der freien Säure, ferner leicht wandelbarer Proteinkörper und der Temperatur des thierischen Körpers wird die frisch in

den Darm entleerte Galle sehr bald in die bekannten Zersetzungsproducte zerlegt; es finden sich daher hier die nur in Alkohol löslichen Modificationen der stoffstofffreien Choloïdinsäure, während bei weiterm Fortschreiten im Darmcanale der grösste Theil dieser nur in Alkohol löslichen Säure schwindet, anstatt dessen aber ein sich ebenfalls allmählig verringender Theil in Aether löslicher Gallensubstanz zeigt, nämlich die *Berzelius'sche* Cholinsäure und Fellinsäure oder die eine Modification des *Mulder'schen* Dyslysins. Im Dickdarm und in den festen Excrementen habe ich stets noch nur in Aether lösliche Substanz gefunden, diese jedoch in so geringen Mengen, dass nach einer (hier nur möglichen) ungefähren Schätzung nicht angenommen werden kann, dass dies alle Galle sei, welche sich aus der Leber in das Duodenum ergossen hatte, sondern dass man vielmehr zu der *Liebig'schen* Ansicht geführt wird, wornach ein grosser Theil der Galle im Verlaufe des Darmcanals wieder absorbiert wird. Da es möglich gedacht werden kann, dass die harzigen Gallensäuren in das auch in Aether unlösliche Dyslysin verwandelt worden wären, so kochte ich die Dickdarmentonta und Excremente von Menschen und Hunden nach Fleischgenuss mit kalihaltigem Alkohol, konnte aber in der dadurch bewirkten Lösung nur selten und dann nur Spuren von Gallenharz, d. h. von regenerirter Choloïdinsäure, nachweisen.

C. Schmidt legte sich die Frage vor, in wie weit die Galle sich auf ihrem Wege bis zur Mitte des Dünndarms wohl zersetzt habe; zu dem Zwecke wurde die Menge der durch essigsäures Bleioxyd fällbaren Gallensäuren verglichen mit dem bereits gebildeten Taurin, welches aus dem Schwefelgehalte der vom überschüssig zugesetzten Blei befreiten Flüssigkeit berechnet wurde; in 400 Th. solchen Darminhalts wurden 2,48 Th. in Aether löslicher Fette und Gallensäuren, 2,024 Th. darin unlöslicher Gallenstoffe (Cholsäure, Glyko- und Taurocholsäure) und 0,143 Th. Taurin gefunden. Da die letzteren = 0,622 Th. reiner Gallensubstanz äquivalent sind, so ergibt sich, dass bis zur Mitte des Dünndarms fast schon die Hälfte der in den Darm ergossenen Galle zerlegt worden ist.

Etwas Fett findet man immer im ganzen Verlaufe des Darmcanals; dass nach fetthaltigen Nahrungsmitteln die Menge desselben in den Contentis allmählig abnimmt, braucht wohl kaum erwähnt zu werden; doch findet man nach fettreichen Nahrungsmitteln oft noch sehr erhebliche Mengen Fett in den festen Excrementen, wie nach *Boussingault's*¹⁾ und *Bidder's* und *Schmidt's* Versuchen sehr erklärlich ist. In den Fetten lassen sich übrigens immer Spuren von Cholesterin nachweisen.

Auch das Gallenpigment erleidet im Darmcanale allmählig dieselben Veränderungen, die wir an ihm bei der Fäulniss oder Zersetzung der Galle überhaupt wahrnehmen; nur im alkoholischen, seltner im wässrigen Extracte des Dünndarminhalts gelingt es mittelst des Gemisches von Schwefelsäure und Salpetersäure die bekannten Farbenveränderungen hervorzurufen; im Dickdarm ist das Gallenpigment allem Anscheine

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 19, p. 447—425.

nach in derselben Modification enthalten, die nach *Berzelius* und *Scherer* als letztes Umwandlungsproduct des Cholepyrrhins anzusehen ist.

Taurin ist von *Frerichs*¹⁾ oft, wiewohl nicht immer, im ganzen Verlaufe des Darmcanals und selbst in den festen Excrementen nachgewiesen worden.

Die in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Bestandtheile des Darminhalts fallen meistens der mikroskopischen Untersuchung anheim. Sie bestehen auch im wesentlichen aus unverdauten oder unverlichen Speiseresten. Was die unverdauten Substanzen betrifft, so finden wir ausser Fetttropfen Stärkemehlkörner, Muskelfasern und Zellgewebsfibrillen gewöhnlich noch in den Excrementen nach dem Genusse der entsprechenden Nahrungsmittel. Die *Stärkemehlkörner* pflegen in ihrem Durchmesser verjüngt zu sein, und zwar um so mehr, je tiefer unten im Darmcanale sie gefunden worden sind; gewöhnlich erscheinen sie rissig und gelappt, so dass einzelne Häute derselben theilweise oder vollkommen abgelöst sind; im letztern Falle kann man sie oft nur unter Mithilfe von Jodwasser unter dem Mikroskop als solche erkennen. Die *Muskelfasern* finden wir in den verschiedensten Phasen ihrer Umwandlung; man erkennt noch einzelne Muskelprimitivbündel unversehrt in ihrer histologischen Formation, dann parallelopipedische Stücke derselben, an denen die Querstreifung noch ziemlich deutlich zu erkennen ist; letztere zeigt sich wohl auch nur in einer feinen Punktirung; dafür treten dann oft die Längsstreifen mehr herbor; das Sarkolemm ist meist schon verschwunden; endlich bleibt oft nur eine ziemlich hyaline Masse übrig, die nur an der parallelen Gruppierung einzelner hervortretender Punkte als Rudiment der Muskelfaser zu erkennen ist. Eine vollständige Lösung der Muskelfaser ist aber, wie auch *Frerichs* gefunden, durch Magensaft und die übrigen Verdauungssäfte nicht zu erzielen.

Knochenreste lassen sich nach dem Genusse derselben im Darne und in den Excrementen immer nachweisen, obgleich sichtlich ein grosser Theil derselben in den ersten Wegen aufgelöst worden ist.

Da die *histologischen Bestandtheile der Pflanzengewebe* am wenigsten zur Zersetzung durch die Verdauungssäfte disponirt sind, so werden diese nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel immer ziemlich unverändert gefunden; die Cellulose ist den gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln unzugänglich; daher finden wir alle Arten von Pflanzenzellen: die Chlorophyllzellen bleiben unverändert, die Parenchymzellen sind nur zuweilen isolirt; Spiralgefässe sind besonders schön in den Excrementen der höhern wie der niedern Thiere zu erkennen. Auf Hefezellen stösst man oft nach dem Genusse gebackener Nahrungsmittel.

Neben dem flüssigen und festen Inhalte des Darmcanals sind auch die Gase desselben zu erwähnen. Leider besitzen wir aber über diese

1) *Frerichs*, a. a. O. S. 844.

elastisch-flüssigen Stoffe nur sehr wenig und überdies nicht einmal recht zuverlässige Beobachtungen, da namentlich die Untersuchungen des Gasgehalts der Därme in Krankheiten meist nur an Leichnamen angestellt worden sind, die bereits 24 St. gelegen hatten. Nur *Magendie* und *Chevreul*¹⁾ haben den Gasinhalt des Magens, Dünndarms und Dickdarms von eben Enthaupteten untersucht; indessen dürften auch selbst diese Untersuchungen wohl nicht als völlig schlussfertig anzusehen sein, da ein in wenig Stunden Hinzurichtender wohl schwerlich gut verdaut.

Im Magen eines solchen fanden *Magendie* und *Chevreul* ein Gasgemeng, welches aus atmosphärischer Luft bestand, in der ein Theil Sauerstoff durch Kohlensäure ersetzt war; nebenbei fanden sie noch etwas Wasserstoff (dem Volumen nach war diese Luft zusammengesetzt aus 14% Kohlensäure, 11% Sauerstoff, 74,45% Stickstoff und 3,55% Wasserstoff).

Darüber, dass diese Luft grösstentheils von aussen dem Magen zugeführt worden ist, kann wohl kein Zweifel sein; es ist schon oben erwähnt worden, dass beim Einspeicheln den Nahrungsmitteln eine nicht unerhebliche Menge Luft beigemengt wird, und dieses mag wohl die gewöhnlichste Art sein, wie atmosphärische Luft in den Magen gelangt; indessen kann auch bei gewissen Athembewegungen etwas Luft in den Magen durch den Oesophagus hindurch herabgezogen oder gedrückt werden, z. B. bei dem Würgen, welches dem Erbrechen vorangeht, wie *Budge* nachwies; besitzen doch manche Personen geradezu das Vermögen, willkürlich Luft zu verschlucken und durch grössere Mengen verschluckter Luft Erbrechen zu erregen.

Die Verminderung des Sauerstoffs und bedeutende Vermehrung der Kohlensäure wird wohl mit mehr Wahrscheinlichkeit von dem Austausch dieser Gase mit denen des Blutes abgeleitet, als von Gährungsprocessen; dieser Austausch ist wenigstens eine physikalische Nothwendigkeit, während Gährungsprocesse im Magen stets etwas Abnormes sind. In dem von genannten Forschern untersuchten Falle scheint aber allerdings ein Gährungsprocess vorangegangen zu sein; denn dafür spricht der wenn auch geringe Gehalt jener Luft an Wasserstoff.

In den Leichnamen gesunder Menschen und Thiere sind die Mengen Luft, die man im Magen vorfindet, immer höchst gering. Dagegen kommen unter sehr verschiedenen Verhältnissen abnorme Ansammlungen von Luft im Magen vor, so dass man selbst eine besondere Krankheit, *Pneumatosis ventriculi*, annehmen zu dürfen geglaubt hat. Selbst bei Gesunden können grössere Mengen von Gas im Magen sich ansammeln nach dem Genuisse solcher Speisen und Getränke, die sehr leicht in Gährung übergehen: hefereiches Backwerk, frischgebacknes Brod, Zwiebeln, Knoblauch, Rettig, rohes Obst, Most, nicht ausgegohrnes Bier, besonders wenn diese Nahrungsmittel in sehr grossen Mengen genossen werden. In solchen Fällen wird in der Luft immer ein grosser Ueberschuss von Kohlensäure gefunden werden, da alle diese Substanzen der weinigen und essigsäuren Gährung unterliegen, welcher letztern fast immer auch Kohlensäureentwicklung vorangeht. Wenn aber sich hier der Luft auch Wasserstoffgas beigesellt, so dürfen wir uns nicht wundern, da wir bereits oben gesehen haben, wie sehr die *Amylacea* im Magen auch zur Buttersäuregährung geeignet sind; diese ist ja aber immer (nach *Pelouze*, *Liebig* und *Andern*) von Wasserstoffentwicklung begleitet.

Besonders häufig beobachtet man Luftansammlungen im Magen von solchen Kranken, die entweder, wie Hysterische und Hypochondrische, eine widernatür-

1) *Magendie* und *Chevreul*, *Berzelius*, *Lehrb. d. Ch.* Bd. 9, S. 338—340.

liche Neigung haben, Luft zu verschlucken oder bei denen die Krankheit selbst ein längeres Verweilen der Speisen im Magen bedingt oder endlich bei denen die Magensaftsecretion selbst vollkommen gestört ist. Bei Hysterischen und Hypochondrischen, welche Luft verschluckt haben, sind die durch Ructus ausgestossenen Gase meist geruchlos, und es lässt sich daher erwarten, dass diese Luft, ausser einer Zunahme an Kohlensäure, wohl wenig Veränderungen erlitten hat.

Bei Verengerungen des Pylorus sowie bei chronischen Katarrhen des Magens tritt nicht nur nach dem selbst mässigen Genusse vorerwählter Nahrungsmittel eine Erfüllung des Magens mit Luft ein, sondern auch nach dem Genusse anderer Nahrungsmittel, die den Gesunden nicht zu belästigen pflegen und höchstens erst im Dickdarme zu Gasansammlungen Veranlassung geben, z. B. Milch, Hülsenfrüchte, Kohl, Eier, Fleisch und andre Animalien. In solchen Fällen enthält die Luft jedenfalls nur wenig Sauerstoff, viel Kohlensäure, wahrscheinlich auch Wasserstoff und Kohlenwasserstoff, stets aber auch Schwefelwasserstoff, der durch den Geruch der Ructus ebensowohl als durch seine Reaction auf ein mit Bleizuckerlösung befeuchtetes Papier zu erkennen ist.

Bei Typhösen, die lange Zeit weder Nahrungsmittel noch Arzneien zu sich genommen haben, wird der Magen nicht selten von Gas aufgetrieben gefunden; hier tritt der Meteorismus nur langsam auf und wird wohl hauptsächlich durch den paralytischen Zustand der Muskelhaut des Magens begünstigt.

*Chevillot*⁴⁾ fand im Magengase von Leichen (24 St. nach dem Tode) 25,2 bis 27,8 Volumenprocente Kohlensäure, 8,2 bis 13,0% Sauerstoff und 66,8 bis 59,2% Stickstoff, aber nur Spuren von Wasserstoff.

Im Dünndarme pflegt durchschnittlich weit weniger Luft als im Dickdarme gefunden zu werden. *Magendie* und *Chevreul* fanden in den Dünndärmen dreier Hingerichteter keinen Sauerstoff mehr, dagegen ausserordentlich viel Wasserstoff und Kohlensäure (im ersten Falle 24,39% CO₂, 20,08% N und 55,53% H, in einem zweiten Falle 40,00% CO₂, 8,85% N und 51,15% H, in einem dritten 25,0% CO₂, 66,6% N und 8,4% H); dagegen fand *Chevillot* im Luftgemenge, aus dem Dünndarme älterer Leichen entlehnt, immer noch 2 bis 3% Sauerstoff. Dass in Krankheiten und selbst bei Gesunden nach dem Genusse der oben erwähnten oder diesen ähnlichen Speisen oder Getränke Gasansammlungen häufiger vorkommen, als im Magen, ist leicht erklärlich; denn eines Theils werden von hier aus die Blähungen nicht so leicht wie aus dem Magen entfernt, andererseits schreitet aber die Gährung und Zersetzung der genannten Substanzen hier um so schneller fort, je länger sie schon im Magen und Dünndarm verweilt haben. Verengerungen einzelner Strecken des Dünndarms und andere Krankheiten des Darms tragen auch hier mit zur Vermehrung des Gasgehaltes wesentlich bei.

Vergleichen wir die Zusammensetzung der Dünndarmluft mit dem Magengase, so stellt sich ein ganz anderes Verhältniss als dort heraus; wir haben es hier kaum noch mit Resten von atmosphärischer Luft zu thun, sondern der grösste Theil des Gases hat seine Quelle in der Zersetzung stickstoffhaltiger und stickstofffreier Substanzen. Es ist hierbei aber immer noch im Auge zu behalten, dass diese Gase von den Blutgasen nur durch permeable feuchte Membranen getrennt sind, und dass aus diesem Grunde die Analyse des Luftgemengs nie der Ausdruck für die aus der Zersetzung der Speisen hervorgegangenen gasigen Producte ist. Es ist daher mehr als wahrscheinlich, dass die namentlich bei Kin-

4) *Chevillot*, Journ. de chim. méd. 4 Sér. T. 5, p. 596—650 et Arch. génér. de médec. 1834. p. 265—292.

dern und hysterischen Frauen zuweilen auftretenden gefährlichen Erscheinungen von Meteorismus nicht bloß durch die mechanische Verengung des Brustkastens (durch heraufgepresstes Zwerchfell), sondern auch durch den Uebergang gewisser Gase in das Blut bedingt werden; weniger dürfte in diesen Fällen die resorbirte Kohlensäure, als vielmehr der Wasserstoff und seine Verbindungen in Anschlag gebracht werden; die Amylacea liefern durch Buttersäuregährung, die im Darne nur durch die freie Säure des Magensaftes verhindert wird, Wasserstoff, welcher in *statu nascenti* sich mit dem Schwefel der zersetzten Proteinkörper vereinigt, und so das im Blute so nachtheilig wirkende Schwefelwasserstoffgas erzeugt.

Die Gegenwart des Schwefelwasserstoffs in dem Dünndarmgase ist übrigens leicht aus den Ructus zu ersehen, welche erst 4 bis 8 Stunden nach Aufnahme der Nahrungsmittel entwickelt werden. Auffallend ist es übrigens, dass solche schwefelwasserstoffhaltige Ructus sehr gewöhnlich bei dem Gebrauche von Eisenpräparaten beobachtet werden; es ist möglich, dass bei Gegenwart von Eisen die Umwandlung schwefelsaurer Alkalien in Schwefelmetalle beschleunigt und namentlich die Bildung von Schwefeleisen bedingt wird, aus dessen Zersetzung durch Säuren dann das Schwefelwasserstoffgas hervorgehen mag. Dass nach dem Gebrauche von Schwefelpräparaten Schwefelwasserstoffbildung eine gewöhnliche Erscheinung ist, bedarf kaum der Erwähnung und sicher nicht erst einer Erklärung.

Weit häufiger als im Magen und Dünndarm finden Gasansammlungen und zwar oft sehr bedeutende im Dickdarme statt. Nach den Untersuchungen *Magendie's* und *Chevreur's* ist hier der Sauerstoff ganz geschwunden; an Kohlensäure fanden diese Forscher 43,5 bis 70,0%, an Stickstoff 18,40% bis 51,03 und 5,47 bis 44,6% Kohlenwasserstoff, *Chevillet* im Dickdarmgase aus ältern Leichnamen 23,11 bis 93,00% Kohlensäure, 2,0 bis 3,0% Sauerstoff, 95,2 bis 90,0% Stickstoff und 28,0% Kohlenwasserstoff; in den Flatus fand *Marchand* durch 2 Analysen 36,5 und 44,5% Kohlensäure, 29,0 und 44,0% Stickstoff, 43,5 und 45,8% Wasserstoff, 22,0 und 45,5% Kohlenwasserstoff und in dem letzten Falle 4,0% Schwefelwasserstoff. Bemerkenswerth ist, dass Schwefelwasserstoff sich in den Dickdarmgasen immer in weit geringerer Menge vorfindet, als man dem Geruche nach annehmen zu dürfen glaubt.

Die Gründe, weshalb im Dickdarme die Gasentwicklung immer bedeutender ist, als im Dünndarme, bedürfen kaum der Erwähnung; denn wenn schon im Ileum die Zersetzung der Speisereste begonnen hat, so wird sie im Dickdarme sich um so mehr fortsetzen, als dort keine freie Säure mehr zu den Faecalmassen tritt, durch welche deren weitere Zersetzung gehemmt werden könnte. Ist aber der Dickdarminhalt sauer, so wissen wir aus dem Obigen, dass dies derselbe nur in Folge einer Buttersäuregährung ist, welche ja eben von einer reichlichen Gasentwicklung begleitet ist. Für den rationellen Arzt bedarf es sonach wohl nicht erst des näheren Hinweises auf alle jene krankhaften Zustände, durch welche grössere Ansammlungen von Luft im Blinddarm bedingt werden können; wir gestatten uns nur zu erwähnen, dass diese Gasanhäufungen, die man Meteorismus oder Flatulenz zu nennen pflegt, ebensowohl eine Folge unterdrückter oder perverser Secretion der Darmsäfte sein kann, als die Folge von verringerter Contractilität der Muskulatur des Darms, von Stricturen und andern anatomischen Veränderungen des

Dickdarms, sowie von Druck, den krankhafte Geschwülste auf die untern Darmpartien ausüben u. s. w. Die in einzelnen Theilen des Dickdarms stagnirenden Stoffe gehen in vollkommene Putrescenz über, und deren Producte, die gasigen sowohl als die festen, sind ganz dieselben, wie wir sie ausserhalb des thierischen Körpers beobachten. So fand z. B. *Frerichs* in solchen Massen ganz ähnliche Stoffe, wie sie *Bopp* aus faulenden Proteinkörpern erhalten hat.

Die Aerzte haben in früherer Zeit an eine Secretion der Gase von den Darmwänden aus geglaubt; wer mit dem thierischen Stoffwechsel einigermaassen vertraut ist und die chemischen Prozesse der Fäulniss kennt, wird eine solche Annahme zur Erklärung bedeutenderer Gasentwicklungen nicht blos unnöthig, sondern es nach den gegebenen Andeutungen auch völlig unwahrscheinlich finden, dass aus der allgemeinen Säftemasse Gase, wie Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Schwefelwasserstoff (aus dem Blute, wo man sie sonst nie gefunden), in den Darmcanal übertreten sollten. Indessen haben *Magendie* und *Girardin*¹⁾ eine auch von *Frerichs*²⁾ bestätigte Beobachtung gemacht, welche wenigstens die Möglichkeit einer Gasausscheidung aus dem Blute in den Darm erweist. Wurde nämlich bei Hunden eine Darmschlinge, nachdem sie von Contentis vollständig entleert war, an beiden Enden unterbunden, so fand sich dieselbe nach einiger Zeit immer mit Luft erfüllt. Leider wurde solche Luft nicht analysirt; Wasserstoff und gasige Wasserstoffverbindungen würden wohl kaum darin zu finden gewesen sein.

Frerichs macht zugleich auf eine Luftansammlung am Darne aufmerksam, die aber eigentlich nicht hieher gehört, da sie ein in der Serosa des Darmes abgesehenes Emphysem ist; *Frerichs* beobachtete solche mit Luft erfüllte erbsenbis haselnussgrosse Blasen häufig am Darne von Schweinen.

Obleich aus den obigen Mittheilungen schon leicht zu entnehmen ist, welche Stoffe sich in *den durch Erbrechen entleerten Massen* (*F. T. 7. F. 3*) vorfinden und vorfinden müssen, so dürfte es hier doch nicht ganz überflüssig sein, die verschiedene Beschaffenheit des unter verschiedenen krankhaften Zuständen Erbrochenen nach den bisherigen Erfahrungen zusammenzustellen. Leider sind aber sehr viele der uns vorliegenden Untersuchungen nur wenig zu benutzen; wie für die Diagnose einer Magenkrankheit, so ist es auch für eine wissenschaftliche Untersuchung des Erbrochenen überaus wichtig zu wissen, binnen welcher Zeit das Erbrechen nach Aufnahme der Nahrungsmittel oder ob es bei leerem Magen erfolgt ist. Nur hieran lässt sich eine wissenschaftliche Betrachtung dieses Gegenstandes knüpfen.

Es ist aber eine wahrhaft betäubende Erscheinung, dass noch heute die sog. pathologische Chemie sich mit der physikalischen Diagnose ebensowenig als mit der pathologischen Anatomie vertraut gemacht hat; man findet daher zahlreiche Analysen von Erbrochenem bei Dyspepsie, einem Worte, was keinem rationellen Arzte genügen, der naturwissenschaftlichen Forschung aber nur hinderlich sein kann. Jeder muss wissen, dass Dyspepsie und Pyrosis ebensowohl chronischen Magenkatarrh als rundes Magengeschwür, Krebse und andre primäre und secundäre Affectionen des Magens begleiten kann; ist keine pathologisch-anatomische Diagnose gemacht, so kann die Untersuchung der von Dyspeptischen erbrochenen Massen durchaus zu nichts führen; ist es nicht möglich, eine bestimmte Diagnose bei Dys-

1) *Magendie* und *Girardin*, Recherchen physiol. sur les Gas intestin. Paris 1824. p. 24.

2) *Frerichs*, Verdauung a. e. a. O. S. 366.

pepsie, Pyrosis oder Wasserbrechen zu machen, so ist es besser, gar keine Analyse des Erbrochenen anzustellen; denn es ist sicher nichts daran verloren. Trotz der zahlreichen mehr oder weniger genauen Untersuchungen erbrochener Materien wissen wir noch sehr wenig über die verschiedenen morphologischen und chemischen Bestandtheile der Massen, welche in den verschiedenen Krankheiten des Magens oder anderer Unterleibsorgane entleert zu werden pflegen. Das Positive lässt sich in wenigen Sätzen zusammenfassen:

Bei weitem die häufigsten Fälle sind die, wo die Hauptmasse des Erbrochenen aus unverdauten oder halbverdauten Nahrungsmitteln besteht, und zwar deshalb, weil ja gewöhnlich die Nahrungsmittel die nächste Veranlassung zur antiperistaltischen Bewegung abgeben. Es versteht sich von selbst, dass die Nahrungsmittel bereits um so mehr verändert sein werden, je länger sie im Magen verweilt haben; daher finden wir constant beim runden Geschwür des Duodenums, wo das Erbrechen erst 4 bis 6 Stunden nach Aufnahme der Nahrungsmittel erfolgt, nicht bloß die eiweissartigen Substanzen, sondern auch die Amylacea bei weitem mehr verändert, als bei perforirendem Magengeschwür, bei Scirrhus Pylori dagegen weniger, als bei andern krebssigen Affectionen des Magens u. s. w. Diese Umwandlungen, welche wir in den Nahrungsmitteln wahrnehmen, können nun normale und abnorme sein, d. h. man wird im erstern Falle halbverdaute (in der oben beschriebenen Weise veränderte) Muskelfasern, Peptone, Zucker u. dergl. finden. Diese Fälle sind die seltneren und kommen meist vor, wenn der Sitz der Krankheit, welche das Brechen erregte, ausserhalb des Magens liegt, jedoch zuweilen auch bei Magenkrebs. Bei weitem häufiger geschieht es, dass die Speisen, wenn sie längere Zeit im Magen verweilen, abnorme Veränderungen erlitten haben; es ist in den zucker- oder stärkmehlhaltigen Nahrungsmitteln milchsaure, essigsäure oder buttersäure Gährung entstanden, daher die ausgebrochenen Massen ausserordentlich stark sauer reagiren, schmecken und selbst das Gefühl von Stumpfheit der Zähne herbeiführen; die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe erscheinen dann unter dem Mikroskope nur wenig verändert, höchstens aufgelockert und durchscheinender; so beschaffne Massen werden hauptsächlich bei chronischem Magenkatarrh, nicht selten jedoch auch bei rundem Magengeschwür und Magenkrebs erbrochen. Es gewinnt aber den Anschein, als ob gerade bei chronischem Magenkatarrh in dem Stärkmehl, je nach der Art des abgesonderten Schleims, alle Arten von Gährung eingeleitet werden könnten, die man ausserhalb des Körpers in den chemischen Laboratorien kennen gelernt hat, ganz so wie auch bei Harnblasenkatarrh dieser bald mehr zur sauren, bald mehr zur alkalischen Harngährung disponirt. Bei Diabetikern scheint nach einigen Erfahrungen *Frerichs'* besonders die Zuckerbildung im Magen gefördert zu werden. Wichtiger ist eine andre Beobachtung dieses Forschers; derselbe überzeugte sich nämlich, dass die farblosen, zähen, fadenziehenden Massen, die zuweilen in reichlicher Menge bei Magenkatarrh ausgeschieden werden, fast vollkommen dieselben Eigenschaften besitzen, wie die gummiartigen, durch sog. schleimige

Gährung entstandenen Substanzen. Es scheint somit auch wenigstens zum Theil von der Natur des bei Magenkatarrh abgesonderten Schleimes abzuhängen, ob in den Amylaceis schleimige, milchsaurer, essigsaurer oder buttersaurer Gährung eingeleitet wird; eine Ansicht, die in unserer jetzigen Kenntniss der Erreger dieser verschiedenen Gährungsarten ebenso wohl als in den verschiedenen anatomischen Veränderungen der Magenschleimbaut und des durch diese abgesonderten Schleimes ihre volle Bestätigung findet.

Stark verdaute und zugleich in einen fast putriden Zustand übergegangene Massen werden nur bei anatomisch-mechanischen Veränderungen im Darmcanale, eingeklemmten Brüchen, Volvulus u. s. w. erbrochen. Da, wie oben erwähnt, in den Magen- und Darmcontentis zuweilen Hefepilze, theils von aussen eingeführt, theils im Körper selbst durch Fortpflanzung vermehrt gefunden werden, so darf es nicht wundern, dass man solche auch in dem Erbrochenen antrifft. Aehnlich mag es sich mit der *Sarcina* verhalten, deren Natur und Vorkommen nach ihrer Entdeckung durch *Goodsir*¹⁾ so viele Untersuchungen und Besprechungen veranlasst hat. Dieses organische Wesen ist höchst wahrscheinlich identisch mit der schon von *Meyen*²⁾ beschriebenen Alge, *Merismopedia punctata*, und dem von *Ehrenberg*³⁾ zu den Bacillarien gerechneten *Gonium tranquillum* und *glaucum*; dasselbe bildet Platten, die aus einer grössern oder geringern Anzahl viertheiliger Zellen bestehen, die letztern, ungefähr $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{500}$ ''' im Durchmesser, sind quadratisch und gleichen abgeschnürten Paketen (*F. T. 7. F. 4*); diese finden sich auch einzeln im Erbrochenen, jedoch häufiger zu 4, 8 und 16, regelmässig zusammenhängend, so dass sie ganze Platten bilden. Diese Algen sind durchaus nicht für eine besondere Magen- oder Verdauungskrankheit charakteristisch, obwohl man sie dann am gewöhnlichsten findet, wenn die Speisen vor dem Erbrechen lange Zeit im Magen verweilt haben, z. B. bei Magenkrebs. *Frerichs*⁴⁾ hat die *Sarcina* häufig im Magen von Leichnamen gefunden, welche während des Lebens kein Zeichen gestörter Verdauung hatten wahrnehmen lassen; ja selbst an mit Magen fisteln versehenen Hunden beobachtete er sie, während die Verdauung derselben eben so regelmässig und energisch von Statten ging, als vor dem Erscheinen dieser Alge. Sie erscheint daher im thierischen Organismus ohne allen Zusammenhang mit irgendwelchen pathologischen Erscheinungen.

Die *Sarcina* kann demnach keineswegs als diagnostisches Zeichen benutzt werden, da ihre Entstehung oder ihr Wachsthum ebensowenig durch gewisse pathologische Processe bedingt wird, als sie solche hervorzurufen vermag.

Frerichs hat ihre Entwicklung an einem mit einer Magen fistel versehenen Hunde studirt; er beobachtete zuerst runde, meist isolirte, seltner zu zweien gruppirte,

1) *Ed. Goodsir*, *Edinburgh med. and surg. Journ.* V. 57, p. 430.

2) *Meyen*, *Neues System der Pflanzen.* Bd. 6, S. 440.

3) *Ehrenberg*, *Infusorien.* S. 58, Taf. 3, Fig. 3.

4) *Frerichs*, *Häser's Arch.* Bd. 10, S. 175—208.

kernlose Zellen von $\frac{1}{400}$ bis $\frac{1}{300}$ ''; die anfangs durchsichtige Zelle erhält allmählig eine durch die Mitte gehende seichte Einschnürung, der eine andere, dieselbe rechtwinklig kreuzende, sich zugesellt; die Linien vertiefen sich vom Centrum nach der Peripherie hin, bis endlich die Zelle in 4 gleiche Theile abgeschnürt erscheint; die einzelnen Felder sind $\frac{1}{700}$ bis $\frac{1}{500}$ ''; indem jedes einzelne Feld sich auf die beschriebene Weise wieder in vier Felder theilt, wächst das ursprüngliche Individuum zu den grossen von rechtwinkligen Linien durchschnittenen, leicht in einzelne viertheilige Zellen zerfallenden Platten.

Hasse fand die Sarcina auch in den Stuhlentleerungen; *Heller*¹⁾ hat sie auch dreimal in Harnsedimenten gefunden, wobei er sie jedoch nicht in andern Theilen des Körpers fand.

Hasse und *Kölliker*²⁾, *Virchow*³⁾, besonders aber *Schlossberger*⁴⁾ haben genauere chemische Untersuchungen über die Constitution dieses Körpers angestellt. *Virchow* sah die Sarcinamoleküle durch Essigsäure sich gar nicht verändern, durch Kali anfangs durchsichtiger, später aber in amorphe Körnchen zerstört werden; *Hasse* und *Kölliker* fanden, dass Säuren und Alkalien die Sarcinen nur blässer machen, dass sie beim Kochen mit Schwefelsäure gelöst, durch Kochen mit Salzsäure die grössern Abtheilungen in kleinere getrennt, durch erhitzte Kalilauge der Inhalt theilweise gelöst und das Gerüste vollkommen erhalten zurückgelassen werde, dass endlich die mit Schwefelsäure behandelte Sarcina durch Jod nur gelb gefärbt, durch Glühen aber vollständig zerstört werde. *Schlossberger* fand folgendes: Wasser, Alkohol, Aether und Fette, wie flüchtige Oele, liessen die Sarcinen unverändert; eben so wenig wirkten organische oder verdünnte Mineralsäuren darauf ein. Nach *Mulder's* Methode, die Cellulose zu erkennen, mit Jod und Schwefelsäure behandelt, zeigten sie durchaus keine blaue oder grünliche Färbung; durch concentrirte Schwefelsäure wurden die Sarcinen entfärbt, sehr durchsichtig; die Zwischenräume der grössten Felderabtheilungen quollen auf, und durch Zusatz von Wasser zerfielen sie in kleinere Plättchen; bei längerer Einwirkung lösten sich dieselben völlig auf; durch Salpetersäure wurden viele gelblich, jedoch nur, wenn sie vorher mit Kalilauge behandelt worden waren; demnach scheinen sie wenigstens zum Theil einen proteinartigen Bestandtheil zu enthalten. Durch Salzsäure sie blau zu färben vermochte dagegen *Schl.* nicht; ja er zweifelt sehr an einem von der Hülle verschiedenen Inhalte, von dessen Gegenwart *Hasse* und *Kölliker* sich durch Salzsäure sowohl als durch Kali überzeugt zu haben glaubten. Aetzkali macht die Sarcinen aufquellen, namentlich die grössern Zwischenräume der Felder. Bei geistiger und saurer Gährung bleiben die Sarcinen unverändert.

Bei weitem zugänglicher der chemischen Untersuchung und physiologisch interessanter sind die meist flüssigen Materien, welche im *nüchternen* Zustande zuweilen, z. B. bei chronischem Magenkatarrh, bei rundem Magengeschwür, bei Magenkrebs, ausgebrochen werden. Obgleich erst nach Untersuchung solcher Ausscheidungen eine gedeihliche Erforschung der sonst mit Speisen gemischten erbrochenen Materien zu erwarten stand, so hat man doch bis jetzt nur wenig Analysen solcher durch den Mund entleerten Magen- und Darmausscheidungen ausgeführt und noch seltner damit die Diagnose der Krankheit festgestellt. So hat z. B. das sog. Wasserbrechen (Waterbrash) die Aufmerksamkeit der Aerzte

1) *Heller*, Arch. f. med. Ch. Bd. 4, H. 5, Fig. 5. N. F. Bd. 4, S. 26.

2) *Hasse* und *Kölliker*, Mittheil. der Zürcher naturf. Gesellsch. 1847. S. 95.

3) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anatomie. Bd. 4, S. 364.

4) *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 6, S. 747—768.

erregt und das Ausgeworfene ist auch analysirt worden; doch einmal fand man die Flüssigkeit alkalisch, ein andermal ausserordentlich scharf sauer, ohne dass hierbei der pathologisch-chemische Process eine Berücksichtigung gefunden hätte. *Frerichs*¹⁾ hat auch hierin Bahn gebrochen. Er hat nämlich nachgewiesen, dass in manchen Formen von Magenkrankheiten, namentlich dem chronischen Magenkatarrh der Säugler, zuweilen bei Magenkrebs und rundem Magengeschwür, die Speicheldrüsen consensuell gereizt sind und viel Speichel absondern, der sich im Magen ansammelt und endlich Erbrechen bedingt. In solchen Fällen trugen die erbrochenen Flüssigkeiten alle Charaktere des Speichels an sich; sie waren in den meisten Fällen alkalisch, oft auch neutral, selten sauer, enthielten viel Rhodanverbindungen und verwandelten Stärkmehl unter geeigneten Verhältnissen sehr bald in Zucker.

Diese Flüssigkeiten fand *Frerichs* durch Epithelien und Fetttröpfchen schwach getrübt; ihre Dichtigkeit schwankte zwischen 1,004 und 1,007, enthielten 0,472 bis 0,688% feste Bestandtheile, trübten sich wenig in der Hitze; mit Alkohol schieden sie weisse Flocken aus, welche die stärkeumwandelnde Kraft in hohem Grade besaßen; die wässrige Lösung ihrer alkoholischen Extracte wurde durch Eisenoxysalze dunkelblutroth. Aehnliche Arten von alkalisch reagirenden, durch Erbrechen entleerten Flüssigkeiten haben *Wright*, *Nasse*²⁾, *Bird*³⁾ untersucht.

Sehr oft hat man ein wässriges Erbrechen beobachtet, dessen flüssiges Auswurfsproduct sehr sauer reagirte; dasselbe kommt beim runden Magengeschwür und vielleicht auch bei nervösem Magenkrampf (wenn dieser wirklich existirt) vor. Leider sind solche Auswürflinge, wenn man in ihnen auch wirklich Milchsäure, Buttersäure oder Essigsäure mit chemischer Sicherheit nachgewiesen hätte, doch nicht so genau untersucht, dass sich entscheiden liesse, ob die überschüssige Säure in ähnlicher Weise, wie bei der Magenerweichung der Kinder (*Elsässer*), durch schleunige Gährung im Magen noch zurückgebliebener stärke-mehlhaltiger oder zuckerbildender Speisereste entstanden sei, oder ob sie in Folge einer abnormen Labsaftabsonderung sich im Magen angesammelt habe.

Am häufigsten sind die in der Cholera erbrochenen reiswasserähnlichen Stoffe untersucht worden; dieselben kommen in ihrer physischen und chemischen Beschaffenheit fast vollkommen mit dem bei Uræmie öfter eintretenden Erbrechen überein; sie sind gewöhnlich von schwachem, aber widrigem Geruche und sauer, neutraler oder auch alkalischer Reaction, setzen beim Stehen graulich weisse Flocken ab, die aus Epithelialgebilden oder sog. Darmschleim bestehen, während die darüber befindliche Flüssigkeit klar und gelblich erscheint. Ausser den schönsten Gruppen von Cylinderepithelien finden sich in diesen Flüssigkeiten nur wenig organische Stoffe, dagegen verhältnissmässig viel anorganische Salze und darunter hauptsächlich Kochsalz mit wenig schwefelsaurem

1) *Frerichs*, a. e. a. O.

2) *Nasse*, Med. Correspondenzbl. rh. u. westph. Aerzte. 4844. Nr. 44.

3) *Bird*, Lond. med. Gaz. V. 29. p. 278 u. V. 30. p. 394.

Alkali. Es hängt nur von dem Stadium der Krankheit ab, ob die Flüssigkeit sauer oder alkalisch reagirt; kurz nach Beginn der Krankheit ist das Erbrechen sauer; ich fand darin (wie *Herrmann*¹⁾ Buttersäure und Essigsäure (vielleicht auch Metacetonsäure); enthielt die Flüssigkeit keine Speisereste, sondern war sie reiswasserähnlich und sauer oder neutral, so fand ich (wie *Schmidt*²⁾ constant *Harnstoff*. War die Krankheit dagegen weiter vorgeschritten, die die Uraemie begleitenden Hirnsymptome eingetreten und erfolgte nun überhaupt noch Erbrechen, so fand sich neben andern Ammoniaksalzen besonders kohlen-saures Ammoniak und die Flüssigkeit war deshalb alkalisch. *Eiweiss* findet sich nur in sehr geringen Quantitäten bei saurer Reaction der Flüssigkeit, in grössrer Menge bei alkalischer Reaction.

Das specifische Gewicht solcher Flüssigkeiten schwankt zwischen 1,025 und 1,007; sie enthalten 0,4 bis 0,6% feste Bestandtheile, unter letztern oft mehr als die Hälfte mineralische (*Wittstock*³⁾, *Mulder*⁴⁾, *Andral*⁵⁾, *A. Taylor*⁶⁾, *Becquerel*⁷⁾, *Güterbock*⁸⁾, *Schmidt*.)

Das Eiweiss, über dessen Gegenwart oder Abwesenheit in den Choleraejektionen man sich so viel herumgestritten hat, ist meist nur unter Zuziehung von Salmiak oder bei alkalischer Reaction durch Neutralisation der Flüssigkeit kenntlich zu machen.

Was das Erbrechen von galligen Substanzen betrifft, so kann auch dieses von sehr verschiedener Art sein. Am gewöhnlichsten sehen wir gallige Substanzen zugleich mit Speiseresten erbrochen werden; auch lassen sich bei einer genauern chemischen Untersuchung die Gallensäuren (durch die *Pettenkofer'sche* Probe) in den meisten durch Erbrechen entleerten Substanzen nachweisen; es ist auch sehr leicht erklärlich, dass durch die antiperistaltische Bewegung zugleich der Inhalt des Dünndarms und somit auch Gallenstoffe zu Tage gefördert werden. Grössere Mengen von Galle mit wenig Speiseresten oder nur mit Magensaft und Speichel gemengt sehen wir bei entzündlichen Zuständen der Unterleibsorgane, namentlich des Peritoneums, sowie auch bei Hirnaffecten entzündlicher Art durch Erbrechen ausgeworfen werden; das Erbrochene ist dann grasgrün oder grünspahnähnlich gefärbt (*Vomitus aeruginosus*). Die grüne Farbe verdanken diese Flüssigkeiten der grünen Modification des Gallenpigments, welches durch die Einwirkung der freien Säure des Magensaftes aus dem braunen hervorgegangen ist; die Flüssigkeit reagirt auch in der Regel stark sauer und zeigt mit Salpetersäure oder salpetersäurehaltiger Schwefelsäure noch den schönsten, dem Gallenpigmente eigenthüm-

1) *Herrmann*, Poggend. Ann. Bd. 22, S. 169.

2) *C. Schmidt*, epidemische Cholera u. s. w. S. 72.

3) *Wittstock*, Pogg. Ann. Bd. 24. S. 525.

4) *Mulder*, Natuur en Scheikundig Archif D. 4. St. 4. 1883.

5) *Andral*, Gaz. médic. 1847. p. 654.

6) *A. Taylor*, Chemical Gaz. 1849. p. 95.

7) *Becquerel*, Arch. génér. de méd. 18. Octbr. 1849.

8) *Güterbock*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 48. S. 780 u. 850.

lichen Farbenwechsel; sie enthält gewöhnlich keine in der Hitze gerinnbare Substanz, wohl aber Speichel, wie wenigstens aus der im alkoholischen Extracte nachweisbaren Gegenwart von Rhodanverbindungen hervorgeht. Wie jeder erbrochenen Masse, so sind auch dieser neben Speichel Pflaster- und Cylinderepithelien ebensowohl als Fetttropfchen beigemischt; letztere pflegen in diesem Falle durch die Gegenwart des Cholepyrrhins unter dem Mikroskop grün gefärbt zu erscheinen.

Blutiges Erbrechen kann sich bekanntlich zu sehr verschiedenen Zuständen hinzugesellen; weniger wichtig für die nähere Untersuchung ist frisches erbrochenes Blut; dasselbe ist oft noch flüssig und ziemlich hellroth, wenn es gleich nach dem Austritte aus den Gefäßen entleert wird; dagegen ist es in der Regel dunkelbraunroth gefärbt, geronnen und mit Speiseresten gemischt. Wenn bei capillären Magenblutungen, die bekanntlich in den verschiedensten Leiden ihren Grund haben können, z. B. in rundem Magengeschwür, Magenkrebs, haemorrhagischen Erosionen der Magenschleimhaut, Störungen in der Circulation des Blutes im Unterleibe, besonders in der Milz und Leber u. dergl. mehr, das Blut längere Zeit im Magen verweilt: so erfolgt das von frühern Pathologen so hervorgehobene Erbrechen brauner und schwarzer, kaffeesatzähnlicher oder chocoladefarbener Massen. Rudimentäre Blutkörperchen sind in diesen Massen immer mikroskopisch zu erkennen; sollte man sich aber nicht auf die mikroskopische Untersuchung verlassen können, so kann durch schwefelsäurehaltigen Alkohol aus den getrockneten Massen leicht eine rothe Flüssigkeit erhalten werden, welche nicht bloß durch die Beschaffenheit ihres festen Rückstands, sondern auch durch den Reichthum des letztern an Eisen die Gegenwart des Haematins verräth. Fetttropfchen, Epithelialgebilde u. s. w. findet man auch in diesen Massen.

Zucker lässt sich sehr oft im Erbrochenen nachweisen; *Mac Gregor*¹⁾, *Pollé*²⁾ und neuerdings *Scharlau*³⁾ wollen solchen hauptsächlich im Mageninhalt Diabetischer gefunden haben; zwei Beobachtungen von *Frerichs*⁴⁾ scheinen diese Beobachtungen zu bestätigen; derselbe fand nämlich in dem durch Brechmittel entleerten Mageninhalt von Diabetikern sehr viel Zucker, aber durchaus kein Dextrin. Merkwürdig war übrigens, dass trotz Neutralisation der sauren erbrochenen Masse keine Milchsäuregährung eingeleitet werden konnte.

Frerichs glaubt, dass wir durch diese Erfahrung einen Wink für die Erklärung der Pathogenese des Diabetes erhalten; so wenig dieses Moment, wenn es sich als constant erweisen sollte, zu vernachlässigen sein dürfte, so dünkt es uns doch, als ob das Wesen des Diabetes kaum in den ersten Wegen zu suchen sei; denn auch im normalen Zustande wird Stärkmehl im Magen in Zucker verwandelt und Zucker im Blute gefunden; in der Leber wird Zucker gebildet, d. h. er wird nicht nur nach *Bernard* darin gefunden, sondern, wie ich beobachtet, geht weit mehr Zucker aus der Leber durch die Lebervenen ab, als durch Pfortader und Leberarterie ihr zugeführt wird; es ist daher wohl für jetzt richtiger mit *C. Schmidt* anzunehmen, dass im Diabetes die Umwandlung oder Rückbildung des Zuckers ge-

1) *Mac Gregor*, Lond. med. Gaz. Mai 1837.

2) *Pollé*, *Omodei annali univers.* Mai u. Jun. 1830.

3) *Scharlau*, *Zuckerharnruhr.* Berlin 1846.

4) *Frerichs*, a. a. O. S. 804.

hemmt sei. Dass übrigens viel Zucker im Mageninhalt von Diabetikern gefunden wird, ist wohl nicht zu verwundern, da es nicht unwahrscheinlich ist, dass, wie durch die Speicheldrüsen, auch durch die Labdrüsen aus dem diabetischen Blute Zucker ausgeschieden wird.

*Nasse*¹⁾ hat einen sonderbaren Fall beobachtet, wo grössere Mengen von Fett erbrochen wurden, welche wenigstens nicht mit Wissen des Arztes von aussen in den Magen gelangt waren.

Obgleich bereits aus der obigen Darstellung der Veränderungen, welche die einzelnen Stoffe im Darmcanale bis in das Rectum erleiden, gnügend ersichtlich ist, welche Beschaffenheit die festen Excremente im normalen Zustande haben, so müssen wir doch der pathologischen Verhältnisse der Stuhlentleerungen wegen hierauf zurückkommen. So wichtig die Erforschung dieses Gegenstandes für den Physiologen, besonders aber für den Arzt auch ist, so wenig genauere Untersuchungen besitzen wir von demselben. Die Untersuchung der festen Excremente ist aber auch mit so mancherlei Schwierigkeiten und Unannehmlichkeiten verbunden, dass selbst ein *Berzelius* sich über die Misslichkeiten seiner Untersuchung beklagt. Sieht man auch ganz ab von der Ueberwindung, die dazu gehört, solche Objecte überhaupt in der Wärme zu behandeln, ferner von der äussersten Verschiedenheit, welche sie je nach den genossenen Nahrungsmitteln zeigen, von der Leichtigkeit, mit welcher die Zersetzungspresse sich in diesen Massen fortpflanzen: so tritt noch besonders der Umstand einer einigermaassen guten Analyse hindernd in den Weg, dass alle Lösungsmittel trübe, durch jedes Filter gehende Lösungen geben und dass die zersetzten Gallenbestandtheile sich in alle Menstruen mit verbreiten, so dass nicht leicht ein Stoff extrahirt werden kann, dem nicht etwas zersetzter Gallenfarbstoff oder faulige Gallensubstanz adhaerirte.

Ein Erwachsener entleert nach gemischter Kost in 24 St. im Zustande der Gesundheit ungefähr 120 bis 180 grm. halbfester, braungefärbter Massen, deren übler Geruch nach *Valentin's* Untersuchung weit mehr von zersetzten Gallenbestandtheilen als Speiseresten herrührt. In jenen Massen sind ungefähr 25 % fester Bestandtheile enthalten, so dass also mit dem Stuhlgange eines gesunden Menschen bei gemischter Kost 30 bis 45 grm. fester, trockner Materie abgehen würden.

Da wir oben zugleich mit dem Dickdarminhalte die Bestandtheile der Faeces in Betracht gezogen haben, so gehen wir sofort zur Auseinandersetzung der Verschiedenheiten über, welche die Excremente unter besonders physiologischen und pathologischen Verhältnissen zeigen.

Es ist wohl ganz überflüssig hier noch zu bemerken, dass, je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel, sich in den Faeces bald mehr, bald weniger unverdauliche Speisereste, wie Pflanzenzellgewebe, Sehnen, Häute u. s. w. vorfinden, dass ferner um so mehr unzersetzte Galle gefunden wird, je schneller die Speisen den Darmcanal durchlaufen haben

1) *Nasse*, Med. Correspondenzbl. rh. u. westph. Aerzte. 1844. Nr. 14.

u. s. w. Wichtiger ist die Untersuchung der Beschaffenheit des sg. Mekoniums, sowie des Darminhalts des Foetus überhaupt.

Vom *fünften bis sechsten Monate* findet man im Dünndarme des *menschlichen Foetus* nach meinen Erfahrungen immer eine hellgelblich gefärbte Masse von neutraler oder schwach saurer Reaction; das aetherische Extract derselben besteht aus Margarinsäure, Oelsäure und verseifbarem Fett, giebt aber mit Schwefelsäure und Zucker nur sehr allmählig eine blaurothe Färbung; im alkoholischen Extracte lässt sich taurocholsaures Natron theils aus dem Verhalten gegen Bleisalze, Säuren und Alkalien, theils durch die Schwefelsäurebildung beim Behandeln mit Kali und Salpeter nachweisen, so auch Gallenfarbstoff, wiewohl nicht immer durch Salpetersäure, ausserdem Chlornatrium und Chlorkalium. Siedender Alkohol zieht aus der in kaltem Alkohol unlöslichen Masse eine beim Erkalten sich abscheidende und auch in ihren weitem Reactionen dem Casein oder Natronalbuminat ähnliche Substanz aus; der wässrige Auszug enthält neben Spuren von schwefelsauren Alkalien eine nur durch Gerbsäure (nicht durch neutrale oder basische Blei- oder Silberoxydsalze) fällbare Substanz. Bei weitem der grösste Theil der festen Materien solchen Dünndarminhalts (gegen 89 bis 96 % vom trocknen Rückstande) besteht aus unlöslicher Materie, d. h. aus Epithelialgebilden und Schleim.

Der [*Inhalt des Dickdarms* im sieben- bis neunmonatlichen Foetus ist schon fast vollkommen gleich dem nach der Geburt entleerten *Mekonium*; er bildet dunkelgefärbte, braungrüne, fast schwarze, ziemlich compacte Massen, ohne Geruch und ohne auffallenden Geschmack; diese Masse ist aber sehr zur Zersetzung geneigt (wie auch *Hüfle*¹⁾ gefunden); in 24 St. hatte sie bei gewöhnlicher Temperatur Spiritus von 78,8 % bei mittlerer Temperatur in Essigsäure verwandelt. Den Dickdarminhalt, so wie das Mekonium fand ich in der Regel von saurer Reaction, selten neutral; unter dem Mikroskop zeigt es sich wesentlich aus Epithelium und Schleimkörperchen bestehend; das Epithelium ist schön grün tingirt; Aether zieht ziemlich viel Fett aus, in welchem bei vorsichtigem Verdunsten die schönsten Cholesterinblättchen wahrzunehmen sind; das alkoholische Extract bildet eine schmierige schwarzbraune Masse, welche unter dem Mikroskop nichts krystallinisches zeigt; weder auf Gallensäure, noch auf Gallenpigment konnte (durch Schwefelsäure und Zucker und andererseits durch Salpetersäure) eine entschiedene Reaction erhalten werden. Der wässrige Auszug, auch wenn er vor der Behandlung mit Alkohol und Aether bewerkstelligt worden ist, enthält keine coagulable oder durch Essigsäure fällbare Materie, dagegen einen nicht durch Metallsalze, wohl aber durch Gerbsäure fällbaren, stickstoffhaltigen Körper, aber keine Spur von Sulphaten.

Die hellgelben, halbflüssigen Excremente der Säuglinge enthalten,

1) *Hüfle*, Chem. und Mikrosk. 2. Aufl. S. 85.:

wie schon *Fz. Simon*¹⁾ nachgewiesen, sehr viel Fett, welches natürlich von der genossenen Milch herrührt, ausserdem noch viel geronnenen aber unverdauten Käsestoff; das alkoholische Extract giebt in der Regel mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure den bekannten Farbenwechsel des Cholepyrrhins; gewöhnlich tritt mit dem alkoholischen Extracte auch die *Pettenkofer'sche* Reaction ein. Epithelien fehlen auch in diesen Excrementen nicht.

Liebig hatte schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass in den festen Excrementen nur wenig lösliche Salze enthalten seien; ich fand in der Asche normaler menschlicher Excremente nur 23,067 % löslicher Salze; *Fleitmann*²⁾ (nach reichlichem Fleischgenuss) dagegen 30,58 %; und *Porter*³⁾ 34,58 %; nach letzterem finden sich in getrockneten normalen Excrementen überhaupt durchschnittlich 6,69 % Mineralstoffe. Die Asche der menschlichen Faeces enthält nach *Fleitmann* 30,98 %, nach *Porter* 36,03 % an Alkalien oder Erden gebundener Phosphorsäure, die mit 3 At. Basis verbunden gefunden wird; ersterer fand nur 4,13 %, letzterer 3,13 % Schwefelsäure; auffallend ist, dass nach beider Analysen das Kali ausserordentlich überwiegend ist über das Natron; rechnet man das Chlornatrium aus den löslichen Bestandtheilen der Asche ab, so ist das Verhältniss zwischen Natron zu Kali in der Asche nach *Fleitmann* = 1 : 40, nach *Porter* aber nur = 1 : 12; diese Differenz hängt jedenfalls von der Natur der genossenen Nahrungsmittel ab. Schon *Berzelius* wies darauf hin, dass im Darne mehr Kalk – als Talkerde absorbirt werden müssen, da sich in den festen Excrementen weniger Kalk und relativ mehr Talkerde vorfinde, als in den aufgenommenen Nahrungsmitteln; je nach der Natur der letztern wird indessen auch in den Faeces die Proportion zwischen Kalk- und Talkerde verschieden sein, indessen immer verhältnissmässig viel Talkerde gefunden werden. *Fleitmann* fand in 100 Th. Asche auf 24,36 Kalk = 10,67 Talkerde, *Porter* auf 26,46 — 10,54. Demnach ist die Proportion zwischen Magnesia und Kalk in den Excrementen = 1 : 2 bis 2½. Chloralkalien kommen in den Excrementen in sehr geringer Menge vor (1,5 bis 4,4 %), dagegen finden sich in der Asche derselben immer kohlen-saure Salze. Dass den Excrementen immer Sand beige-mischt ist, hat schon *Berzelius* beobachtet und *Fleitmann* wie *Porter*³⁾ wiederholt gefunden.

Die Asche des Kothes pflanzenfressender Thiere (von Kühen, Schaa-fen und Pferden) wurde von *J. R. Rogers*⁴⁾ analysirt und im wesentlichen dieselben Resultate wie beim Menschen erhalten. Warum hier mehr Kieselerde und Sand gefunden wurde, ist leicht einzusehen; bemerkenswerther ist, dass *Rogers* kaum Spuren kohlen-saurer Alkalien in solchen Aschen vorfand.

1) *Fz. Simon*, Medic. Chemie. Bd. 2, S. 488.

2) *Fleitmann*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 356.

3) *Porter*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 74, S. 409—415.

4) *J. R. Rogers*, ebendas. Bd. 65, S. 85—99.

Leichtlösliche Salze gehen in grösserer Menge nur in die festen Excremente mit über, wenn sie Diarrhöe erregen; *Laveran* und *Millon*¹⁾ haben dies vom schwefelsauren Natron und essigsauren Kali, ich vom phosphorsauren Natron dargethan.

Die Gegenwart von Krystallen phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks in menschlichen Stuhlgängen sah man eine Zeit lang als ein Zeichen einer schweren Krankheit, namentlich des Typhus, an: allein man ist jetzt allgemein zu der Ueberzeugung gelangt, dass solches keineswegs der Fall ist, sondern dass diese oft auch in ganz normalen Stühlen vorkommen und nur durch besonders begünstigende Umstände in vermehrter Menge gefunden werden; indessen darf nicht in Abrede gestellt werden, dass in gewissen Darmkrankheiten, wo die abgesonderten Säfte und der Darminhalt leicht in Zersetzung übergehen, wie in Typhus, Cholera und manchen Dysenterien, solche Tripelphosphatkrystalle in ausserordentlich grosser Menge durch das Mikroskop in den Stuhlgängen gefunden werden.

Es ist schon oben angedeutet worden, dass in allen den Fällen, wo die Speisen den Darmcanal schneller durchlaufen, stets eine grössere Menge unzersetzter Galle gefunden wird; daher wir solche ebenso wohl beim Gebrauche salinischer als scharfer Abführmittel und so auch bei der einfachsten katarrhalischen Diarrhoe vorfinden, wie schon *Pettenkofer*²⁾ darthat. Dass bei Ikterus, der von Verstopfung der Gallencanäle abhängig ist, selbst die Zersetzungsproducte der Galle in den Stühlen fehlen, ist eine kaum erwähnenswerthe Thatsache. Die Excremente pflegen in solchen Fällen von schmutzig weissgrauer Farbe und sehr widrig fauligem Geruche zu sein; man findet aber sonst in ihnen keine wesentlichen Unterschiede von den normalen.

Eine *grüne Farbe der Excremente* wurde lange Zeit für ein Zeichen der Gegenwart von Galle gehalten, später wurde aber deren Anwesenheit in den grünen Stuhlgängen gänzlich geläugnet. Es sind aber allerdings der Fälle nur wenige, in welchen die grüne Farbe der Faeces von beigemengtem, nicht genügend umgewandeltem Gallenfarbstoff abhängt. Diese Fälle beschränken sich fast nur auf den Zustand wahrer Polycholie, wie er selten bei Erwachsenen, gewöhnlich beim Ikterus neonatorum vorkommt; hier scheint das Cholepyrrhin durch das Vorherrschen freier Säure nur bis zu der Modification des Pigments im Darne umgewandelt zu werden, die man Biliverdin genannt hat. Salpetersäure giebt mit dem alkoholischen Extracte solcher Stuhlgänge die bekannten Reactionen auf Gallenpigment, und mit concentrirter Schwefelsäure und Zucker die Reactionen auf die harzigen Säuren, so dass an dem reichlichen Vorhandensein wenig veränderter Galle in solchen Stühlen nicht zu zweifeln ist.

Am bekanntesten sind die grasgrünen, breiigen Stuhlgänge, welche

1) *Laveran* und *Millon*, Ann. de Chim. et de Ph. T. 42, p. 485.

2) *Pettenkofer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 90.

man nach *Calomelgebrauch* so häufig findet; es ist über die Ursache dieser Färbung manches experimentirt, aber weit mehr discutirt worden. Das Verhältniss, wie es aus unsern Untersuchungen hervorgeht, ist dieses: in den Stuhlgängen nach *Calomelgebrauche* findet man constant Quecksilber, mögen dieselben grün oder schwarz gefärbt sein oder ihre gewöhnliche Farbe haben; dies ist schon von *Herrmann*¹⁾ und besonders von *Merklein*²⁾ ganz entschieden nachgewiesen worden; auch *Hufle* hat sich von der Gegenwart des Quecksilbers in solchen Faeces überzeugt; durch Schlämmen lässt sich, wie *Merklein* zuerst beobachtete, das Schwefelquecksilber aus den in Wasser angerührten Stühlen trennen und dann chemisch sehr leicht als solches nachweisen; die dunkle Farbe des Schwefelquecksilbers kann allerdings in feinerer Vertheilung mit thierischen Stoffen, gleich dem Schwefeleisen, besonders aber mit dem gelben Gallenpigmente eine lichtgrüne Farbe hervorrufen; ja schon *Calomelpulver*, mit gelbbraunen Excrementen zusammengerieben, bewirkt nach *Herrmann* eine grünliche Färbung derselben. Man darf aber dieser Thatsachen ungeachtet die Gegenwart wenig veränderter Galle in den *Calomelstühlen* nicht in Abrede stellen; denn aus dem sorgfältig bereiteten alkoholischen Extracte, dessen Menge gewöhnlich nicht gering zu sein pflegt, vermag man durch Salpetersäure die Gegenwart des Gallenpigments und durch die *Pettenkofer'sche* Probe die der harzigen Gallensäuren mit Leichtigkeit nachzuweisen. Wer solche Stühle selbst untersucht, wird wenigstens zu der subjectiven Ueberzeugung gelangen, dass ein Theil der grünen und zwar lichtern Färbung solcher Excremente wohl vom Gallenpigmente mit herrühren möge. Hierzu kommt aber, dass *Buchheim*³⁾ neuerdings sich an mit künstlichen Gallenblasenfisteln (nach *Schmidt's* und *Bidder's* Methode angelegt) versehenen Hunden überzeugt hat, dass durch *Calomelgebrauch* in der That eine vermehrte Gallensecretion neben reichlicherer Schleimabsonderung bedingt wird. Wenn übrigens nach *Calomelgebrauch* zuweilen (ja gar nicht so selten) keine grünen, sondern normal gefärbte oder dem speciellen krankhaften Prozesse eigenthümliche Stuhlgänge beobachtet werden, so wird wohl Niemand dies als Grund gegen die *Merklein'sche* Ansicht geltend machen wollen; denn das versteht sich wohl von selbst, dass gerade bei abnormen Zuständen im Darne nicht immer die Bedingungen zur Bildung von Schwefelquecksilber vorhanden sein werden; andererseits würde dies ebensowenig gegen die Theilnahme des Gallenpigments an der Färbung sprechen, da ja durch die verschiedensten Verhältnisse die Einwirkung des *Calomels* auf die Lebersecretion modificirt und gänzlich gehemmt werden kann.

Anders verhält es sich mit den dunkeln, oft schwarz, häufig aber

1) *Herrmann*, De rationibus dosium calomellis etc. diss. inaug. Havniae 1839.

2) *Merklein*, über die grünen Stühle nach dem Gebrauche des *Calomels* im typhösen Fieber. Inauguralabhandlg. München 1842.

3) *Buchheim*, Privatmittheilung.

auch grün gefärbten Stuhlgängen nach längerem Gebrauch von Eisenpräparaten oder eisenhaltigen Mineralwässern, namentlich solchen, die neben kohlenurem Eisenoxydul schwefelsaures Natron enthalten. Dass in diesen Excrementen die grüne Farbe von Schwefeleisen herrührt, hat Kersten¹⁾ zuerst dargethan. Derselbe hat nur darin geirrt, dass er die Färbung dem Doppelschwefeleisen zuschrieb, verführt durch die Analogie mit der Bildung des Speerkieses (prismatischen Schwefelkieses, FeS_2), welche bekanntlich in stagnirenden Wässern vor sich geht, wo organische Substanzen neben Eisenoxyden und schwefelsauren Alkalien in Fäulniss übergehen. In drei Fällen, wo ich grüne und schwarze Excremente solcher analysirte, welche längere Zeit Marienbader Kreuzbrunnen an der Quelle gebraucht hatten, fand ich²⁾ im trocknen Rückstande der breiigen Stühle 3,463 %, 1,039 % und 2,400 % Einfachschwefeleisen.

Das wässrige Extract dieser Excremente enthielt sehr viel schwefelsaures Eisenoxydul, dessen Menge um so grösser zu sein schien, je länger die Excremente mit Wasser an der Luft digerirt worden waren. Der in den indifferenten Menstruis unlösliche Rückstand dieser Excremente entwickelte mit Salzsäure Schwefelwasserstoff, während die abfiltrirte salzsaure Flüssigkeit Eisen durch alle Reagentien deutlich erkennen liess. Indem ich nun den in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Rückstand in drei Theile schied, aus dem einen das Eisen mit Salzsäure auszog, die Lösung mit Chlor behandelte und das Eisenoxyd nach Fällung mit Aetzammoniak quantitativ bestimmte, den zweiten Theil mit Königswasser behandelte und aus der Lösung Eisen und Schwefelsäure bestimmte, und endlich den dritten Theil mit kohlenurem und salpetersaurem Natron einäscherte: ergab sich das Verhältniss des Eisens zum Schwefel um die Proportion von 28 : 46 schwankend, was also offenbar für Einfachschwefeleisen sprechen würde.

Man hat daran gezeifelt, dass das Schwefeleisen selbst im Zustande feinsten Vortheilung eine grüne Farbe hervorbringen könne; allein man kann sich sehr leicht hiervon überzeugen, wenn man Eiweiss mit einem Eisenoxydulsalze versetzt, den Niederschlag durch ein Alkali auflöst und Schwefelwasserstoff zuleitet oder eine Schwefelleber zusetzt; es entsteht alsdann kein Niederschlag, sondern die vorher farblose Flüssigkeit wird von gebildetem Schwefeleisen intensiv stahlgrün gefärbt.

Das nur wenig gelb gefärbte alkoholische Extract jener Excremente enthält weder Gallenpigment noch harzige Gallensäuren, dagegen ist im aetherischen Extracte neben Fett eine Substanz enthalten, welche die deutlichste Reaction auf Zusatz von Zucker und Schwefelsäure liefert.

In dem aetherischen Extracte, welches 6 bis 46% der getrockneten Excremente betrug, war neben Margarin und Elain Buttersäure und wahrscheinlich noch einige andre derselben nahe stehende Säuren enthalten. In 400 Th. der trocknen Excremente waren 22 bis 24 % in Alkohol lösliche Stoffe, 44,5 bis 48,7 % nur in Wasser lösliche und 46,6 bis 26,8 % unlösliche Materien (Speisereste, Schleim u. s. w.) enthalten. An Mineralstoffen fanden sich in diesen Excrementen nach dem Trocknen 48,4 bis 27,8 %, und darunter 3,04 bis 4,67 % schwefelsaures Natron.

Manche vegetabilische Stoffe bedingen auch zuweilen eine mehr oder weniger grüne oder schwarze Farbe der Excremente; bei medicinischem

1) Kersten, Walther's und Ammon's Journ. f. Chir. Th. 3, S. 480.

2) Lehmann, Göschen's Jahresber. Bd. 3, S. 43.

Gebrauche von Indigo werden die Stuhlgänge oft grün gefunden; schwarz häufig nach dem von Heidelbeeren oder dem Gebrauche von Kohle; lichtgelb nach dem von Rheum, Gummigutt und Safran; hellgelb ist der Stuhlgang jedoch auch, wenn Galle dem Darne nur spärlich zufließt, daher bei manchen Leberaffectionen.

Reich an Fett findet man die Excremente nach dem Genusse fettreicher Nahrungsmittel, was leicht erklärlich ist, da nach *Boussingault's*, so wie *Bidder's* und *Schmid's* Versuchen im Darmcanal nur bestimmte Quantitäten Fett resorbirt zu werden pflegen; dieselbe Beobachtung macht man daher auch beim Gebrauche von Leberthran. Krankhafter Weise soll man nach *Heinrich*¹⁾ den Fettgehalt des Faeces vermehrt finden bei Consumptionskrankheiten, namentlich bei Lungenphthisen und Bright'scher Krankheit; constant ist jedoch diese Fettvermehrung bei keiner dieser Krankheiten zu beobachten. Am häufigsten will man noch in den Excrementen bei Diabetes (*Simon*²⁾, *Heinrich*) Fett und zwar ein mehr margarähnliches, festes gefunden haben; eine entschiedene Fettvermehrung habe ich aber in den Fällen, wo ich die Excremente von Diabetikern untersucht habe, nicht gefunden; der Fettabgang durch den Darm ist also im Diabetes wenigstens keine constante Erscheinung.

Zucker hat man bei Diabetes mellitus in den Excrementen nachzuweisen vermocht; jedoch findet er sich auch nicht constant.

Das Vorkommen von Blut in den Faeces ist eine der häufigsten, wiewohl oft übersehenen Erscheinungen. Bei Haemorrhoiden, Dysenterien und andern erheblichen Blutungen des Dickdarms ist die Gegenwart von Blut nicht zu übersehen und bedarf in der Regel keines künstlichen Nachweises. Ist dagegen die Blutung sehr gering und geht sie namentlich vom Magen oder Dünndarm aus, so erscheinen die Excremente verschieden gefärbt, so dass wenigstens aus der Farbe und übrigen Beschaffenheit der Faeces nicht ohne weiteres auf beigemengtes Blut geschlossen werden kann. Sehr bekannt sind die schwarzen oder chocoladenfarbenen, theerartigen Stühle, wie man sie sonst als der Melaena eigenthümlich annahm, aber in allen Fällen von Blutungen im obern Theile des Darmcanals, beim runden Geschwüre des Magens oder Duodenums, bei Krebs, Corrosionen u. s. w. beobachtet. Mikroskopisch sind in solchen Excrementen immer Rudimente von Blutkörperchen nachzuweisen, und chemisch durch schwefelsäurehaltigen Alkohol das Haematin; farblose Blutkörperchen oder Schleimkörperchen fand ich in einem Falle (bei Krebs) in grosser Menge beigemischt. Im Typhus geschieht es nicht allzu selten, dass ohne Gebrauch von Calomel grüne flüssige oder halbflüssige Excremente entleert werden (während oft nach Calomelgebrauch in dieser Krankheit keine solche Färbung beobachtet wurde); diese grüne Färbung rührt hier, wie zuweilen auch in der Ruhr und bei Darmkrankheiten kleiner Kinder, von

1) *Heinrich*, Häser's Arch. Bd. 6, S. 306.

2) *Simon*, Beiträge u. s. w. Bd. 4, S. 408.

beigemengtem Blute her. Gallenfarbstoff und Gallensäure sind in solchen Stühlen nur selten in erheblicher Menge durch die chemische Untersuchung nachzuweisen; betrachtet man jedoch dieselben unter dem Mikroskop, so findet man immer verzerrte, theils noch deutlich gelb gefärbte, theils sehr blasse Blutkörperchen neben farblosen, den Eiterkörperchen ähnlichen Zellen. Es ist daher kaum daran zu zweifeln, dass in solchen Excrementen die grünliche Färbung wesentlich durch das darin vertheilte Blut bedingt werde; finden wir doch z. B. vorzugsweise im Typhus auch in andern Ausscheidungen, die nie von einem Blutabgange begleitet sind, eine grüne Färbung z. B. im Lungenauswurfe, der ja selbst bei normal verlaufenden Pneumonien sehr oft eine ins grüne stark übergehende Färbung annimmt und die schönsten Blutkörperchen mikroskopisch erkennen lässt.

Eiweiss in coagulirbarem Zustande kommt zuweilen in normalem Stuhlgange vor, wie bereits oben erwähnt worden ist. In der grössten Menge wird es jedoch beim Ruhrprocesse durch den Darm ausgeschieden; die Dejectionen sind in dieser Krankheit oft so reich an Eiweiss, dass auf Zusatz von Salpetersäure und durch Kochen nach Neutralisation mit Ammoniak die ganze Flüssigkeit erstarrt. Sehr oft findet man auch gerinnbares Eiweiss in den breiweichen oder flüssigen Faecalmassen, welche zuweilen bei Bright'scher Krankheit vorkommen. Constant findet sich aber Eiweiss und zwar in ziemlich grosser Menge in den flüssigen Stühlen bei Typhus. In der Cholera ist in den Stuhlgängen immer etwas gerinnbares Eiweiss nachzuweisen; nur muss man hier, wie bei der Untersuchung der meisten eiweisshaltigen Stühle, die Flüssigkeit, da sie in der Regel alkalisch reagirt wegen grössern oder geringern Gehalts an kohlen-saurem Ammoniak, vor dem Kochen mit Essigsäure neutralisiren oder die Coagulation des Albumins durch Salpetersäure, Alkohol u. dergl. bewerkstelligen. Der Eiweissgehalt der Darmdejectionen ist indessen bei der Cholera bei weitem geringer als im Typhus.

Epithelialgebilde finden sich in jedem diarrhoischen Stuhlgange; bei Typhus, Cholera und Dysenterie lässt sich aus den Stuhlgängen die oft sehr rapide Abschilferung des Epitheliums verfolgen, welches meist noch in ganzen Gruppen zusammenhängt, ja in der Cholera findet man oft den vollständigen Epithelialüberzug einzelner Darmzotten.

Schleim- oder Eiterkörperchen fehlen selten in einem diarrhoischen Stuhle; hauptsächlich findet man sie schon bei einfacher, katarhalischer Diarrhöe; sie werden aber zuweilen in solchen Mengen in den Ausleerungen gefunden, dass man ihrem milchigen Ansehen nach diese Erscheinung *Chylorrhoe* genannt hat. Bei chronischem Verlauf der Dysenterie, der sog. Lienterie, wird diese Erscheinung am gewöhnlichsten beobachtet. Im Typhus und der Cholera findet man immer sehr viel solcher Zellen, hauptsächlich aber in der reinen Dysenterie.

Einen glasartigen Schleim, in grösseren oder kleineren Massen zusammengeballt, findet man bei Dickdarmkatarrh, möge derselbe primär

sein oder sich zu Typhus u. dergl. hinzugesellt haben; dieser Schleim ist den Dickdarmfollikeln entsprossen und verräth seinen Ursprung durch die in ihm mikroskopisch erkennbaren runden blassen oder länglichen granulirten Zellen und Zellenkerne.

Pseudomembranen, fibrinöse Exsudate und brandig abgestossene Schleimhautschorfe findet man in den Ausleerungen bei Typhus, croupöser Dysenterie und Follicularverschwärung.

Die verschiedenen *Eingeweidewürmer, Hydatiden* u. s. w., welche in den Stuhlentleerungen vorkommen können, gehören nicht vor unser Forum.

Der bessern Uebersicht wegen stellen wir noch kurz das physische und chemische Verhalten der Darmdejectionen bei gewissen Krankheiten: bei Typhus, Dysenterie und Cholera zusammen.

Im Typhus sind die Darmentleerungen gewöhnlich flüssig, gelblich braun oder erbsenfarben, von abscheulichem Geruche und alkalischer Reaction. Lässt man den Stuhl einige Zeit stehen, so bildet sich ein gelblicher schleimiger Bodensatz, in welchem Flocken von unverdauten Speiseresten, weisse Körnchen und bei gleichzeitigem Dickdarmkatarrh einzelne Klümpchen glasartigen Schleimes zu bemerken sind. Die Flüssigkeit ist gelblich trüb oder blassbräunlich, enthält mehr oder weniger Eiweiss. Die weissen Körnchen im Sedimente, die ungefähr von der Grösse eines Stecknadelkopfes sind, zeigen unter dem Mikroskope fast nur eine amorphe Masse, die wahrscheinlich nichts anderes ist, als ein Product der Darmgeschwüre; das in der Flüssigkeit suspendirte Epithelium ist meist gelblich tingirt; Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak finden sich im Sedimente in grosser Menge; in der Flüssigkeit stösst man in der Regel auch auf verzernte, verblasste Blutkörperchen (F. T. 7, F. 6). Sehr oft findet man durch das Mikroskop auch Vibrionen, so wie Pilzbildungen verschiedener Art. Von der grünen Färbung der Typhusstühle ist schon in dem Obigen die Rede gewesen. Die über dem Sedimente befindliche Flüssigkeit enthält neben variablen Eiweissmengen nur wenig Gallenstoffe, aber besonders viel lösliche Salze und darunter hauptsächlich Chlornatrium.

Beim Beginn des Ruhrprocesses findet man in den Darmentleerungen hauptsächlich Epithelium und eine an Eiweiss arme, noch mit wahrhaften Faecalstoffen gemengte Flüssigkeit; nimmt der Process einen stark croupösen Charakter an, so wird hauptsächlich Blut, gemengt mit einer eitrigen Masse, entleert, in der man fibrinöse Exsudate, Blutkörperchen, Cylinderepithelium und Eiterkörperchen wahrnehmen kann; bei weniger heftigem Verlauf der Krankheit walten dagegen die Klümpchen glasartigen Schleims aus den Dickdarmfollikeln vor; Tripelphosphatkrystalle fehlen auch hier nicht; die Flüssigkeit ist ausserordentlich reich an Albumin, ein wahrhaftes Transsudat des Blutplasmas; Gallenstoffe lassen sich in dem alkoholischen Extracte ihres festen Rückstandes durch Salpetersäure ebensowohl als durch die Pettenkofer'sche Probe nachweisen.

Die Stuhlgänge in der asiatischen Cholera sind vielfach untersucht worden: diese Forschungen konnten aber nur wenig Aufschluss geben, sobald sie nicht in Bezug auf die gleichzeitige Beschaffenheit des Blutes und den Choleraprocess im Allgemeinen ausgeführt wurden. Denn man findet in den Cholera-Stühlen eigentlich nichts weiter, als die schon oben erwähnten Fetzen von Cylinderepithelien (F. T. 7, F. 5), ausserordentlich viel Wasser, wenig Eiweiss, sehr wenig Gallenstoffe und relativ viel Salze; unter letztern ist, nach den Untersuchungen aller Forscher, besonders das Chlornatrium vorherrschend und zwar in dem Grade, dass seine absolute Menge oft mehr beträgt, als die der organischen Stoffe zusammengenommen. Das reiswasserähnliche Aussehen solcher Stühle rührt nur von suspendirtem Epithelium her. Ziemlich charakteristisch, wiewohl auch im Typhus oft beobachtet, ist die rosenrothe Färbung, welche die Flüssigkeit auf Zusatz von Salpetersäure erhält.

Diese Stuhlgänge enthalten nur 1,2 bis 2,4% fester Stoffe (*Becquerel*¹⁾, *Güterbock*²⁾, *C. Schmidt*³⁾).

Ueber den nähern Zusammenhang solcher Darmtranssudate mit dem allgemeinen pathologisch-chemischen Prozesse kann natürlich nur erst unter dem »thierischen Stoffwechsel« die Rede sein.

Die Darmconcremente oder sg. Darmsteine, welche seltner bei Menschen und fleischfressenden Thieren, als bei pflanzenfressenden, unter diesen besonders häufig bei Pferden, vorkommen, bestehen meist aus phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak, etwas phosphorsaurem und kohlen-saurem Kalk, die sich um einen Rest unverdauter vegetabilischer oder animalischer Speise abgelagert haben. Ihre quantitative Zusammensetzung bietet daher der physiologisch-chemischen Forschung kein besonderes Interesse.

Wichtiger ist in mancher Beziehung die chemische Untersuchung der sog. Bezoare, mit der sich in neuerer Zeit *Merklein* und *Wöhler*⁴⁾, so wie *Taylor*⁵⁾ sorgfältig beschäftigt haben. Die erst genannten Forscher fanden, dass die Bezoare ihrer chemischen Natur nach zerfallen: 1) in solche, die aus phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde bestehen, 2) in die aus Lithofellinsäure, und 3) in die aus Ellagsäure oder sogenannter Bezoarsäure constituirten. Die Forscher haben besonders der letztern Classe und ihrem Hauptbestandtheile ihre Aufmerksamkeit gewidmet.

Die aus Ellagsäure bestehenden Bezoare, welche die eigentlichen orientalischen Bezoare sind, haben eine dunkel olivengrüne, zuweilen auch bräunlich marmorirte Farbe, eine eirunde Gestalt, glatte Oberfläche, concentrisch schalige Structur, splitttriges Gefüge; im Innern haben sie einen fremdartigen Kern; ihre Grösse varirt zwischen der einer Bohne und der eines kleinen Hühnerreis. Beim Erhitzen verkohlen sie, ohne zu schmelzen, und bedecken sich mit glänzenden, gelben Krystallen. Diese Forscher haben, wie erwähnt, die Bezoarsäure gleich *Th. Taylor* für identisch mit der Ellagsäure erkannt, nur fanden sie für dieselbe eine etwas andere Zusammensetzung als *Pelouze*. Während bekanntlich der Letztere ihre Formel $= C_7 H_6 O_4$ schrieb, fanden dieselben dafür die Formel $= HO + C_{14} H_2 O_7 + 2 Aq$. Diese Säure hat die Eigenthümlichkeit, in ihrem Kalisalze sich bei Zutritt der atmosphärischen Luft sehr schnell zu oxydiren, so dass daraus unter andern Zersetzungsproducten eine neue Säure entsteht, die *Glaukomolansäure* $= C_{12} H_2 O_6$. Merkwürdig ist, dass die letztgenannte Säure beim Erhitzen ihres Kalisalzes mit Wasser oder Zersetzen durch Salzsäure wieder Ellagsäure giebt.

Die Bildung der Ellagsäure aus Gallussäure bei der Verdauung der Bezoare liefernden Thiere lässt sich so erklären, dass zwei Atome Gallussäure drei Atome Wasser verlieren und ein Atom Sauerstoff aufnehmen, wie folgende Formel zeigt: $C_{14} H_6 O_{10} - 3 HO + O = (C_{14} H_2 O_7 HO)$.

Th. Taylor hat ebenfalls die unter dem Namen von Bezoaren vorkommenden Darmconcretionen ausführlicher untersucht. Er theilt dieselben ein in 1) Concretionen, bestehend aus thierischen Haaren, 2) Concretionen aus vegetabilischen Haaren, 3) aus Ellagsäure, 4) aus Lithofellinsäure, 5) aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, 6) aus phosphorsaurer Magnesia, 7) aus phosphorsaurem Kalk, 8) aus oxalsaurem Kalk, 9) aus Ambra.

1) *Becquerel*, Arch. génér. de méd. Octbr. 1849.

2) *Güterbock*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 48. 450.

3) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera u. s. w. S. 79. 84.

4) *Merklein* und *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 55, S. 429—443.

5) *Taylor*, Philosoph. Magaz. V. 28. p. 492—500.

Taylor beschreibt die Ellagsäure enthaltenden Concretionen ganz wie *Wöhler* und *Merklein*. Diese *ächt*en *orientalischen Bezoare* stammen nicht nur aus dem Darmcanal einer wilden Ziege, welche in der persischen Provinz Chorasaa'n lebt, sondern auch von *Babianum cynocephalum*. Frisch aus dem Thiere genommen sollen sie so weich sein wie hartgekochte Eier.

Die aus Lithofellinsäure bestehenden Concremente rühren nach *Taylor* wahrscheinlich von harzigen Nahrungsmitteln her; *Taylor* zieht vor, diese Säure *Harzbezoarsäure* zu nennen.

Ueber die Excremente der Vögel und Schlangen, welche, mit der Nierenexcretion gemengt, durch die Cloake dieser Thiere entleert werden, so wie über *Guano*, *Hyraceum* oder *Dasjespis* des Klippendachses (*Hyrax capensis*) und endlich über die *Excremente der Insecten* wird unter »Harn« ausführlicheres mitgetheilt werden.

B l u t.

Von Alters her hat man über das Blut den verschiedensten Vorstellungen Raum gegeben, Vorstellungen, die alle darin übereinkamen, dass sie dieser Flüssigkeit die höchste Bedeutung für das thierische Leben beilegen; suchten doch schon die alten Aegypter und nach ihnen vorzüglich *Moses*, so wie *Empedokles* den Sitz der Seele im Blute. Das Blut hat daher auch zu allen Zeitaltern in der Medicin eine grosse Rolle gespielt. Man hätte darum wohl erwarten dürfen, dass es den Forschungen der neuesten Zeit nicht an hinreichenden empirischen Unterlagen gefehlt haben möchte, um unsre Kenntniss dieses feinsten, thierischen Saftes zu einer gewissen Vollendung zu bringen: allein leider waren die Mittel, deren eine frühere Forschung sich bedienen konnte, so völlig unzureichend und die zur Beobachtung und Untersuchung eingeschlagenen Methoden so gänzlich verschieden von den heutzutage gültigen, dass selbst die Entdeckungen des letztvergangenen Jahrhunderts nur wenig Stützpunkte für weitere Forschungen gewähren konnten. Wir schweigen von den Hemmnissen, welche eine in transcendentalen Reflexionen aufgehende Philosophie, unlaute Vorstellungen vom Leben und der Lebenskraft, mangelhafte Kenntnisse in der Physik, ja selbst in der Logik u. s. w. jeder nüchternen Anschauung und Forschung entgegengesetzten; wir dürfen nicht erst erwähnen, dass die Chemie, der erst vor 79 Jahren der Sauerstoff bekannt wurde, damals noch keine Mittel bieten konnte, um die Räthsel der belebten Natur zu lösen; war doch selbst die Physik, welche bereits die grössten Probleme der Astronomie gelöst hatte, noch nicht im Stande, sich Geltung bei der Deutung thierischer Phaenomene zu verschaffen. Erst in die letztvergangenen Decennien fallen die schärfern mikroskopischen Untersuchungen der Blutkörperchen, die nüchternen Forschungen über deren Entstehung, Function und Untergang, die genauern, systematisch durchgeführten

Analysen des Bluts u. s. w. Von allen Seiten her hat man jüngst unter Benutzung aller wissenschaftlichen Hilfsmittel der Erforschung des Blutes die regste Aufmerksamkeit und die eifrigste Thätigkeit gewidmet: allein leider ist aller aufopfernden Mühen ungeachtet die Lehre vom Blute immer noch im Anfange ihrer Ausbildung. Je jünger aber eine Disciplin, je weniger erforscht ein naturwissenschaftlicher Gegenstand ist, desto eher pflegen sich, bei dem Mangel gewisser einheitlicher Momente und bestimmter fester Ausgangspunkte, Massen von richtig beobachteten Thatsachen und mehr oder minder geistvollen Hypothesen aufzuhäufen. So ist es auch der Lehre vom Blute ergangen. Von den zahllosen Untersuchungen, die man über sein physikalisches und chemisches Verhalten in physiologischen und pathologischen Zuständen angestellt hat, von den mannigfachsten und widersprechendsten Ansichten, die man über seine Bildung und Rückbildung, über die Function des Ganzen und seiner Bestandtheile aufgestellt hat, wird das Studium desselben fast erdrückt, so dass eine wohl abgerundete Darstellung der ganzen Lehre vom Blute, eine vollkommene Sichtung des Thatsächlichen von dem Erschlossenen, des Positiven von dem Hypothetischen kaum möglich ist. Von chemischer Seite dürften die Gründe dieser nicht sehr erfreulichen Erfahrung wohl hauptsächlich in der unzureichenden Kenntniss der eigentlichen Unterlagen der ganzen Forschung zu suchen sein; jedem unsrer Leser, der (im 4. Th. dieses) aufmerksam unsrer Darstellung der Proteinkörper, der Mineralstoffe des Thierkörpers, der Pigmente u. s. w. gefolgt ist, wird es einleuchten, dass eine deutliche, der wahren Wissenschaft genügende Kenntniss des Blutes nicht eher erlangt werden kann, als bis jene noch so dunkeln Capitel der Zoochemie einigermaassen gelichtet sind.

Das in den Gefässen der höhern Thiere strömende Blut bildet eine etwas dicke Flüssigkeit, ist schwerer als Wasser, erscheint in verschiedenen Nuancen des Roth, jedoch ist das der Arterien constant etwas heller gefärbt, als das der Venen; nur in sehr dünnen Lagen ist es durchscheinend. Als bald nach seiner Entfernung aus dem Kreislaufe wird es zäher, gallertartig und trennt sich endlich in eine feste, dichte, rothe Masse und eine klare schwachgelbliche Flüssigkeit.

Genauere Untersuchungen der physischen Eigenschaften des Bluts haben Folgendes gelehrt: das *specifische Gewicht* normalen Menschenblutes fällt durchschnittlich auf 1,055, doch schwankt es im physiologischen Zustande noch zwischen 1,045 und 1,075; bei Frauen ist es etwas geringer als bei Männern, bei Kindern geringer als bei Erwachsenen, bei schwangeren Frauen noch geringer als bei nicht schwangern.

Der um unsre Kenntniss des Bluts so hoch verdiente Nasse¹⁾ fand die *Wärmecapacität* des Bluts in geradem Verhältnisse zu seiner Dichtigkeit.

1) Nasse, R. Wagner's Wörterb. Bd. 4, S. 79.

Die *Farbe* des Bluts, so wie es gewöhnlich erscheint, ist etwa hellkirschroth zu nennen; heller ist sie im Junglingsalter als bei Embryonen, Neugeborenen und Greisen; etwas dunkler in der Schwangerschaft als bei nicht schwangern Frauen. Genuss verschiedener Speisen und Getränke, körperliche Bewegung und andere physiologische Verhältnisse bedingen eine bald dunklere bald lichtere Färbung des Bluts. Von der Einwirkung der Gase und anderer Stoffe auf die Farbe des Bluts wird weiter unten die Rede sein.

Noch warm hat das Blut einen eigenthümlichen *Geruch*, der bei Männern etwas stärker als bei Frauen zu sein pflegt.

Das Blut *gerinnt*, indem es 2 bis 5 Minuten nach seiner Entleerung von der Oberfläche und Peripherie her allmählig zäher und gallertartig wird; nach 7 bis 14 Minuten erlangt die eben entstandene Gallert eine solche Consistenz, dass die ganze Masse die innere Form des Gefässes annimmt und alle Liquidität verliert. Die ausgeschiedene Substanz, durch welche eben das ganze Blut zu einer Gallert geworden ist, fängt nun allmählig an, sich zusammenzuziehen, so dass ein grosser Theil der von ihr eingeschlossenen Flüssigkeit nach der Oberfläche hin ausgepresst wird; die ausgepresste Flüssigkeit nennt man *Serum*. Das Contrahiren der gelatinirten Substanz dauert 12 bis 40 Stunden, worauf sich unter der klaren blassgelblichen Flüssigkeit ein dichter, rother Klumpen, der *Blutkuchen*, gebildet hat; gewöhnlich hat dieser die innere Form des Gefässes in verjüngtem Maassstabe; der untere Theil dieses Klumpens ist meist dunkler, der obere heller roth gefärbt, als das ursprüngliche, ungeronnene Blut. Bei Männern geht die Gerinnung langsamer vor sich, das Coagulum wird aber dichter als bei Frauen. Arteriellcs Blut gerinnt schneller als venöses. Atmosphärische Luft beschleunigt das Gerinnen. Ueber den Einfluss der Temperatur auf das Gerinnen ist man noch nicht einig. Beim Schütteln, Rühren oder Quirlen frischentleerten Blutes scheidet sich die gerinnende Substanz in gelblichen Flocken oder Klümpchen aus, während die Flüssigkeit ebenso roth, wie das geronnene Blut (nur etwas lichter gefärbt) und gleich undurchsichtig bleibt.

Schon seit *Malpighi* und *Leeuwenhoek* war es bekannt, dass das Blut nicht eine einfache Lösung verschiedener Stoffe sei, sondern vielmehr eine emulsive Flüssigkeit, in welcher feste Theile suspendirt enthalten sind. Diese festen Theile bestehen hauptsächlich aus den sogenannten Blutkörperchen, denen, wiewohl in weit geringerer Menge, noch andere Formelemente beigemischt sind. Neuere mikroskopische Beobachtungen haben über diese Körper Folgendes gelehrt:

Die Blutkörperchen oder Blutkügelchen zeichnen sich durch eine jedem Thiergenus eigenthümliche Gestaltung und Grösse aus; beim Menschen bilden sie dicke, kreisrunde, schwach biconcave Scheiben, die aus einer farblosen Umhüllungsmembran und einem roth oder im durchfallenden Lichte gelbgefärbten, zähflüssigen Inhalte bestehen (F. T. 9. F. 1). Die meisten Beobachter stimmen jetzt darin überein, dass diese Körper-

chen grösstentheils keinen eigentlichen Kern haben, sondern nur einzelne derselben in der concaven Mitte ein nicht scharf umschriebenes, liches Körnchen enthalten. Die Blutkörperchen anderer Säugethiere bilden ebenfalls runde Scheiben, ausser denen des Kameels, Dromedars und Lamas, wo sie elliptisch und biconvex sind. Die Vögel haben länglich ovale, in der Mitte erhabene, am Rande scharf zugehende Blutkörperchen; die der Amphibien sind oval und stark convex.

Die diametrale Grösse der menschlichen Blutkörperchen beträgt ungefähr $\frac{1}{300}$ Par. Linie (= 0,00333'' oder 0,00752^{mm}). *E. H. Weber* und *R. Wagner* haben nachgewiesen, dass im Embryo diese Körperchen durchschnittlich etwas grösser sind, als die im athmenden Thiere. Die Blutkörperchen der Säugethiere stehen an Grösse denen des Menschen ziemlich nahe, sind aber sämmtlich etwas kleiner als diese; die der übrigen Wirbelthiere, besonders jene der Amphibien, sind aber bei weitem grösser (bis 0,0442'' oder $\frac{1}{72}$ ''); die grössten sind im Blute von *Proteus anguinus*.

Die Grössenverschiedenheit der Blutkörperchen verschiedener Thiere ist für die Untersuchung des Blutes derselben eines der beachtenswerthesten Momente, das um so weniger unberücksichtigt bleiben darf, als uns hier, wie in so vielen Fällen, die Chemie gänzlich im Stiche lässt, während das Mikroskop und die Mikrometrie die entschiedensten Aufschlüsse geben. Es ist nämlich heute noch so gut wie unmöglich, durch chemische Untersuchungen mit Sicherheit zu erfahren, von welcher Thier species ein zur Untersuchung vorliegendes Blut herrührt. Man hat zu dem Zwecke verschiedene Mittel vorgeschlagen, deren wir weiter unten wenigstens vorübergehend Erwähnung thun werden: allein keines derselben gewährt für die Mehrzahl der Fälle so bestimmte Entscheidung, als die mikroskopisch-mechanische Analyse. Dass man durch das Mikroskop allein das Blut verschiedener Classen der Vertebraten leicht unterscheiden kann, ist aus dem Obigen ersichtlich. *C. Schmidt* ¹⁾ hat aber nachgewiesen, dass durch genaue mikroskopische Messungen der Blutkörperchen auch das Blut mehrerer Säugethiere sehr wohl unter einander und namentlich von dem des Menschen unterschieden werden kann. Da die Grössendifferenzen der Blutkörperchen verschiedener Thiere sehr gering sind, so reicht das gewöhnliche Verfahren, die Blutkörperchen mittelst *Weber's* Glasmikrometer oder eines Schraubenmikrometer zu messen, keineswegs aus; die Blutkörperchen als Blasen oder Zellen mit einer äusserst dünnen Hüllenmembran sind endosmotischen Strömungen ausserordentlich zugänglich; es ist klar, dass proportional den Mengen aufgenommener oder abgegebener Flüssigkeiten ihre Grössendurchmesser sich ändern müssen; wenn das Serum Wasser durch Verdunstung verliert, wird ein Strom Flüssigkeit aus den Körperchen heraus zum Serum treten; der Durchmesser der Zellen muss alsdann sich verjüngen, gleich wie wir ihn auf Wasserzusatz sich vergrössern sehen. Da nun bei der gewöhnlichen Methode, Blutkörperchen zu messen, allmähliche Verdunstung nicht zu hindern, der Verdunstungscoefficient für den speciellen Fall aber nicht zu berechnen ist, so kam *Schmidt* auf den Gedanken, die Blutkörperchen *eingetrockneten* Blutes zu messen. Wenn nämlich frisches Blut in äusserst dünnen Schichten z. B. auf einer Glasplatte eintrocknet, so legen sich die Blutkörperchen mit ihrer flachen Seite auf die Glasfläche, haften an dieser an und bleiben nach dem Trocknen auf dieser ausgespannt. Dass in diesem getrockneten, und einer aufgespannten Membran ähnlichen Zustande die Blutkörperchen

¹⁾ *C. Schmidt*, die Diagnostik verdächtiger Flecke in Criminalfällen. Mitau und Leipzig 1848.

nichts oder nur wenig von ihrem mittleren Durchmesser verlieren, dass ferner von den Körperchen des Blutes einer und derselben Thierspecies wenigstens 95 bis 98% von gleicher Grösse sind, und dass endlich die Körperchen des Blutes verschiedener Species der Säugethiere constante Grössenverschiedenheiten zeigen, hat *Schmidt* durch ebenso sorgfältige als zahlreiche Messungen dargethan. In diesem Zustande gemessen haben nach *Schmidt* die Blutkörperchen des Menschen im Durchmesser $0,0077^{\text{mm}}$ (mittlere Schwankungen zwischen $0,0074$ und $0,0080^{\text{mm}}$), des Hundes $0,0070^{\text{mm}}$ (zw. $0,0066$ und $0,0074^{\text{mm}}$), des Kaninchens $0,0064^{\text{mm}}$ (zw. $0,0060$ und $0,0070^{\text{mm}}$), der Ratte $0,0064^{\text{mm}}$ (zw. $0,0060$ und $0,0068^{\text{mm}}$), des Schweins $0,0062^{\text{mm}}$ (zw. $0,0060$ und $0,0065^{\text{mm}}$), der Maus $0,0064^{\text{mm}}$ (zw. $0,0058$ und $0,0065^{\text{mm}}$), des Rindes $0,0058^{\text{mm}}$ (zw. $0,0054$ und $0,0062^{\text{mm}}$), der Katze $0,0056^{\text{mm}}$ (zw. $0,0053$ und $0,0060^{\text{mm}}$), des Pferdes $0,0057^{\text{mm}}$ (zw. $0,0053$ und $0,0060^{\text{mm}}$), des Schaafs $0,0045^{\text{mm}}$ (zw. $0,0040$ und $0,0048^{\text{mm}}$). Durch diese Untersuchungen ist eigentlich der erste Schritt zur Diagnostik verschiedener Thierblutarten gethan worden.

In weit geringerer Anzahl, wiewohl constant, finden sich im Blute neben den gefärbten die farblosen Blutkörperchen oder sogenannten Lymphkörperchen; diese sind mehr kuglich, wiewohl nicht vollkommen sphärisch, von ungefähr $\frac{1}{200}$ Durchmesser (entsprechend $0,005^{\text{mm}}$ oder $0,04128^{\text{mm}}$); sie haben eine granulirte Hülle und entweder einen einfachen runden, seltner ovalen oder nierenförmigen Kern oder mehrere kleinere, an einander liegende Kerne; wegen grössern Fettgehalts und Mangels an dem eisenreichen Haematin sind sie specifisch leichter, als die gefärbten Körperchen; früher hielten einige Schriftsteller diese Zellen für Producte der Gerinnung, allein abgesehen von dem mikroskopischen Augenschein, der sie als unzweifelhafte Zellen erkennen lässt, kann man sich auch durch die mikroskopische Betrachtung des Blutlaufs in den Capillaren der Frösche (in der Schwimnhaut, dem Mesenterium oder der Zunge) leicht davon überzeugen, dass sie praeformirt im kreisenden Blute enthalten sind.

Fast nur im geschlagenen Blute findet man unter dem Mikroskope noch andere Formelemente, nämlich Fettbläschen und sog. Faserstoffschollen.

Die Flüssigkeit, in welcher die Blutkörperchen suspendirt sind, hat man Blutflüssigkeit (liquor sanguinis), *Plasma*, *Interellularflüssigkeit* genannt; im kreisenden Blute enthält sie neben andern Stoffen jene Materie aufgelöst, die das Gerinnen des Blutes bedingt.

Der Blutkuchen besteht aus dem gerinnbaren Stoffe des Blutes, der bei seiner Ausscheidung die Blutkörperchen mit eingeschlossen hat und von einer grössern oder geringern Menge Serums durchfeuchtet ist.

Das specifische Gewicht des Serums ist weniger schwankend als das des Gesamtblutes; es ist durchschnittlich = $1,028$.

Durch mechanische Scheidung zerfällt das Blut also in 3 Theile: in den gerinnenden Stoff, das Serum und die Blutkörperchen. Die Natur scheint demnach dem Streben des Chemikers entgegenzukommen, jenem Streben, welches immer darauf hinausgeht, nach vollendeter chemischer Scheidung eine mechanische Trennung der Bestandtheile des Untersuchungsobjectes herbeizuführen: allein leider liegt gerade hierin einer der

hauptsächlichsten Gründe, welcher eine wissenschaftlich-gültige Untersuchung des Blutes bisher vereitelte. Die Unausführbarkeit einer scharfen Trennung der Blutkörperchen als feuchter, von Wasser und löslichen Substanzen erfüllter Zellen von der umgebenden Flüssigkeit, dem Inter-cellularsaft (wie wir diesen weiter unten näher beleuchten werden), raubte uns stets die Möglichkeit, einigen sichern Zugang zur Erkenntniß der Prozesse zu gewinnen, welche im Blute hauptsächlich durch die Wechselwirkung der darin suspendirten Zellen und des diese umgebenden Plasmas vor sich gehen. Wie bei jeder Untersuchung so insbesondere bei der für das Leben wichtigsten Flüssigkeit musste man sich vor allem den Standpunkt klar machen, von dem aus die Erforschung der betreffenden Prozesse unternommen werden sollte. Der Physiolog war sich bewusst, dass im Blute Zellen der Inter-cellularflüssigkeit gegenüberstanden und dass beide ununterbrochen auf einander einwirkten, ohne doch je in ihren Reactionen sich vollkommen auszugleichen; man wusste, dass die Inter-cellularflüssigkeit auf die Zellen einwirkt und der Inhalt der letztern auf jene einwirkt; man erkannte mit einem Worte den Zelleninhalt und die Inter-cellularflüssigkeit als different, als heterogen; denn ohne Differenz ist keine Reaction denkbar.

Die Inter-cellularflüssigkeit muss daher, wie jede andere Keimflüssigkeit (z. B. die der Hefezellen), das Material, aus welchem die Zellen gebildet werden, ebensowohl enthalten als jene Stoffe, die durch die Thätigkeit der Zelle oder deren Umwandlung und Rückbildung erzeugt werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus wollte der Physiolog das Blut untersucht wissen; denn nur von ihm aus war eine fruchtbringende Forschung denkbar. Der Chemiker vermochte aber, bewusst oder unbewusst, jene differenten Untersuchungsobjecte nicht genug auseinanderzuhalten und behandelte sie meist nur als verschiedene Bestandtheile eines und desselben Untersuchungsobjectes; die wichtigsten morphologischen Elemente, den wesentlichsten Factor der Blutmetamorphose betrachtete er nur als einfachen Bestandtheil der Gesamtmischung und setzte ihn chemisch gleich dem Fibrin und dem Albumin, nachdem er diese wie jene durch die bekannten Mittel von den vermeintlich nur mechanisch anhängenden, eingemengten Theilen getrennt hatte. Durch diese chemische Behandlung des Blutes musste der physiologische, der einzig gültige Gesichtspunkt um so mehr verrückt werden, als es dem Chemiker kaum gelang, den Stoff, den er als trockne Blutkörperchen ansah und berechnete, völlig isolirt, d. h. unvermengt mit Bestandtheilen der übrigen Flüssigkeit, zu erhalten. Um daher nicht durch die chemischen Schwierigkeiten der Untersuchung des Blutes und der Erkenntniß seiner Bestandtheile, auf die wir schon öfter im 1. Th. dieses Werks aufmerksam gemacht haben, in unsrer Anschauung der Constitution jenes thierischen Saftes von vorn herein irre geleitet zu werden: ziehen wir die Inter-cellularflüssigkeit und ihre Bestandtheile einerseits und andererseits die Blutzelle und ihren flüssigen Inhalt jede für sich in besondere Betrachtung. Es wird daher nicht

unpassend sein, wenn wir hier, um sogleich das berührte Verhältniss möglichst deutlich ins Licht zu setzen, die Zusammensetzung jener beiden Factoren der Blutmischung nach der Verschiedenheit ihrer Bestandtheile, und diese in annähernden quantitativen Verhältnissen vor Augen führen.

1000 grm. Blutkörperchen enthalten		1000 grm. Blutflüssigkeit enthalten	
Wasser	688,00	Wasser	902,90
Feste Bestandtheile . . .	342,00	Feste Bestandtheile . . .	97,10
<u> </u>		<u> </u>	
Specifisches Gewicht . .	1,0885		1,028
<u> </u>		<u> </u>	
Haematin	46,75	Fibrin	4,05
Globulin u. Zellenmembran	282,22	Albumin	78,84
Fett	2,34	Fett	1,72
Extractivstoffe	2,60	Extractivstoffe	3,94
Mineralstoffe (ohne Eisen)	8,42	Mineralstoffe	8,55
<u> </u>		<u> </u>	
Chlor.	4,686	Chlor	3,644
Schwefelsäure	0,066	Schwefelsäure	0,415
Phosphorsäure	4,134	Phosphorsäure	0,194
Kalium	3,328	Kalium	0,323
Natrium	1,052	Natrium	3,344
Sauerstoff	0,667	Sauerstoff	0,403
Phosphorsaurer Kalk . . .	0,444	Phosphorsaurer Kalk . . .	0,344
Phosphorsaure Talkerde . .	0,073	Phosphorsaure Talkerde . .	0,222

In dieser Darlegung der quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile der Hauptelemente des Blutes sind wir vorzüglich den in einem vortrefflichen Schriftchen niedergelegten Versuchen und Deductionen C. Schmidt's¹⁾ gefolgt, haben nach eigenen Untersuchungen nur die Mittelzahlen für einzelne Bestandtheile bestimmt und namentlich die Vergleichungszahlen auch auf das Fett ausgedehnt. Wir werden bei der Analyse des Bluts ausführlicher auf die Methoden eingehen, nach denen diese Zahlen als annähernde Bestimmungen erlangt worden sind.

Es geht aus dem Obigen schon von selbst hervor, dass wir in unserer Betrachtung des Blutes zunächst die morphologischen Elemente desselben und zwar hauptsächlich die Zellen gesondert betrachten müssen von der Intercellularflüssigkeit. Beginnen wir daher mit den Blutkörperchen. Wollen wir unser wissenschaftliches Streben nicht mit dem abgenutzten Trostgrunde einschläfern, die Blutkörperchen seien lebendige, durch eine besondere Lebenskraft in ihren Eigenschaften disponirte Wesen, sondern suchen wir uns einen wahrhaft logischen, einen deutlichen Begriff von denselben zu bilden: so müssen wir versuchen, die einzelnen Phaenomene, die wir an ihnen wahrnehmen, in eine innige Beziehung zu

1) C. Schmidt, Charakteristik der Cholera u. s. w.

einander, in einen organischen Zusammenhang zu bringen. Um den Kern des Begriffs, wornach die Blutkörperchen Bläschen sind, erfüllt mit einer dunkelbraunrothen zähflüssigen Materie, müssen sich die einzelnen Eigenschaften derselben in den innigsten Beziehungen unter und zu einander herumgruppieren, gleich den Kanten und Winkeln eines Krystalls zu dessen Achsen. So ist die Färbung der rothen Molecüle des Bluts keine beziehungslose Eigenschaft, sondern sie resultirt bis auf ihre feinsten Modificationen aus dem Begriffe einer mit rother Flüssigkeit erfüllten Blase, deren Formen und Dimensionen durch verschiedene endosmotische Einflüsse wesentlich verändert werden und somit verschiedene Farbennüancen hervorrufen. Die Form, das Senkungsvermögen und das specifische Gewicht sind gleichfalls Eigenschaften, unter denen ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniss immerdar stattfindet. Fassen wir also zunächst von diesem Gesichtspunkte die physikalischen Eigenschaften der Blutkörperchen auf, so werden wir wohl am sichersten zu deutlichen Begriffen über dieselben gelangen und darnach die festeste Grundlage gewinnen, um über den mechanischen Stoffwechsel zwischen diesen Zellen und der sie umspülenden Flüssigkeit uns eine nüchterne Anschauung zu bilden.

Eine der Eigenschaften, welche wir am geschlagenen d. h. defibrinirten oder auch am nichtgeschlagenen Blute hauptsächlich bemerken, ist die Geneigtheit der farbigen Molecüle des Bluts, sich in der Intercellularflüssigkeit mehr oder weniger zu senken. Die Verschiedenheit in diesem Senkungsvermögen der Blutkörperchen ist in physiologischen so wie in pathologischen Zuständen oft ausserordentlich auffällig. Diese Erscheinung muss daher von gewissen andern Eigenschaften der Blutzellen abhängig sein. Es lag wohl am nächsten, den Grund jener Verschiedenheit in der höhern oder niedern specifischen Schwere der Blutkörperchen zu suchen. Man glaubte nach *Nasse* eine Bestätigung dieser Annahme in der constanten Erfahrung zu finden, dass die farblosen Zellen des Bluts diese Eigenschaft nicht mit den gefärbten Körperchen theilten, welche durch ihren eisenführenden, zähflüssigen Inhalt sich so wesentlich vor jeder andern Zellenformation auszeichnen. Zu einer nähern Untersuchung der Gültigkeit dieser Annahme wäre es aber nothwendig gewesen, genauere und vergleichende Messungen der Dichtigkeit der Blutkörperchen und der Blutflüssigkeit auszuführen: allein leider waren solche Bestimmungen früher den Forschern noch nicht so zugänglich, wie sie es durch die scharfsinnigen Deductionen und Untersuchungen *C. Schmidt's* geworden sind. Es zeigte sich aber auch ohne solche scharfe Messungen, dass das specifische Gewicht wenigstens nicht der alleinige Grund des Senkungsvermögens sein konnte: denn es war schon bekannt, dass durch Zusatz gewisser Stoffe zum Blute die Senkung der gefärbten Zellen beschleunigt wird, während man hätte erwarten sollen, dass durch die Lösung dieser Stoffe in der Intercellularflüssigkeit diese dichter gemacht und somit die vermeintliche Differenz der Dichtigkeiten der Zellen und der umgebenden

Flüssigkeit mehr ausgeglichen würde. Man hätte eher das Gegentheil erwarten sollen, nämlich ein vermindertes Senkungsvermögen.

Fassen wir aber, ehe wir uns nach weitern Ursachen dieser Erscheinung umsehen, zuvor noch das specifische Gewicht der Blutkörperchen namentlich in seinem Verhältnisse zu dem der Blutflüssigkeit näher ins Auge. Da man die Blutkörperchen nicht so vollkommen von der Blutflüssigkeit isoliren kann, dass mit ihnen directe Bestimmungen des specifischen Gewichtes ausgeführt werden können: so kann man ihre Dichtigkeit in dem Zustande, wie sie im frischen Blute befindlich sind, nur auf indirectem Wege, d. h. durch eine auf andre Bestimmungen gegründete Rechnung finden. Dass übrigens die Blutkörperchen verschiedenen Blutes ein variables specifisches Gewicht haben müssen, wird uns die spätere Analyse ihrer nähern Bestandtheile zeigen; allein schon a priori ist zu schliessen, dass ihre Dichtigkeit je nach der Constitution der sie umgebenden Flüssigkeit verschieden sein muss, da ein immerwährender Diffusionsstrom zwischen Zelleninhalt und Interellularflüssigkeit statt findet. Die Dichtigkeit der Blutkörperchen wird also nicht bloß verschieden sein, z. B. je nach ihrem Gehalte an eisenreichem Haematin, sondern auch je nach der Aufnahme oder Abgabe concentrirterer oder verdünnterer Lösungen ihrer löslichen Bestandtheile; ja wir werden sehen, dass die Dichtigkeit der Blutzellen weit mehr abhängig ist von den endosmotisch aufgenommenen oder abgegebenen Stoffen, als von dem Gehalte an Haematin; denn dieser letztere ist weit weniger variabel, als der Gehalt an Wasser, wird aber wohl auch theilweise durch einen Mehr- oder Mindergehalt der Blutzellen an Fett compensirt. Die Blutkörperchen gesunden Blutes von Männern haben eine Dichtigkeit, welche zwischen 1,0885 und 1,0889 schwankt, bei Frauen zwischen 1,0880 und 1,0886. In Krankheiten z. B. in der Cholera fand *C. Schmidt* die Dichtigkeit der Blutzellen zuweilen bis 1,1025 und 1,1027 vermehrt, während sie im Blute bei Dysenterie auf 1,0855, bei Albuminurie auf 1,0845 und bei Wassersuchten auf 1,0819 herabgesunken waren.

Die Kenntniss der Dichtigkeit der Blutkörperchen so wie viele andere das Blut betreffende Entdeckungen verdanken wir dem Scharfsinne und ausdauernden Fleisse *C. Schmidt's*¹⁾; hat man nach der unten näher anzugebenden Methode die Gewichtsmenge der in einem Blute befindlichen feuchten Blutzellen bestimmt, so ist nach einer einfachen Gleichung die Dichtigkeit derselben leicht zu finden, sobald das specifische Gewicht des Serums und das des defibrinirten Blutes bekannt ist. Gesetzt nämlich, ein Blut enthält neben 4 p. m. Faserstoff 496 p. m. feuchter Blutzellen, das specifische Gewicht des Serums sei = 1,0280, das des defibrinirten Blutes = 1,0574: so ergibt sich die Dichtigkeit der Blutzellen sehr leicht durch folgende Betrachtung:

996 Th. defibrinirtes Blut nehmen den Raum ein von	944,93 Th. Wasser
500 Th. Serum	486,38 „ „
demnach 496 Th. Blutzellen	455,55 Th. Wasser
Sonach muss die Dichtigkeit der Blutzellen in diesem Blute = 1,0888 sein.	

1) *C. Schmidt*, a. a. O.

Wir kommen auf das Senkungsvermögen der Blutkörperchen und dessen Ursachen zurück. Untersucht man mikroskopisch solches Blut, in welchem sich die Körperchen besonders schnell senken, so findet man in der Regel, dass die einzelnen Blutscheiben sich mit ihren beiden Seiten an einander lagern und so geldrollenförmige Massen bilden, während in solchem Blute, wo nur eine langsame Trennung eines Theils Serum vom Cruor stattfindet, die Körperchen meist isolirt erscheinen. Schien hiernach die nächste Ursache der schleunigern Senkung das rollenförmige Aufreihen oder Zusammenkleben der Blutkörperchen zu sein, so musste die entferntere in einer grössern Klebrigkeit der betreffenden Theile gesucht werden. *Henle* glaubte jene Eigenschaft vorzugsweise von der Zähigkeit der Intercellularflüssigkeit und der erst hierdurch bedingten Klebrigkeit der Zellen ableiten zu müssen; einer ähnlichen Ansicht zufolge hatten früher schon viele dem Reichthume solchen Bluts an Faserstoff die Ursache des Zusammenklebens der Körperchen beigemessen: allein abgesehen davon, dass nach zahlreichen hierüber angestellten Beobachtungen die Schnelligkeit des Sinkens der Körperchen durchaus nicht in irgend einem Verhältnisse zur Menge des Faserstoffs steht, so zeigt sich die völlige Wirkungslosigkeit des Fibrins in Bezug auf diese Erscheinung durch die Erfahrung, dass im defibrinirten Blute sich die Körperchen ebenso schnell oder ebenso langsam senken, wie im fibrinhaltigen.

Der Faserstoff ist also wenigstens ohne allen Einfluss auf jenes Phänomen. Man war daher geneigt, einem grössern Eiweissgehalte solchen Bluts die Ursache des Zusammenklebens der Körperchen zuzuschreiben. Für diese Hypothese schien zu sprechen, dass Zusatz von Eiweiss oder andern klebrigen Lösungen, z. B. von Zucker und Gummi, das Senken der Blutkörperchen beschleunigt, und dass das Pferdeblut, welches sich fast vor allem andern Blute durch dieses schnelle Senken seiner Zellen auszeichnet, ein besonders zähes Serum enthält. So viel Wahrscheinliches diese Ansicht für den ersten Blick darbietet, so wenig dürfte sie doch gerechtfertigt sein; das entzündliche Blut, in welchem man am häufigsten ein beschleunigtes Senken der rothen Körperchen beobachtet, ist niemals eiweissreicher, sondern im Gegentheil meist etwas ärmer als normales Blut; Zucker- und Gummilösungen beschleunigen das Sinken der Blutkörperchen, entziehen diesen aber gerade die Eigenschaft zusammenzuhafte; die Körperchen des Pferdeblutes endlich senken sich auch im Serum menschlichen oder andern Thierblutes fast mit derselben Schnelligkeit, wie in ihrem eignen Serum, während die Blutkörperchen anderer Thiere in Pferdeblutserum gebracht keineswegs ein grösseres Senkungsvermögen zeigen. Im Allgemeinen scheint aber auch physikalisch jene Anschauungsweise nicht gerechtfertigt zu sein. Denn beruht die Klebrigkeit einer Flüssigkeit auf der grössern Anziehung, welche ihre Moleküle zu einander zeigen, so muss von der Cohesion der Flüssigkeitstheile die Adhaesion an die Zellenhüllen überwunden werden; es kann also durch die zähe Flüssigkeit unmittelbar kein Zusammenkleben der Blut-

zellen bedingt werden; besteht aber die Klebrigkeit der Flüssigkeit darin, dass ihre Moleküle eine grössere Anziehung zu den Zellenhüllen als unter einander zeigen, so muss sich jede Zelle mit einer Sphäre von Flüssigkeit umgeben, durch welche gerade ihre nähere Berührung mit andern Zellen, ihr Aneinandertreten verhindert wird; auch finden wir ja, dass in Emulsionen die suspendirten Moleküle um so weniger zusammentreten, je zäher und klebriger die emulsive Lösung ist. Nasse sucht daher die Ursache jenes Zusammenklebens nicht in der Flüssigkeit, sondern in den Körperchen selbst, d. h. in einer klebrigen Beschaffenheit ihrer Hüllen; er be ruft sich dabei besonders auf ihr Verhalten gegen Kohlensäure. Ein reichlicherer Gehalt des Bluts an Kohlensäure (sei derselbe durch unvollkommenen Gasaustausch in den Lungen bedingt oder künstlich dem Blute erst zugeführt worden) ist allerdings gewöhnlich von einem schnellern Sinken der Blutkörperchen begleitet. Dass aber durch Kohlensäure die Membran der Blutkörperchen oder ihr Inhalt wirklich klebriger werde, ist wenigstens aus dem Gegentheil, dass nämlich Sauerstoff wie Salze den Blutkörperchen eine scharf contourirte, glatte, wiewohl oft gefaltete Oberfläche ertheilen, wohl nicht gerade zu schliessen; denn Zuckertlösung wirkt auf die Form der Körperchen, so weit sie mikroskopisch verfolgt werden kann, vollkommen ebenso wie Salze und bewirkt doch einschleuniges Sinken der rothen Blutzellen. Uebrigens ist es wohl auch nicht recht wahrscheinlich, dass gerade Kohlensäure die Blutzellen klebrig mache und zur Rollenform disponire, da wir an frischem Blute sehr leicht beobachten können, dass erst unter dem Mikroskop sich allmählig die Blutzellen rollenförmig aufreihen; in dem zur mikroskopischen Beobachtung verwendeten Tröpfchen dürfte aber bei der gewöhnlichen Manipulation jeder Ueberschuss von Kohlensäure verschwunden und in jedem Falle mehr Sauerstoff aufgenommen worden sein, als in frischem Blute enthalten war. Es stehen also jeder einzelnen dieser drei Erklärungsweisen des Senkungsvermögens der Blutkörperchen bestimmte Thatsachen entgegen, die bis jetzt keine derselben zu voller Geltung gelangen lassen. Nur soviel scheint ausgemacht, dass neben dem Einflusse, den die Dichtigkeit der Körperchen im Verhältniss zu der des Serums ausübt, die Klebrigkeit derselben ihr Zusammenreihen wesentlich bedingen muss. Uebrigens wird im kreisenden Blute nie ein Aneinanderkleben der rothen Blutzellen beobachtet. Hauptsächlich ausgesprochen findet man das Senkungsvermögen der runden Körperchen im Blute Entzündungskrankter oder überhaupt in solchem Blute, in welchem eine Verminderung der Salze und eine relative Vermehrung des Albumins gefunden wird. Sehr häufig ist ein grosses Senkungsvermögen der Blutzellen von einer wässrigen Blutflüssigkeit begleitet. Die dunkelgefärbten (also wohl haematin- oder eisenreichern) Blutkörperchen senken sich viel schneller und rollen sich bald auf, während die blassen (fettreichern) nur langsam sich senken. Die Blutkörperchen des Pferdes, welche sich schneller als die eines andern Thieres senken, sind verhältnissmässig arm an Fett. Nach wie-

derholten Aderlässen vermehrt sich die Neigung der Blutzellen, sich zu senken; sie sind dann reicher an Haematin, wie *C. Schmidt* nachgewiesen hat; sie werden daher relativ schwerer sein und somit sich leichter senken; die Zunahme der Körperchen an Haematin ist hier sicher nur relativ, d. h. durch das verdünntere Plasma wird den Blutzellen mehr Proteinstoff entzogen, so dass diese reicher an Haematin und ärmer an ersteren werden. Erwägen wir diese Thatsachen, denen sich weiter unten noch mehrere andre zurechnen lassen werden, so würde man allerdings geneigt sein, der Differenz der Dichtigkeiten der Blutzellen und der Inter-cellularflüssigkeit einen grössern Einfluss auf das Senkungsvermögen zuzuschreiben, als dies uns anfangs dünkte.

Im speciellen Falle treten oft gleichzeitig mehrere Verhältnisse ein, welche fördernd oder hindernd auf das Sinken der Blutkörperchen einwirken; so senken sich z. B. die farbigen Zellen des Lebervenenblutes vom Pferde sehr wenig, während die des (von demselben Thiere gleichzeitig gesammelten) Pfortaderblutes sehr bedeutendes Senkungsvermögen besitzen; dieser Unterschied kann nach dem Obigen sehr leicht gedeutet werden: die Differenz zwischen der Dichtigkeit der Zellen und des Serums ist im Pfortaderblute viel erheblicher als die im Lebervenenblute; im erstern verhält sich nach meinen Erfahrungen die Dichtigkeit des Serums zu der der Zellen = 4 : 4,062, im letztern = 4 : 4,053. Das Lebervenenblutserum enthält relativ (zu den andern Bestandtheilen) weit weniger Albumin als das der Pfortader; endlich sind die Körperchen des ersteren Blutes weit ärmer an Haematin, als die des letztern.

Es ist übrigens nicht unmöglich, dass wenigstens in gewissen Fällen gerade ein umgekehrtes Verhältniss der Causalwirkung statt findet, als man es bisher angenommen hat. Denn es ist recht wohl denkbar, dass das Sinken der Zellen weniger vom Zusammenkleben, als das Zusammenkleben von der Schwere der Körperchen abhängig ist. Die Klebrigkeit der Zellen kann wenigstens durchaus nicht gross sein; denn die geringsten mechanischen Einwirkungen sind ja im Stande, die Röllchen und deren Verzweigungen in einzelne aus nur wenigen Zellen bestehende Stücken zu zertrümmern, was doch bei einigem Grade von Klebrigkeit nicht möglich wäre. Wir stellen uns alsdann den Verfolg der Erscheinungen in folgender Weise vor: durch die Differenz der Schwere der Blutzellen und der Zwischenzellflüssigkeit wird eine verschieden lebhaft bewegte Bewegung in den Moleculen des Blutes hervorgebracht, je lebhafter die Bewegung, desto häufiger werden die Zellen einander näher gerückt werden und Gelegenheit zum Zusammenhaften erhalten, ganz in ähnlicher Weise, wie wir sehen, dass ein frischer Niederschlag z. B. von Chlorsilber sich viel leichter zusammenballt, wenn die Flüssigkeit mit dem Niederschlage stark umgerührt wird. Ist durch die auf bezeichnete Weise erregte Bewegung eine Annäherung der Blutkörperchen ermöglicht, so können sie, wie allgemein angenommen, als scheibenförmige Körper sich kaum anders anziehen und an einander kleben, als nach ihren Flächen; dass nachher die Blutflüssigkeit dem Sinken der Rollen weniger Widerstand leistet, als den einzelnen Körperchen, würde aus dem analogen Verhalten des Chlorsilbers hervorgehen, wenn es nicht aus physikalischen

Gesetzen an sich schon ersichtlich wäre. Indessen kann nur eine ausge-
dehntere Vergleichung der Dichtigkeit der Blutzellen mit der des Plasmas
und eine Zusammenstellung dieser Resultate mit dem beobachteten Sen-
kungsvermögen einen sichern Entscheid über diese Ansicht geben; bis
dahin dürfen wir wenigstens der Dichtigkeit nicht eine zu unbedeutende
Rolle bei dem Senkungsvermögen der Blutzellen beimessen.

Nach *Nasse* nimmt bei Thieren in folgender Reihe das Senkungsvermögen ab:
Pferd, Katze, Hund, Kaninchen, Ziege, Schaaf, Rind, Vögel, Schwein, so dass also
beim Pferde die Körperchen sich am schnellsten, beim Schweine (wenigstens zur
Winterszeit) am langsamsten senken..

Gleichwie die Dichtigkeit und Form der Blutzellen in bestimmten
Beziehungen zu ihrem Senkungsvermögen steht, so findet auch ein gewis-
ses Abhängigkeitsverhältniss der Färbung der Blutkörperchen von ihrer
Gestaltung statt.

Es ist bereits früher (im 4. Th.) gezeigt worden, dass der Farbstoff
des Blutes nur in den Blutzellen vorkomme, und dass demnach die
Färbung des Blutes zunächst von den Blutzellen abhängig sei. Was
zuerst die Farbe der einzelnen Blutzellen betrifft, so bemerkt man un-
ter dem Mikroskop bei sorgfältiger Untersuchung immer eine Anzahl
blässer und dunkler gefärbter, jedoch ist die Zahl der die Mittelnuance
zeigenden bei weitem überwiegend; im Pfortaderblute finden sich immer
einzelne, die fleckig erscheinen, so dass das Pigment in ihnen nicht gleich-
förmig, wie sonst in allen andern Blutkörperchen, vertheilt ist. Diese
Verschiedenheit hängt also von dem absoluten Gehalte an Haematin ab,
allein je nachdem sich die Zellen durch Aufnahme oder Abgabe von Was-
ser aufblähen oder zusammenfallen, muss auch eine blässere oder inten-
sivere Färbung derselben hervortreten. Die Gase, namentlich Sauerstoff,
üben wahrscheinlich eine chemische Einwirkung auf das Pigment aus und
bedingen somit auch die Färbung der Körperchen. Auf die Färbung des
Gesamtblutes ist aber die Eigenfarbe der Zellen wohl nur von unterge-
ordnetem Einflusse, wogegen ihre Zahl so wie ihre Form die Farben-
nuance des Blutes vorzugsweise bedingen. Es bedarf wohl kaum der
Bemerkung, dass ein Blut, welches arm an Körperchen ist, heller roth,
ein an denselben reiches aber dunkler gefärbt sein muss: allein trotz dem
finden wir keineswegs (wie namentlich *Popp* durch seine schönen Unter-
suchungen nachgewiesen), dass jedes zellenarme Blut blass und jedes
zellenreiche dunkel gefärbt ist. Es müssen daher noch andre Momente
existiren, welche einen wesentlichen, ja bedeutendern Einfluss auf
die Farbe des Gesamtblutes äussern, als die Eigenfarbe und Zahl der
Zellen. Dem Scharfsinn eines *Henle* verdanken wir die erste Andeutung
über die Abhängigkeit der Farbe des Gesamtblutes von der Form
der farbigen Zellen. Bis dahin hatte man sich begnügt, alles, was auf
die Färbung des Blutes Bezug hatte, dem Chemismus aufzubürden,
der aber erwähnthermaassen keinen nähern Aufschluss geben konnte.
Die auffälligen Veränderungen, die in der Blutfarbe durch chemisch sehr

indifferente Substanzen z. B. Zucker, neutrale Alkalisalze hervorgebracht werden, mussten der Ansicht *Henle's* bald Anhänger verschaffen, unter denen wir einen der ersten Haematologen, *H. Nasse*, nennen. Verdünnen wir Blut mit Wasser, so wird die Blutfarbe dunkelroth; war das Blut schon vorher sehr dunkel gefärbt, so wird es durch Zusatz von Wasser noch dunkler; untersuchen wir in solchen Fällen die Blutkörperchen unter dem Mikroskop, so finden wir sie aufgebläht und ihre Scheibenform mehr in eine sphärische übergegangen; das Blut muss aber im Ganzen dunkler erscheinen, da jedes einzelne Körperchen sich in einen sphärischen Spiegel verwandelt hat, von welchem die rothen Farbstrahlen zerstreut reflectirt werden. Das Gegentheil beobachten wir, wenn wir neutrale Salze, Zuckerwasser und dergl. dem Blute zusetzen, kurz solche Substanzen, welche die Intercellularflüssigkeit relativ dichter machen; es wird ein Diffusionsstrom von den Zellen aus nach der Intercellularflüssigkeit entstehen, in Folge dessen die Zellen selbst collabiren müssen. Das Zusammenfallen der Körperchen durch Exosmose geschieht aber so, wie das Mikroskop lehrt, dass die centrale Depression derselben bedeutender wird und die einzelnen Zellen concaven Spiegeln gleichen. Von dem Reflexe der rothen Strahlen glaubt man die lichtere Farbe solchen Blutes ableiten zu müssen.

*Scherer*¹⁾, der den genannten Einfluss der Form der Zellen auf die Farbe des Blutes besonders genau studirt hat, wies aber noch auf einige andre physikalische Momente hin, die einen Einfluss auf die Färbung des Blutes ausüben. Schon mit der Veränderung der Form der Zellen muss eine Verdickung oder Verdünnung der Hüllenmembran verbunden sein. Es versteht sich dann von selbst, dass, wenn durch Expansion der Blutbläschen die Hülle dünner wird, der Farbstoff mehr in seiner natürlichen, d. h. dunkelrothen Farbe durchscheinen muss und demnach dem Gesamtblute eine dunklere Färbung ertheilen wird, während bei Verkleinerung der Körperchen die Hülle sich verdickt oder faltet, und somit die eigenthümliche Farbe des Haematins weniger vollkommen durchtreten lässt. Einer ähnlichen Vorstellung zufolge glaubt *Mulder*, dass das arterielle Blut deshalb heller roth erscheine, weil dessen Blutkörperchen von einer dichtern Lage Proteindeutoxyd umgeben seien, während das venöse dunkelroth sei, weil dessen Zellen eine dünnere Hüllenmembran besäßen. *Mulder* glaubt daher auch mit *von Baumhauer*, dass Alkalien und verdünnte Mineralsäuren das Blut deshalb so dunkel färben, weil sie die an Proteindeutoxyd reiche Hülle aufquellen und darum durchscheinender machen; das Pfortaderblut sei deshalb seines Alkalireichthums (?) halber so dunkel gefärbt.

Trotz der dankenswerthen Untersuchungen, welche über diesen Gegenstand angestellt worden sind und den ausgesprochenen Ansichten viel

1) *Scherer*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 288.

thatsächliche Stützen gewährt haben, scheint das Studium der Farbveränderungen des Blutes als Folgen von Gestaltveränderungen der Zellen doch noch einer durchgreifendern Untersuchung zu bedürfen. Einen vielversprechenden Anfang hat in dieser Hinsicht bereits *Harless* gemacht. Derselbe hat zwar nur den Einfluss der Gase und zwar zunächst blos auf die grossen, elliptischen, biconvexen Blutzellen der Frösche erforscht, allein schon hierdurch neben mehreren Bestätigungen früherer Behauptungen einige unerwartete Aufschlüsse über die betreffenden Verhältnisse gegeben. So hat man z. B. früher dem Sauerstoff lediglich eine chemische Rolle bei seiner Einwirkung auf die Blutfarbe zugeschrieben, obgleich es bekannt war, dass er auf mechanischem Wege, d. h. durch Diffusion in andere Gasse oder durch die Luftpumpe wieder aus dem Blute entfernt werden kann: allein *Nasse*, *Scherer* und *Harless* haben thatsächliche Beweise für die Vermuthung von *Henle* geliefert, dass auch der Sauerstoff und die Kohlensäure Formveränderungen der Blutkörperchen hervorrufen, durch welche die hellere oder dunklere Röthung des Gesamtblutes bedingt wird.

Obleich *Joh. Müller* vom Sauerstoff und der Kohlensäure keine sichtbare Einwirkung auf die Form der Blutkörperchen erwartete, so behauptet doch *H. Nasse* in Folge oft wiederholter Beobachtungen gefunden zu haben, dass durch Kohlensäure die scheibenförmigen Körperchen der Säugethiere sich in der Mitte mehr trüben, der äussere Rand breiter werde und somit das ganze Bläschen anschwellen, während nach Einwirkung von Sauerstoff die centrale Depression der Zellen so wie auch die Contouren deutlicher würden. Hiermit stimmen die von *Harless* an den Blutkörperchen der Frösche gemachten Beobachtungen sehr gut überein; nach Einwirkung von Sauerstoff auf Froschblut fand er den Längsdurchmesser der Körperchen = 0,044''', den Querdurchmesser = 0,009''', ihre Form stark elliptisch, Contouren dunkel, die Hüllenmembran sehr fein granulirt, den Kern länglichrund, nicht recht deutlich, den Inhalt blassgelblich, dagegen nach Anwendung von Kohlensäure den Längsdurchmesser auf 0,044''', den Querdurchmesser auf 0,097''' vergrössert, die Form fast sphärisch, die Hülle glashell, den Kern deutlich, scharf contourirt, den Inhalt mehr roth.

Wie sehr die Färbung des Gesamtblutes von rein mechanischen Verhältnissen abhängig ist, wird recht ersichtlich, wenn man den Inhalt der Blutkörperchen zur Krystallisation bringt. So erkennt man schon mit blossen Augen, ob das Blut unter dem Deckplättchen krystallisirt ist, an der lichtern Färbung; noch viel auffälliger ist dies aber, wenn man das Blut oder die durch Auslaugen des Blutkuchens erhaltene Flüssigkeit krystallisiren lässt. Die fast schwarze Blutflüssigkeit wird mit dem Beginn der Krystallisation alsbald hellroth, ja lichtzinnoberroth; schon blosser Zusatz von Alkohol, der durch Coagulation amorphe, aber undurchsichtige das Licht reflectirende Theilchen abscheidet, macht solche Flüssigkeiten hellroth.

Die gleichzeitige Einwirkung der neutralen Alkalisalze und mehrerer anderer chemisch indifferenten Körper auf die Form der Körperchen und die Färbung des Blutes ist zwar von verschiedenen Seiten bereits sorgfältig untersucht worden, allein trotzdem fehlt es noch an einer systema-

tisch durchgeführten Untersuchung, die mit Berücksichtigung des Concentrationsgrades der Lösungen, der Temperatur und anderer äusserer Bedingungen bestimmte Verhältnisse zwischen Form der Blutzellen und Färbung des Gesamtblutes herausgestellt hätte. Denn die Formveränderungen der Blutkörperchen beschränken sich nicht blos den Diffusionsvorgängen nach auf ein einfaches kugliches Aufblähen oder eine Abplattung und stärkere centrale Depression, sondern wir finden namentlich im Blute, welches von Kranken herrührt, sehr oft plattgedrückte, gekerbte, zackige und granulirte oder ganz verzerrte gelbe Blutkörperchen, und sehen solche auch nach künstlichem Zusatz verschieden concentrirter Lösungen chemisch indifferenten Körper entstehen. Den Einfluss der Form solcher gekerbter, sternförmiger oder auch münzpaketsförmig zusammengerollter Blutkörperchen auf die Färbung des Blutes hat man noch nicht in einen idealen Zusammenhang gebracht; ja man hat die neben solchen Formen gleichzeitig bestehende Färbung objectiv nicht gehörig beobachtet. Es steht eigentlich nur soviel fest: alle Stoffe, welche die Hüllenmembran der Blutkörperchen sprengen, auflösen oder überhaupt zerstören, so dass deren Inhalt sich der Intercellularflüssigkeit beimengt, färben das Blut intensiv dunkelbraunroth, ja fast schwarz; alle diejenigen dagegen, welche ein Zusammenschrumpfen der Zellen, eine Faltung oder Verdickung der Hüllenmembran hervorbringen, ertheilen dem Blute eine lichter rothe, in den ersten Momenten ihrer Einwirkung fast zinnberrothe Farbe.

Henle behauptet wohl mit Recht, dass man im frischen Blute, selbst im Falle einer Krankheit, keine andern als die gewöhnlichen Formen der normalen Blutkörperchen auffinde, sondern dass nur die Körperchen eines Blutes leichter die zackige Form annehmen, als die eines andern. Diese Gestaltveränderung ist also wohl nur Folge von Einflüssen, die auf das der Untersuchung unterworfenen Blut einwirken; zu dieser Gestaltveränderung liegt aber in verschiedenem Blute eine verschiedene Praedisposition, gerade so wie der Harn verschiedener acuter Krankheiten auch bald früher bald später säuert und Harnsäurekrystalle ausscheidet. Wir wissen über das Zackig- oder Gekerbtwerden der Blutkörperchen nur so viel, dass Chlornatrium oft bei normalem Blute eine ähnliche Gestaltveränderung hervorbringt, dass grössere Concentration der Intercellularflüssigkeit der Bildung solcher Formen behülflich ist; so zeigt ein Tropfen Blut, wenn er einige Zeit auf dem Objectträger weilte, nach theilweiser Wasserverdunstung solche gekerbte Körperchen; dergleichen findet man gewöhnlich auch in den salzreichen Sputis Katarrhalischer oder Phthisischer, wenn sie bluthaltig sind.

In dem *Pfortaderblute* eben getödteter Thiere findet man (nach *Chr. Schmid*) nicht selten solche verzerrte und gekerbte Körper, während diese im Lebervenenblute nicht vorkommen; möglicher Weise könnte diese Verschiedenheit von dem verschiedenen Kochsalzgehalte des Serums beider Blutarten herrühren; denn das Serum des Pfortaderblutes ist, wenn auch durchschnittlich weniger dicht, doch reicher an Chlornatrium als das anderer Venen.

Was die einzelnen Stoffe betrifft, welche auf die Form der Zellen und Farbe des Blutes gleichzeitig einwirken, so führen wir hier nur kurz die aus eigener Anschauung gewonnenen Resultate über jene Wirkungen an, da die Angaben der Autoren in vielen Punkten (aus leicht begreiflichen Gründen) so sehr differiren.

Am ersichtlichsten ist das Aufblähen der Körperchen und das gleichzeitige Dunkelwerden des Blutes auf Anwendung verschiedener Portionen Wasser (*F. T. 9*).

F. 4). Je nach der Menge des zugesetzten Wassers schwellen die linsenförmigen Blutkörperchen an, jedoch in einem Durchmesser mehr als in dem andern; die Concavität derselben schwindet, an deren Stelle tritt eine Convexität, so dass sie endlich in sphärische Bläschen verwandelt werden. Diese erscheinen dem Auge oft kleiner, als die frühern Scheiben, weil ihr Querdurchmesser sich fast allein vergrössert, der Längsdurchmesser aber, namentlich bei Anwendung geringerer Mengen Wasser, verjüngt. Die Körperchen gleichen dann fast den Fettbläschen, nur sind sie weniger glänzend und weniger scharf contourirt, wie matt angehaucht. Durch reichliche Wasseraufsaugung nähert sich der Brechungscoefficient der Körperchen so sehr dem der Intercellularflüssigkeit, dass sie durch das Mikroskop nicht mehr unterschieden werden können. Durch Zusatz von Salzen zu dieser Flüssigkeit können die Blutkörperchen in ihrer frühern Form wieder sichtbar gemacht werden; meistens aber erscheinen sie dann verzerrt, zackig oder sternförmig. Hat man das Blut mit sehr viel Wasser versetzt, so ist die Hüllenmembran gänzlich gesprengt worden und demnach können durch nachmaligen Salzzusatz die Körperchen nicht wieder in ihrer Integrität hergestellt werden: es werden dann durchscheinende, granulirte Conglomerate ausgeschieden, die man durch wässrige Jodlösung sichtbar zu machen pflegt, da sie dadurch braun gefärbt werden. Auch noch unzerstörte Blutkörperchen kann man in gewässertem Blute wieder sichtbar machen, indem durch die Jodlösung die Hüllenmembran contrahirt und gelb gefärbt wird. Je mehr man geschlagenem Blute Wasser zusetzt, desto dunkler wird es im auffallenden Lichte, zugleich aber wird es *durchscheinend*; Salzzusatz trübt die Flüssigkeit und macht sie heller roth, aber wieder undurchsichtig, was physikalisch hier erst noch zu erklären wohl überflüssig ist.

Die folgenden Versuche betreffen blos Kalbsblut; die Salzlösungen sind meist im Zustande der Sättigung bei $+ 15^{\circ}$ C. angewendet.

Was zunächst das Verhalten des Aethers betrifft, so bemerkt *Nasse*, dass die Blutzellen dadurch kleiner und blässer werden, und glaubt, dass ein grosser Theil des Pigments aus ihnen dadurch extrahirt werde. Die nackten Beobachtungsergebnisse meiner Versuche sind in dieser Hinsicht folgende:

Wurden 100 Vol. Blut mit 4,8 Vol. Aether geschüttelt, so war kein deutliches Dunkelwerden des Blutes wahrzunehmen; der Aether trennte sich nicht wieder vom Blute; die Blutkörperchen waren wohl erhalten; nach 18 St. hatten sich die Blutkörperchen etwas gesenkt, das Serum war nicht gelblicher gefärbt, als andres Kalbsblutserum; viele Körperchen sphärisch, einige verzerrt und minder scharf contourirt.

Durch Schütteln von 100 Vol. Blut mit 8,4 Vol. Aether wurde das Blut sichtbar dunkler; Aether schied sich auch hier nicht ab; schon waren die meisten farbigen Zellen wie verschwunden; die noch erkennbaren waren aber scharf contourirt, sphärisch, auf der Oberfläche matt angehaucht; die farblosen Zellen traten sehr deutlich hervor.

100 Vol. Blut mit 12,4 bis 24,6 Vol. Aether geschüttelt gaben eine dunkelbraunrothe, durchscheinende Flüssigkeit; auch hier trat kein Aether auf die Oberfläche, dagegen schied sich ein lichter, gelbliches Sediment ab, welches unter dem Mikroskop sich als gerinnselartige Materie (Fetzen der Hüllenmembranen) zeigte; farbige Blutkörperchen wurden nur sehr vereinzelt, blass und aufgebläht gefunden, so dass sie Fettbläschen glichen; die farblosen Zellen so deutlich, als ob das Blut mit Wasser behandelt worden wäre.

Werden gleiche Volumina Blut und Aether gemischt, so wird die Flüssigkeit sehr dunkel, aber höchst durchscheinend; hier trennt sich beim ruhigen Stehen ein grosser Theil des Aethers wieder vom Blute; auch hier setzen sich gelbliche Flocken ab; unter dem Mikroskope erscheinen die farblosen Zellen sehr deutlich, von wohlerhaltenen farbigen dagegen keine Spur; übrigens sah man viel grosse weisse Aetherblasen in gelblicher Flüssigkeit; der nach 18 St. auf der wässrigen Flüssigkeit gesammelte Aether war farblos, trotz oft wiederholtem Schütteln; es

scheint mir also nicht, als ob viel haematinhaltiges Fett durch Aether aus den Blutzellen extrahirt werden könnte.

Salze, wie schwefelsaures Natron und Kali, salpetersaures und chloresaures Kali und ähnliche wirken einander ziemlich gleich; wir beschränken uns daher nur auf Mittheilung des Verhaltens der nächstfolgenden, die als Repräsentanten der neutralen Salze fixer Alkalien in dieser Hinsicht betrachtet werden können.

4 Vol. Blut mit 0,8 Vol. einer (bei 45° gesättigten) Lösung von salpetersaurem Natron gemischt, gab eine hellzinnoberrothe undurchsichtige Flüssigkeit, Blutkörperchen stark contrahirt, namentlich im Centrum, so dass sie backschüsselbiscuit- oder trommelschlägelförmig erschienen. Nach 24 St. (bei 42° C.) hatten sich die Körperchen um $\frac{1}{22}$ des Volumens der Flüssigkeit gesenkt; das Serum war vom Cruor nicht scharf abgegrenzt, und dabei immer noch etwas röthlich gefärbt. die Farbe des Gesamtbluts war wieder etwas dunkler geworden, so dass sie der des ungemischten Blutes glich; die Blutkörperchen von sehr verschiedener Grösse und Form, sphärisch, eckig, länglich, zackig.

100 Vol. Blut, gemischt mit 64,7 Vol. einer Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron, wird hellzinnoberroth, schon nach 45 Minuten tritt Senkung der Körperchen ein; diese sind stark contrahirt, biscuitförmig; nach 23 St. haben sich die farbigen Zellen um $\frac{1}{16}$ des Vol. der Flüssigkeit gesenkt; das Serum vollkommen farblos, Cruor hellscharlachroth; Blutkörperchen auch jetzt noch stark contrahirt.

4 Vol. Blut, mit dem halben Vol. einer Lösung von einfach-kohlensaurem Natron gemischt, wird sehr hell zinnoberroth; nach 40 Minuten bereits deutliche Senkung der Blutkörperchen; letztere bedeutend contrahirt (F. T. 9. F. 3); nach 24 St. Senkung um $\frac{1}{15}$ des Vol. der Flüssigkeit; Farbe des Bluts sehr dunkel, Serum röthlich, unmerklich in den Cruor übergehend, sehr zäh und klebrig; Blutkörperchen sphärisch, blass, matt angehaucht.

4 Vol. Blut mit 0,7 Vol. einer Lösung von doppeltkohlensaurem Natron gemischt, wird sehr hellzinnoberroth gefärbt, Blutkörperchen sehr stark contrahirt, nach 25 Minuten bereits Senkung derselben, nach 24 St. Farbe noch so hellroth wie früher, Blutkörperchen ebenso, Senkung um $\frac{1}{10}$ Volumen, Serum klar und farblos.

4 Vol. Blut mit 0,8 Vol. einer Lösung von Kaliumeiscyanür gemengt verhält sich ganz wie das vorige Gemisch; die Senkung der Körperchen beginnt aber erst nach 50 Minuten, nach 48 St. um $\frac{1}{10}$ Vol.; Serum klar und farblos.

4 Vol. Blut wird durch 0,7 Vol. Boraxlösung sehr hellroth; Blutkörperchen fast wie beim vorigen Salze contrahirt; Senkung nach 24 St. um $\frac{1}{15}$ des Vol. der Flüssigkeit; Serum klar, aber röthlich.

Blut, mit dem halben Vol. Jodkaliumlösung versetzt, wird hellzinnoberroth, dessen Körperchen stark contrahirt, biscuitförmig; Senkung derselben beginnt nach 4 St.; nach 48 St. ist die Senkung etwa um $\frac{1}{25}$ des Vol. der Flüssigkeit; das Serum ist röthlich, trüb und nicht scharf vom Cruor abgegrenzt; die ganze Flüssigkeit noch etwas dunkler roth, als frisches, unvermisches Blut, übrigens galertartig, fadenziehend; die Blutkörperchen haben ihre Scheibenform verloren, sind sphärisch, aber bei weitem kleiner, einige sehr verzerrt, zackig.

100 Vol. Blut werden durch 44 Vol. einer Lösung von Schwefelcyanalkalium hellzinnoberroth gefärbt; Blutkörperchen dieser Färbung entsprechend contrahirt; Senkung tritt schon nach 24' ein; nach 24^h ist die Flüssigkeit schwarzbraun, Senkung war nur $\frac{1}{10}$ des Volumens, dabei aber das Serum roth gefärbt, durchscheinend; der Cruor bildete eine dunkelschwarzbraune, durchscheinende, klare, vollkommen dünnflüssige Masse, in welcher unter dem Mikroskop keine morphologischen Elemente zu erkennen waren.

4 Vol. Blut wird durch 0,6 Vol. einer Lösung von Chlorcalcium (4 Th. Salz auf 42 Th. Wasser) hellroth, jedoch nicht so licht, wie bei den meisten Alkalisalzen; nach 4^h Anfang der Senkung, Blutkörperchen contrahirt, nach 48 St. ist keine

Spur von Senkung zu bemerken, Blutkörperchen im Längsdurchmesser vergrößert, im Dickendurchmesser sehr verjüngt, so dass sie mehr lamellenartig als scheibenförmig erscheinen, dabei sehr verzerrt und theilweise gezahnt.

4 Vol. Blut, mit dem halben Volumen einer Lösung schwefelsaurer Talkerde gemischt, wird sehr hellzinnberroth, und bleibt es auch selbst nach 48 St.; die Flüssigkeit ist alsdann sehr fadenziehend geworden, Senkung sehr gering; Blutkörperchen biscuit- und backschüsselförmig, Längsdurchmesser vergrößert, Scheibenform etwas verzerrt, oft an den Rändern ein wenig eingekerbt.

4 Vol. Blut wird durch $\frac{1}{2}$ Vol. Salmiaklösung anfangs zinnberroth, erscheint aber nach 24 St. bei weitem dunkler als z. B. das mit schwefelsaurem Natron versetzte Blut, jedoch kaum dunkler als unvermishtes Blut, nach 4^h 5' Anfang der Senkung, nach 40 St. aber keine eigentliche Serumabscheidung; das Gemisch ist nach der Oberfläche hin nur etwas durchscheinend, aber roth; übrigens sehr fadenziehend. Blutkörperchen sphärisch, im Durchmesser kleiner, als die Scheiben der ursprünglichen Körperchen.

4 Vol. Blut, gemischt mit dem halben Vol. einer Lösung von Rohrzucker (4 Zucker auf 22 Th. Wasser) wird etwas heller roth, Blutkörperchen mässig contrahirt, nach $\frac{1}{4}$ St. Anfang der Senkung, nach 48 St. Senkung um $\frac{1}{6}$ Vol., Serum vollkommen klar und farblos; Cruror etwas heller als der gewöhnlichen Bluts, Blutkörperchen immer noch mässig contrahirt.

4 Vol. Blut wird durch 0,7 Vol. einer Lösung von Gummi arabicum (4 Th. in 20 Th. Wasser) sehr dunkel, Blutkörperchen aufgebläht, fast sphärisch; nach $\frac{1}{4}$ St. Beginn der Senkung, nach 48 St. Senkung um $\frac{1}{100}$ des Volumens; Farbe des Gesamtblutes schwarzroth, Flüssigkeit sehr zäh.

400 Vol. Blut. mit einer wässrigen Lösung von arseniger Säure gemengt, werden ein wenig heller roth, Blutkörperchen unverändert, nach 24 St. Senkung um $\frac{1}{100}$ des Vol. der Flüssigkeit, das Serum ist aber roth, Blutkörperchen sphärisch, ohne Centralschatten; mehrere auf dem Rande liegende nierenförmig; der Dickendurchmesser constant vergrößert.

4 Vol. Blut, mit dem halben Vol. höchst verdünnter Salzsäure (4 Th. H Cl auf 532 Th. Aq.) gemischt, wird sehr dunkel; die Blutkörperchen zeigen sich wenig verändert, viele sogar backschüsselförmig, die auf dem Rande liegenden stäbchenförmig; Dickendurchmesser immer etwas vergrößert.

Ätzende Alkalien und mehrere organische Säuren, wie Essigsäure, verwandeln das Blut in eine schwarzbraune, dichte, ziemlich consistente Gallert, Blutkörperchen aufgebläht und verzerrt oder zerstört.

Durch Metallsalze, welche übrigens gleichzeitig erhebliche Niederschläge aus der Intercellularflüssigkeit bedingen, werden die Blutkörperchen je nach der Concentration der Lösung mehr oder minder verzerrt; eigenthümlich ist aber das Verhalten von Quecksilberchlorid und salpetersaurem Silberoxyd; durch die Lösung eines dieser Metallsalze wird bei gewisser Concentration das Blutkörperchen um etwa $\frac{1}{10}$ seines Vol. contrahirt und verliert seine Linsenform; aus der sphärisch gewordenen Zelle tritt ein kleines, rundliches Körperchen, welches früher von einigen für den Kern der Blutkörperchen gehalten wurde, aber nichts als der beim Contrahiren der Hülle dieselbe durchbrechende zähflüssige Inhalt des Körperchens ist (man vergl. *Harting*⁴⁾).

Nach den Beobachtungen von *Harless* haben wir die erste Wirkung des Sauerstoffs und der Kohlensäure auf die farbigen Blutzellen ebenfalls als eine mechanische erkannt; allein derselbe Autor hat durch seine vielfach modificirten Forschungen nachgewiesen, dass diese Gase auch eine

4) *Harting*, Nederl. Lancet. Octbr. 1851.

chemische Wirkung auf jene Moleküle des Bluts ausüben; so fand er z. B., dass, wenn man Sauerstoff und Kohlensäure abwechselnd auf die rothen Zellen einwirken lässt, diese allmählig (nach dem neunten bis zehnten Wechsel der Gase vollständig) zerstört werden, eine Erfahrung, die, wie leicht ersichtlich, von der höchsten Wichtigkeit für das Verhalten der farbigen Zellen im kreisenden Blute ist. Man würde also jedenfalls zu weit gegangen sein, hätte man aus den oben angeführten Gründen den Einfluss des Sauerstoffs oder der Gase überhaupt auf die Blutfarbe nur der durch diese bewirkten Formveränderung der Blutkörperchen zuschreiben wollen. Die erste Einwirkung des Sauerstoffs mag immerhin physikalisch sein, gerade so wie die der Salze; allein auch diese wirken nur anfangs mechanisch ein; sie färben fast sämmtlich, wie wir gesehen haben, in den ersten Momenten ihrer Wirkung das Blut hellroth; nach verschiedenen langer oder kurzer Zeit machen sie das Blut mehr oder weniger dunkelroth.

Man hat vielfach an der Richtigkeit der Versuche von *Harless* gezweifelt, ja man glaubt sie sogar widerlegt zu haben: allein wenn auch in der That die wechselnde Einwirkung von Kohlensäure und Sauerstoff nicht so schnell zerstörend auf die Blutkörperchen einwirkt, als man nach *Harless* glauben möchte, so ist die zerstörende Wirkung jenes Gaswechsels doch keineswegs in Abrede zu stellen. Im Blute, durch welches wiederholt jene Gase geleitet werden, pflegen die Blutkörperchen weit schneller zu schwinden als im Blute, welches unter gleichen Bedingungen ruhig gestanden hat. Besonders leicht kann man diesen Einfluss beobachten, wenn man das Blut mit etwa einem gleichen Volumen Wasser oder $\frac{1}{10}$ seines Volumens Aether versetzt. Uebrigens verweise ich hierbei auf die sogleich anzuführende Darstellungsweise der Krystallsubstanz des Blutes, bei welcher ich den wesentlichen Einfluss des Sauerstoffs auf Beschleunigung der Zerstörung der Blutkörperchen aufs Bestimmteste erkannt zu haben glaube. Mag daher auch bei den *Harless'schen* Versuchen der eine oder der andere Irrthum mit untergelaufen sein, so scheint uns doch die hier bezeichnete Thatsache festzustehen.

Gerade in dem mehr oder weniger schnellen Vorübergehen der ersten, d. h. mechanischen Wirkung der Salze, ist wohl der Grund zu suchen, weshalb man vielen derselben nur eine chemische Einwirkung zuschrieb, indem man sie nur fähig glaubte, das Blut dunkler zu färben; z. B. die kohlensauren Alkalien (*Mulder* und *Nasse*), die Ammoniaksalze (*Dumas*), die Kalisalze und namentlich den Salpeter (*Hünefeld*).

Nasse hat bereits in Folge mehrerer sorgfältig ausgeführter Versuchsreihen nachgewiesen, dass man aus der Einwirkung solcher Substanzen auf frisches Blut ausserhalb des Organismus auf deren Wirkung im kreisenden Blute des lebenden Körpers zu schliessen, keineswegs berechtigt ist. Derselbe gab Hunden und Ziegen längere Zeit soda- oder salpeterhaltiges Futter, beobachtete aber entweder keine Einwirkung auf die Gerinnung des Bluts oder eine der erwarteten gerade entgegengesetzte. Aehnliche Erfahrungen machte ich bei Injectionen von Salpeterlösungen oder Lösungen von doppeltkohlensaurem Kali; eine Lösung von 30 grm. Salpeter in 200 grm. Wasser von ungefähr 38° wurde einem etwas abgetriebenen Pferde in die Jugularis sehr langsam injicirt; das Pferd erlitt dabei nur geringen Blutverlust. Eine Viertelstunde nach vollendeter Injection ward eine Venesection gemacht; das Blut war etwas dunkler als das vor der Injection entleerte und gerann schneller, bildete aber einen weniger dichten Blutkuchen und eine geringere Kruste. Einem andern noch ziemlich kräftigen, alten Pferde wurden in ähnlicher Weise 30 grm. in 480 grm. lauem Wasser gelöstes doppeltkohlensaures

Kali in die Jugularis injicirt; 47 Minuten nach vollendeter Injection wurde aus der Jugularis der andern Seite eine Quantität Blut entnommen; dieses Blut war bei weitem dunkler gefärbt, als das vor der Injection untersuchte; die Blutkörperchen senkten sich weit langsamer, die Kruste war weniger dick und der Cruor leicht zerreiblich. In dem letztern Falle ist die Umwandlung des Blutes aus der Zersetzung des doppeltkohlensauren Kalis sehr wohl zu erklären; im kreisenden Blute sind alle Bedingungen vorhanden, welche eine Zersetzung jenes Salzes in Kohlensäure und einfachkohlensaures Kali bedingen, namentlich höhere Temperatur und Einwirkung freier Gase; das Blut hat daher den Charakter eines kohlensäurereichen Blutes angenommen; die dunkle Färbung des Bluts ist hier der Anhäufung von Kohlensäure im Blute entsprechend; das neutrale kohlensaure Alkali, so schnell es auch durch die Nieren ausgeschieden wird, hatte aber hier doch die Senkung der Blutkörperchen verlangsamt. Die Wirkung der freien Kohlensäure zeigte sich auch in dem rauschähnlichen, muntern Zustande, in welchem sich das Thier noch eine Stunde nach der Injection befand. Dieser Zustand war dem ganz ähnlich, den ich wiederholt an Pferden beobachtete, als ich ein Gemisch von 40 % Kohlensäure und 90 % atmosphärische Luft, 8 bis 8 Minuten lang, hatte athmen lassen; der Puls mehrte sich in der Minute von 36 und 40 Schlägen auf 50 bis 54; die Augen des Thiers wurden glänzend, der Blick war frei, die Haltung gut, Knurren im Bauche, Blähungen, Speichelfluss.

Dass sich das *doppeltkohlensaure Kali* im Blute lebender Thiere in Kohlensäure und in einfach oder anderthalbkohlensaures Kali zersetze, geht auch aus den Erfahrungen hervor, die ich an Fröschen machte. Dieselben wurden in verschiedenen gesättigten Lösungen von doppeltkohlensaurem Kali oder Natron gebracht, dabei aber so fixirt, dass sie frei zu athmen vermochten und die Schwimmhaut des einen Fusses gleichzeitig unter dem Mikroskop beobachtet werden konnte. Schon 3 Minuten nach Beginn des Versuches fingen die Blutkörperchen an, in den kleinern Capillaren der Schwimmhaut zu stocken, in den grösseren war eine auffällige Verminderung der Schnelligkeit des Blutlaufs noch nicht wahrzunehmen; nach 40 bis 45 Minuten gab sich jedoch auch eine Störung durch zeitweilige Stockung und Verlangsamung zu erkennen; noch später trat in diesen grössern Gefässen eine Oscillation ein, so dass nicht entschieden werden konnte, wohin eigentlich die Strömung gehen sollte. So weit es möglich war, wurden die Blutkörperchen dieses Frosches verglichen mit denen eines andern (nicht mit solchem Salze behandelten), dessen Schwimmhaut gleichzeitig unter ein andres Mikroskop bei ziemlich gleicher Vergrößerung gebracht worden war. Kerne, die man bekanntlich an den Blutzellen kreisenden Froschbluts überhaupt nicht wahrnimmt, waren auch hier nicht zu erkennen; allein obgleich genaue Messungen der Blutzellen innerhalb der Schwimmhaut nicht ausgeführt werden konnten, so zeigte doch (nachdem in den feinern Capillaren der Schwimmhaut des in jenem Salze befindlichen Frosches bereits Stasis eingetreten war) ein Vergleich der Blutzellen beider Arten kreisenden Bluts, dass dasjenige, in welchem doppeltkohlensaures Alkali diffundirt war, aufgequollene, in ihrem Längsdurchmesser verkürzte, im Querdurchmesser erweiterte Blutzellen führte. Noch viel deutlicher traten dieselben Erscheinungen und Dimensionsveränderungen der Blutkörperchen hervor in Fröschen, die in einer *kohlensäurereichen Atmosphäre* allmählich erstickt wurden.

In beiden Fällen war das Blut der grössern Gefässe und des Herzens nicht braunroth, sondern bläulichroth, kirschroth bis fast völlig violett; die Blutkörperchen ohne deutlichen Kern zeigten eine von der Einstellung des Mikroskops unabhängige, centrale und peripherische Trübung; einzelne ihrer Durchmesser noch an Volumen vergrössert. Durch Zusatz von doppeltkohlensaurem Kali zum Blute der mit Kohlensäure oder dem doppeltkohlensauren Salze behandelten Frösche verfauschte dasselbe seine blauröthliche Farbe mit einer hellzinnberrothen; die Blutzellen waren aber so contrahirt, dass sie unter dem Mikroskop zerknitterten elliptischen Blättchen oder gefalteten und betüpfelten Lappchen glichen; ihr Querdurchmesser

war so verjüngt, dass er kaum messbar war; die Kerne traten deutlich hervor, aber nicht in der gewöhnlichen Form, sondern als dunkle granulirte Häufchen, welche den Knochenkörperchen entfernt ähnelten. In beiden Fällen trennte sich das Serum sehr gut vom Blutkuchen; beide Blutarten machten geröthetes Lackmus wieder blau, allein nur das der mit dem Salze behandelten Frösche wirkte auf Curcumae-papier. Das Herz der gelödteten oder betäubten Thiere zeigte die auffallende Erscheinung, dass es beim Kneipen mit der Pincette in Starrkrampf verfiel und durch die Blutentleerung ganz weiss wurde. Die Lungen waren bei den Fröschen, die Kohlensäure geathmet hatten, ausserordentlich ausgedehnt, blutleer und fast farblos, bei den mit dem Salze behandelten collabirt und kirschblauroth. In der gesättigten Lösung von doppeltkohlensaurer Alkalien verendeten die Frösche schon nach 5 Minuten; in einer mässig verdünnten blieben sie oft $1\frac{1}{2}$ St. am Leben.

Wurden Frösche in ganz ähnlicher Weise mit Lösungen *einfach kohlen-saurer Alkalien* behandelt, so waren auch hier sehr bald Stockungen des Blutstromes in den Capillaren zu bemerken; allein in den Dimensionsverhältnissen der Blutzellen konnte durchaus keine Veränderung (keine Vermehrung, aber auch keine Verminderung des Volumens) selbst bei einigen noch ermöglichten vergleichenden Messungen wahrgenommen werden; die Capillaren füllten sich aber stark mit Blutkörperchen; wie bei den Entzündungserscheinungen schien sich die Inter-cellularflüssigkeit zu vermindern und dadurch Stasis herbeigeführt zu werden, Kerne waren auch hier nicht zu erkennen. Das Blut der grossen Gefässe hatte nicht den geringsten Stich ins Violette, sondern war rein braunroth; die Blutkörperchen desselben waren aber collabirt, gefaltet, stark granulirt und zeigten einen matt granulirten Kern; auf Zusatz von einfachkohlen-saurem Alkali wurden sie noch mehr contrahirt, die Kerne traten deutlicher hervor als Häufchen scharf hervortretender Körnchen, die ganze Zelle lappig gefaltet, am Rande ziemlich regelmässig punktirt; an der Luft färbte sich der dunkelrothbraune Kuchen hellroth. Lungen mässig collabirt, braunroth, das Herz wurde durch Berühren nicht in Starrkrampf versetzt, sondern zu lebhaftern Contractionen disponirt.

An mit *Aether* narkotisirten und in gleicher Weise beobachteten Fröschen waren einige auffallende, von den bisher erwähnten sehr verschiedene Erscheinungen zu bemerken; so wurden hier während der allmählichen Einwirkung des Aethers zwar auch Stockungen im Blutlaufe der Schwimnhaut bemerkt, allein anstatt einer Anhäufung von Blut in den kleinern Capillaren entleerten sich viele derselben vollkommen von gefärbten Zellen, so dass in einzelnen nur noch hie und da farblose Blutkörperchen zu erkennen waren; aus den grössern Gefässen trat in das scheinbar offen stehende leere kein Blutkörperchen mehr über; es war sichtlich der Durchmesser der kleinern Capillaren so verjüngt, dass keine rothe Blutzelle mehr eindringen konnte; an der deutlich sichtbaren Einmündungsstelle strömten die rothen Zellen vorüber; an den Blutkörperchen selbst war keine Veränderung wahrzunehmen. Das Blut der grösseren Gefässe war dunkelroth mit einem Stich ins Violette; Blutkörperchen desselben in den ersten Momenten normal und ohne Kern, wurden an der Luft bald verzerrt und undeutlich. Die Lungen mehrmals (aber nicht immer) mit Luft erfüllt und sehr expandirt. Bemerkenswerth ist vielleicht, dass nach der Aetherisirung die Muskeln immer in höchst schlaffem Zustande gefunden wurden, während nach Anwendung von Kohlensäure oder kohlen-sauren Alkalien constant tonische Krämpfe und die Muskeln nach dem Tode in ausgeprägtem Starrkrampf gefunden wurden; ist diese Erscheinung als die Folge der Reizung oder Lähmung der Spinalnerven anzusehen, so würden wir in den vasomotorischen Nerven der Schwimnhaut bei Rigor der Muskeln Lähmung derselben und bei Paralyse der Spinalnerven Reizung der vasomotorischen Nerven beobachtet haben.

Wir würden kaum an diesem Orte das Verhalten der genannten Substanzen im Thate lebender Thiere so ausführlich geschildert haben, wenn wir diese Verhältnisse nicht zugleich als Warnungsmittel hätten benutzen wollen gegen die über-
~~sehen~~ ~~Schlussfolgerungen~~, die man aus dem Verhalten einzelner chemischer Stoffe

gegen Blutkörperchen und andre Blutelemente gezogen hat, um pathologische und pharmakologische Prozesse zu erklären. Hätte man in der neuern sg. rationellen Pharmakologie sich vor so grob chemischen Anschauungen gehütet, man würde viele Irrthümer vermieden und sich vor physiologisch lächerlichen Fictionen gewahrt haben.

Dass viele von jenen Substanzen, welche die Form der Blutkörperchen verändern, gleichzeitig auf die Hüllen derselben chemisch einwirken, ist aus dem Obigen klar; allein ob sich diese und zwar namentlich die Gase auch auf den Inhalt der Blutzellen und zwar vorzugsweise auf das Pigment mit erstrecken, ist eine noch keineswegs entschieden beantwortete Frage. Nach den Eigenschaften des im 4. Th. beschriebenen Haematis zu urtheilen, dürfte man wohl kaum eine solche Einwirkung erwarten; denn wir haben dort gesehen, wie indifferent, wie unzugänglich den meisten chemischen Agentien das Haematin ist, aber allerdings auch gezeigt, dass dieses Pigment schwerlich in dem Zustande in den Blutzellen enthalten ist, wie es von den Chemikern isolirt dargestellt wird. Bestimmte chemische Thatsachen fehlen uns immer noch, um die kaum zu bezweifelnde Einwirkung des Sauerstoffs auf den Inhalt der Blutkörperchen zu beweisen, obwohl es nicht an Versuchen mangelt, welche dieser Ansicht einige Stützen darbieten. Zunächst hat *Liebig* (siehe unten »Gasgehalt des Bluts«) nachgewiesen, dass bei der Respiration eine chemische Absorption des Sauerstoffs nothwendigerweise statt haben müsse. Dass aber besonders der farbige Bestandtheil der Blutkörperchen jene Fähigkeit, Sauerstoff zu absorbiren, besitze, dafür sprechen schon die ältern Versuche von *Bruch*¹⁾. Nach diesen wurde nämlich der im Serum und Wasser diffundirte Blutkörpercheninhalt beim Schütteln mit Kohlensäure im durchfallenden Lichte noch dunkler, d. h. also: blos gewässertes Blut ist weniger tief dunkelroth durchscheinend, als gleich stark gewässertes, aber mit Kohlensäure impraegnirtes; die entgegengesetzte Wahrnehmung ward gemacht, wenn solch gewässertes Blut mit Sauerstoffgas behandelt wurde. Dass übrigens die Farbe des Blutes nicht allein von der Einwirkung jener Gase auf die Form der Blutkörperchen abhängt, ist mit *Bruch*²⁾ auch aus dessen neuesten Versuchen zu schliessen. Derselbe sah nämlich unter der Luftpumpe mit Sauerstoff impraegnirtes Blut immer dunkler werden, während mit Kohlensäure gesättigtes Blut im Vacuo trotz des Verlustes grosser Mengen Kohlensäure, sei es stark gewässert oder nicht, nicht heller wird, sondern dieselbe dunkle Nuance beibehält, die es im mit Kohlensäure übersättigten Zustande hatte. So richtig diese Beobachtungen sind, so finde ich in ihnen doch gerade keinen zwingenden Grund zu dem Schlusse, dass die Kohlensäure nur durch Austreiben des Oxygens das Blut dunkler mache; denn abgesehen davon, dass oxygenirtes Blut unter der Luftpumpe nie so dunkel wird, wie mit Kohlensäure geschwängertes, so würde ich nur daraus schliessen zu können

1) *Bruch*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 440—450 u. Bd. 3, S. 308—318.

2) *Ders.*, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 4, S. 373—376.

glauben, dass von absorbirtem Sauerstoff durch das Vacuum eine relativ grössere Menge, als von der Kohlensäure, aus dem Blute entfernt werden könne. Zur Entscheidung darüber, welches die eigentliche vom Gasgehalt unabhängige Farbe des Blutes sei, können, wie wir meinen, nur quantitative Versuche führen, die freilich, wie schon die Versuchsreihe von *Magnus* beweist, mit sehr grossen Schwierigkeiten verknüpft sind. Wir werden weiter unten »Gase des Bluts« auf diesen Gegenstand zurückkommen müssen, und unsrer eignen Versuche über das Verhalten der Lösungen reiner Blutkrystalle (des sg. Haematoglobulins, befreit von Hüllenmembranen u. s. w.) Erwähnung thun, aus denen wohl zu schliessen sein möchte, dass in der That die Einwirkung der Gase auf die farbige krystallisirbare Substanz, d. h. auf den Inhalt der Blutkörperchen eine chemische sein möchte. Wenn aber die chemische Einwirkung der Gase auf das färbende Princip des Blutes auch vollständig erwiesen sein sollte, so ist damit, wie wir kaum zu erwähnen brauchen, der Einfluss der Formveränderungen auf die Farbe des Gesamtblutes, wie er von *Henle*, *Scherer* und *Harless* gedeutet wurde, keineswegs widerlegt.

Es geht aus allen diesen Mittheilungen über die mechanischen Verhältnisse der Blutkörperchen hervor, dass sehr verschiedene Einflüsse auf die Blutzellen einwirken können, um eine bestimmte Farbennuance des Gesamtblutes hervorzubringen, und dass in speciellen Fällen oft schwer zu entscheiden ist, aus welchen einander oft entgegengesetzten Ursachen die Farbe des gerade vorliegenden Blutes resultire.

Auch andre physikalische Verhältnisse, die nicht direct auf die Blutkörperchen einwirken, können die Farbe des Gesamtblutes modificiren. So finden wir lichtere Färbungen des Blutes, wenn in demselben neben den rothen sehr viele farblose Blutzellen oder andere das Licht stark reflectirende Körperchen enthalten sind. So zeigte schon *Scherer*, dass Zusatz von Milch oder Gypspulver das Blut heller roth mache; aus diesem Grunde findet man zuweilen das an farblosen Blutzellen reiche Blut Pyaemischer und Anämischer, sowie das mit Fettbläschen erfüllte Blut von Säufern von lichterer Färbung.

Dass äussere Einflüsse, z. B. bei der Fäulniss des Bluts, immer zunächst auf die Form der Blutkörperchen einwirken müssen und nachher erst chemische Umwandlungen einleiten können, bedarf wohl nicht erst besonderer Erwähnung. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn wir im Blute von Leichnamen oder in alten Exsudaten auf die verschiedensten Formen von Blutkörperchen stossen. Aus diesen Formen lassen sich indessen nur selten Schlüsse auf die vorangegangene Krankheit ziehen; denn sie sind nicht die unmittelbare Wirkung eines krankhaften Processes, sondern nur die Folge chemischer oder physischer Umwandlungen, denen zunächst die Intercellularflüssigkeit unterlegen ist. Man darf also aus der Untersuchung solchen Blutes, namentlich vom Mikroskope, keine grossen Vortheile für die medicinische Diagnostik erwarten, einmal weil in frischem Blute niemals solche Formveränderungen der Blutkörperchen vorkommen (wie man sie z. B. im Typhusblute einmal gefunden zu haben glaubte), und andererseits weil das aus dem Leichname entlehnte Blut immer schon durch die äussern Einflüsse wesentliche Veränderungen erlitten hat.

Nachdem wir die physikalischen Eigenschaften der Blutkörperchen betrachten haben, gehen wir zur Erforschung der chemischen Bestandtheile derselben über. Dieser Gegenstand lag bis auf die neueste

Zeit noch sehr im Dunkel. Die mikroskopische Betrachtung des Blutes hatte zwar gelehrt, dass der Farbstoff desselben nur auf die farbigen Zellen beschränkt sei; *Berzelius* hatte ferner gezeigt, dass in diesen Zellen ein eiweissartiger, vom Albumin verschiedener Stoff, den er Globulin nannte, enthalten sei, und sprach die Vermuthung aus, dass die sog. phosphorhaltigen Fette wohl nur auf die Blutzellen beschränkt seien. *Berzelius* hatte schon den Weg angedeutet, auf welchem die Blutkörperchen von der Intercellularflüssigkeit getrennt, und, obwohl von mehreren ihrer wesentlichen Bestandtheile befreit, doch wenigstens frei von Serumbestandtheilen erhalten werden konnten. *Dumas* und *Figuier* brachten diese Methode (Anwendung gesättigter Lösungen von schwefelsaurem Natron u. dergl., wodurch die Blutkörperchen filtrirbar werden) in Ausführung und der erstere stellte sogar mit dem getrockneten Blutkörperchenreste Elementaranalysen an: allein alle diese Untersuchungen konnten der Natur der Sache nach nur wenig Aufschluss über die eigenthümlichen und wesentlichen Bestandtheile jener farbigen Zellen geben; denn man hatte entweder die Blutzellen nur mit Intercellularflüssigkeit gemengt untersucht oder nur die von allen löslichen und nicht coagulirbaren Stoffen befreiten Zellen der Forschung unterworfen und das nicht einmal in erschöpfender Weise. Durch die Entdeckung *Funke's* stellte sich erst heraus, dass der Inhalt der Blutzellen krystallisirbar ist, und dass, wie wir nach eignen Untersuchungen Th. 4, S. 364 bereits mitgetheilt haben, jene krystallisirbare Substanz in der That der wesentlichste Bestandtheil der Blutkörperchen ist und eine eigenthümliche Proteïnsubstanz darstellt, die jedoch, wie *Kunde's* Entdeckung tetraëdrischer Blutkrystalle auswies, nicht in allem Blute identisch, obwohl immer verschieden von jedem andern Proteïnstoffe ist. Dies geht auch aus den neuern mikrochemischen Untersuchungen der Blutkörperchen durch *Donders*¹⁾ hervor. Derselbe sah in den Blutkörperchen der Amphibien durch verdünnte Essigsäure (4 Th. auf 10 Th. Wasser) ein leicht gekörntes Praecipitat entstehen, während er in den Blutkörperchen von Säugethieren und Vögeln etwas Aehnliches nie beobachten konnte.

Im Bezug auf die übrigen Bestandtheile der Blutkörperchen gegenüber denen des Blutserums sind wir erst durch die scharfsinnig erdachte und sorgfältig ausgeführte Untersuchungsmethode *C. Schmid's* in den Stand gesetzt worden, bestimmtere Aufschlüsse über die Zusammensetzung des Inhalts der Blutkörperchen und die Natur der einzelnen darin vorkommenden Stoffe zu erhalten. Wir werden sehen, dass auf diese Entdeckung fast allein alle unsre Ansichten über die chemisch-physiologische Dignität der Blutzellen sich stützen.

*Berzelius*²⁾ hatte bereits gefunden, dass die Blutkörperchen (die er damals noch Blutroth nannte), von allen Salzen mit alkalischer Basis und von Zucker nicht auf-

1) *Donders*, Nederl. Lanc. T. VI. 4. Juli 1854.

2) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 74. (4. Aufl.)

gelöst werden, und dass man auf diese Weise ein Mittel hat, die Blutkörperchen von der Intercellularflüssigkeit einigermaßen zu trennen. *Figuiet*¹⁾ empfahl dieses Mittel zuerst zur quantitativen Bestimmung der Blutkörperchen, worüber weiter unten ausführlicher die Rede sein wird. Da jedoch bei dem Versuche, die Blutkörperchen auf diese Weise (gewöhnlich wendet man eine Lösung von schwefelsaurem Natron an) von den Bestandtheilen der Intercellularflüssigkeit zu trennen, sich sehr bald zeigt, dass diese Theile einerseits zusammenkleben und das Filter verstopfen, andererseits aber auch so sich verändern, dass sie das Filter durchdringen, so empfahl *Dumas*²⁾ in die auf dem Filter befindliche Flüssigkeit fortwährend Sauerstoff zu leiten, während man gleichzeitig immer neue Quantitäten Glaubersalzlösung zutropfen lässt. Die so erhaltenen glaubersalzhaltigen Blutkörperchen wurden getrocknet, mit Aether und kochendem Alkohol extrahirt und endlich durch kochendes Wasser vom schwefelsauren Natron und anderen löslichen Bestandtheilen befreit; *Dumas* fand durch Elementaranalysen in diesem Residuum serumfreier Blutzellen von Menschen, Hunden und Kaninchen nach Abzug der Asche constant die Verhältnisse von 55,4 bis 55,4% Kohlenstoff, 7,4% Wasserstoff, 47,2 bis 47,5% Stickstoff und demnach 20,2 bis 20,6% Sauerstoff.

*C. Schmidt*³⁾ stellte in ähnlicher Weise die coagulirbaren und unlöslichen Theile der Blutzellen dar und fand ihr spezifisches Gewicht im eisenhaltigen Zustande = 2,2507, im aschen- und eisenfreien aber = 1,2090. Derselbe Autor fand durchschnittlich in 100 Th. dieser trocknen Zellenresiduen 87,59 Globulin und 12,41 Haematin; die aschehaltigen Residuen gaben 4,179% Eisenoxyd und 0,126 phosphorsaure Erden.

*Lecanu*⁴⁾ hat noch in neuester Zeit die durch schwefelsaures Natron möglichst isolirten Blutkörperchen auf ihre nähern Bestandtheile untersucht, ist aber nicht zu wesentlich neuen und bemerkenswerthen Thatsachen gelangt.

Was die *Hüllenmembran* der rothen Blutzellen betrifft, so hielten Viele noch bis auf die neueste Zeit nach der alten Ansicht über die Blutgerinnung jene Membran für Fibrin. *Denis* und *Lecanu* versuchten, die Gegenwart des Fibrins in den Blutkörperchen durch Zusammenreiben derselben mit Salzen, wie Salpeter und Kochsalz, zu erweisen; *Virchow*, der diese Versuche wiederholte, hat jedoch gezeigt, dass die von jenen Autoren beobachteten Häutchen nichts als die vielfach zusammengefalteten und an einander haftenden Hüllen der Blutkörperchen sind, welche unter dem Mikroskop durch Schieben und Quetschen des Deckplättchens oft das Ansehen *Nasse'scher* Faserstoffschollen erhalten; *Virchow* bemerkt aber mit vollem Rechte, dass durch die Löslichkeit dieser Membranen in Salpeterwasser und ihr Aufquellen in Essigsäure ihre Identität mit dem Faserstoff noch keineswegs erwiesen sei; übrigens vermochte ich wenigstens von der Hüllenmaterie der Körperchen des Pferde- und Rindsblutes durch längere Digestion mit Salpeterwasser auch nicht eine Spur coagulabler oder durch Essigsäure fällbarer Materie aufzulösen. *Mulder* hält die Hüllenmembran für Proteindeutoxyd; die Eigenschaften der durch Behandlung des Bluts mit Wasser erhaltenen Hüllenrudimente stimmen aber keineswegs mit denen des *Mulder'schen* Proteindeutoxyds überein; in Es-

1) *Figuiet*, Ann. de Chim. et de Phys. 3me Sér. T. 44, p. 503.

2) *Dumas*, ebendas. T. 47, p. 542.

3) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 456—467.

4) *Lecanu*, Compt. rend. T. 35, p. 44—48.

sigssäure sowie in Alkalien sind sie weit schwerer löslich, als das letztre; auch enthält dieses bekanntlich Schwefel, von dem ich wenigstens keine Spur in den Membranen entdecken konnte. *Mulder* hat auch die Gegenwart dieses Stoffs nicht durch directe Versuche dargethan, sondern ist zu dieser Annahme nur durch folgende Betrachtung veranlasst worden: beim Durchgange durch die Lungencapillaren überziehen die Blutkörperchen sich mit einer dichteren Lage jenes Deutoxyds, wodurch der Blutfarbstoff (wie durch Milchglas) mit lichter rother Farbe durchscheint, daher die hellere Röthung des Arterienblutes; die centrale Depression der farbigen Blutzellen spreche ebenfalls dafür, da die Entzündungskruste, in welcher bekanntlich viel Deutoxyd enthalten sei, auch eine grosse Neigung besitze, eine ähnliche Depression oder Concavität zu zeigen.

Die Hüllenmembran hat selbst bei den Körperchen eines und desselben Blutes wahrscheinlich nicht vollkommen gleiche Zusammensetzung; wenigstens sehen wir, dass die farbigen Zellen desselben Blutes von denselben Mitteln in der Regel sehr ungleich verändert werden; lässt man Wasser, verdünnte Säuren, Aether, verdünnte Alkalilösungen auf die Blutkörperchen einwirken, so werden dieselben sehr ungleich zerstört; manche verschwinden z. B. selbst bei sehr starker Verdünnung mit Wasser durchaus nicht; man pflegt diese für die jüngeren, die leicht zerstörbaren für die älteren Blutkörperchen zu halten, indem man glaubt, dass die Hülle der farblosen Blutzellen, aus welchen die farbigen wenigstens zum Theil hervorgehen, ihre frühere chemische Natur noch einige Zeit beibehält, auch wenn sich bereits Pigment in der Zelle gebildet hat. Die Hülle aber, welche unserm Auge unter dem Mikroskop so bald entschwindet, wird von den wenigsten der angewendeten Mittel wirklich aufgelöst, sondern sie geht nur in einen gallertartigen oder vielmehr schleimartigen Zustand über, in welchem ihr Lichtbrechungscoefficient ziemlich gleich wird dem des Plasma; wir können dies nicht bloß aus der oben öfter erwähnten Erscheinung schliessen, wornach die Hülle entweder in ihrer Integrität oder wenigstens in ihren Rudimenten durch Salzlösungen, Jodwasser u. s. w. wieder sichtbar gemacht werden konnte, sondern auch aus dem Schleimig- und Fadenziehendwerden des Blutes nach Zusatz gewisser Substanzen, z. B. verdünnter organischer Säuren, Kohlensäurer Alkalien, Jodkalium, Salmiak u. s. w. Durch Sättigung so veränderten Blutes mit Säuren oder Alkalien oder Zusatz von Jodwasser oder schwefelsaurem Natron werden jene Hüllen wieder sichtbar und gleichzeitig verliert das Blut seine Klebrigkeit. Uebrigens wird Intercellularflüssigkeit oder Serum durch die genannten Mittel nicht in den Zustand des Fadenziehens versetzt; dieselbe muss demnach von den Blutkörperchen ausgehen; dazu kommt, dass auch der nur in Wasser aufgequollene Schleim durch dieselben Mittel sich verdichtet, so dass er dem unbewaffneten Auge weniger durchsichtig, fast wie coagulirt erscheint und unter dem Mikroskope fadige Streifen zeigt.

Von der in den Blutzellen enthaltenen *krystallisirbaren Materie*, dem

sg. *Haematoglobulin*, ist bereits im 4. Theile (S. 364) die Rede gewesen; wir können hier nicht unterlassen, ausführlicher auf die Darstellungsweise der krystallisirbaren Materie zurückzukommen, da sie im Bezug auf manche das Blut betreffende noch zweifelhafte Punkte von Bedeutung ist. Die Blutkrystalle bilden sich aus faserstoffhaltigem, serumhaltigem Blute ebensowohl als aus defibrinirtem Blute und möglichst von Serum befreitem Cruor. Unter gewissen Verhältnissen bilden sie sich so schnell und in so grosser Anzahl, dass man sich deren oft da, wo man sie am wenigsten erwartet, gar nicht erwehren kann. So entstehen sie z. B. in grosser Menge, wenn man gröblich zerschnittenen und mit Wasser mehrmals aber nicht vollständig ausgewaschenen Blutkuchen (namentlich von Menschen, Katzen und Hunden) noch feucht einige Zeit an der Luft liegen lässt und zwar bei Tageslichte oder besser noch bei Sonnenlichte; die oberflächlichen Theile der Faserstoffstückchen überziehen sich dann mit ganzen Crusten der schönsten und grössten Krystalle. Aus dem Meerschweinchenblute erhielt ich auf folgende Weise am schnellsten (35 Min. nach Tödtung des Thiers) die früher beschriebenen tetraëdrischen Krystalle: das mit Wasser verdünnte und nach der Th. 4, S. 368 angegebenen Methode defibrinirte Blut. (man kann dazu auch wässriges Cruoextract verwenden) wurde zunächst 45 Min. lang einem Sauerstoffstrome an hellem Tages- oder Sonnenlichte ausgesetzt, dann durch die lichter roth gefärbte Flüssigkeit 5, höchstens 10 Minuten lang Kohlensäure geleitet; durch die Kohlensäure färbte sich die Flüssigkeit allmählig dunkler, bald aber wurde sie trüb und immer trüber; entsprechend dem Grade der Trübung wurde die Flüssigkeit hellzinnoberroth von ausgeschiedenen Krystallen, die, wenn der Kohlensäurestrom unterbrochen ward, sich allmählig zu Boden senkten und ein bedeutendes hellziegelrothes Sediment bildeten. Um aus Menschen-, Hunde- und Katzenblute die prismatischen Krystalle zu erhalten, muss zwar im Allgemeinen derselbe Weg eingeschlagen werden, sind jedoch mehrere andere später zu erwähnende Bedingungen zu erfüllen. Die so erhaltenen Krystalle lassen sich zwar durch Schlämmen von allen Serumbestandtheilen und von dem grössten Theile der farblosen Blutkörperchen und den Hüllenmembranen der farbigen trennen; indessen bleiben namentlich von den letztern immer noch trotz oft wiederholten Schlemmens genug zurück, da sie den Krystallen gewissermaassen als Ansatzpunkt gedient haben und demnach von ihnen eingeschlossen werden; sie sind also in diesem Zustande zur Elementaranalyse u. s. w. noch ungeeignet. Man muss sie daher in Wasser lösen, wo sie dann durch Filtriren vollständig von morphotischen Theilen getrennt werden können. Das Umkrystallisiren hat aber seine grossen Schwierigkeiten. Wir erwähnen hier nur, dass höhere Hitzegrade wegen der Coagulirbarkeit der Substanz und die Luftpumpe wegen des zur Krystallisation nöthigen Gasgehalts nicht verwendet werden können. Dass man übrigens eine Lösung reiner Krystallsubstanz vor sich hat, erkennt man daran, dass dieselbe weder durch Quecksilberchlorid, noch salpetersaures Silberoxyd, noch basisch essigsäures

Bleioxyd praecipitirt wird. Das durch Hitze aus der Krystalllösung erhaltene Coagulum ist zur Elementaranalyse wenigstens insofern untauglich, als es nicht die reine Krystallsubstanz repraesentirt; denn bei der Coagulation verliert die Krystallsubstanz ausser Kohlensäure und Phosphaten gegen 1,2% organischer Materie, welche aus einer stark sauer reagirenden Säure und einem stickstoffhaltigen, entfernt leimähnlichen Körper besteht.

Nach oft wiederholten und vielfach modificirten Versuchen muss ich das Licht nur als ein Beförderungsmittel der Krystallisation betrachten; denn allerdings bilden sich die Krystalle unter übrigens gleichen Verhältnissen auch im Dunkeln oder des Nachts: allein sie scheiden sich nur allmählig und immer in weit geringerer Menge aus; so konnte ich z. B. aus Meerschweinchenblute im Dunkeln nie mehr als 2% Krystalle erhalten, während ich am Tages- oder Sonnenlichte sehr oft mehr als 7% an trockner Krystallsubstanz gewann. Was von dem Lichte, gilt so ziemlich auch von der Anwendung von Sauerstoff. Es gelingt wohl nicht gerade selten, auch ohne Benutzung von Sauerstoff durch blosse Anwendung von Kohlensäure am Sonnenlichte Krystalle zu erhalten: allein auch dann in weit geringerer Menge, als wenn vorher das Blut mit Sauerstoff impraegnirt war; ausführliche quantitative Bestimmungen, deren Einzelheiten anderweit¹⁾ mitgetheilt sind, haben mich gelehrt, dass die Krystalle bei weitem am schnellsten sich bilden, wenn das Sauerstoffgas vor Anwendung der Kohlensäure und zwar in einem langsamen Strome etwa 15' lang durch das Blut geleitet wird; leitet man erst Kohlensäure durchs Blut und nachher Sauerstoff, so scheint der letztre geradezu die Krystallisation zu hemmen; bringt man aber nachher die mit Sauerstoff impraegnierte Flüssigkeit in Kohlensäuregas, so beginnt fast augenblicklich die Krystallisation. Ueberhaupt scheint aber die Krystallisation um so schneller einzutreten, je länger vor Anwendung der Kohlensäure die Flüssigkeit mit Sauerstoff in Berührung war.

Man hat mikroskopischen Beobachtungen nach viel gefabelt von der zur Krystallbildung nothwendigen Abwesenheit von Fibrin, Anwesenheit von Serum und dergl.: allein wie schon aus dem Obigen hervorgeht, ist die Gegenwart von Fibrin ebensowenig hinderlich als förderlich der Krystallbildung. Das Serum ist ebenfalls ohne allen Einfluss auf diesen Process; denn wenn man den geschnittenen Blutkuchen drei-, viermal mit Wasser anrührt und ausgewaschen hat, so kann man selbst noch aus spätern Auswaschwässern, die gewiss wenig Serum enthalten, noch Krystalle und zwar noch sehr reine erhalten. Aus dem Serum sind weder auf solche Weise noch durch die mikroskopische Behandlung unter dem Deckplättchen Krystalle zu erhalten, die nur entfernt ähnlich den besprochenen Blutkrystallen wären; wir gehen daher wohl nicht zu weit, wenn wir behaupten, dass diejenigen, welche, wie Robin, aus dem Serum diese Krystalle erhalten zu haben wähen, niemals die wahren Blutkrystalle gesehen haben; und dass eben dieselben ganz recht haben, wenn sie diese ihre Krystalle, die lange vor der Entdeckung der wahren Blutkrystalle jeder aufmerksame Beobachter gesehen hat, für Mineralsalze halten.

Obgleich ich nur mit Widerstreben auf die Discussion eines Gegenstandes eingehe, der noch in Untersuchung befindlich ist und der auch soweit untersuchbar ist, dass ein Urtheil darüber bis nach beendeter Untersuchung füglich verschoben werden kann: so glaube ich mich hier doch nicht einer vorläufigen Besprechung dieses Gegenstandes (die ich im 1. Th. absichtlich vermieden) ganz entschlagen zu können. Ich muss nach meinen bisherigen theils bereits mitgetheilten, theils andern Untersuchungen den Glauben hegen, dass jene Krystallsubstanz keineswegs ein Gemeng

1) Lehmann, Ber. d. königl. sächs. Ges. d. W. z. Leipzig 1853.

Was ferner die *Kerne der Blutkörperchen* betrifft, so sind diese schon in morphologischer Hinsicht ein sehr zweifelhaftes Moment, indem selbst von mehreren der ersten Physiologen (*R. Wagner* und *Andern*) die so deutlich sichtbaren und oft scharfbegrenzten Kerne der Blutkörperchen von Amphibien für Producte chemischer Abscheidung aus dem homogenen Zelleninhalte nach dem Tode angesehen werden, während *Andre* auch in den scheibenförmigen farbigen Körpern der Säugethiere und Vögel Kerne oder wenigstens Rudimente derselben gesehen haben. Möge aber die morphologische Existenz dieser Elemente entschieden werden, wie sie wolle, so lässt sich doch über ihre chemische Natur für jetzt durchaus nichts bestimmen, erstens deshalb, weil man sie isolirt für die chemische Untersuchung vorzubereiten durchaus nicht im Stande gewesen ist, und zweitens deshalb, weil, wenn man sie jetzt auch für eine Proteinsubstanz erkennen sollte, die Kenntniss dieses Stoffe noch so sehr im Argen liegt, dass sich gar nicht entscheiden lassen würde, ob diese Kernmaterie einem der bekannten und benannten Proteinkörper beizuzählen sei oder nicht.

Joh. Müller und nach ihm *Fx. Simon* halten den Kern für Faserstoff, da er in Essigsäure und in Alkalien sich auflösen soll, allein leider sind diese Eigenschaften nicht charakteristisch für den Stoff, den man Fibrin zu nennen übereingekommen ist; übrigens muss ich *Jul. Vogel* beistimmen, der den Kern sehr schwerlöslich in Essigsäure fand und ihn deshalb nicht für identisch mit Faserstoff halten kann. *Maitland*¹⁾ hält den Kern für eine eigenthümliche hornähnliche Verbindung, die er *Nuclein* nennt; *Nasse* bemerkt mit vollem Rechte, dass die von *Maitland* durch Auswaschen fibrinfreien Cruors dargestellte Substanz zugleich die Hüllenmembranen der Blutkörperchen enthält, die jedenfalls sehr überwiegend über die fragliche Kernsubstanz sind. *Hünefeld* hält die Kerne wesentlich für Fett; dass die Blutzellen reich daran sind, werden wir sogleich sehen; dass aber bei der Darstellungsweise der vermeintlichen Kerne sich das Fett immer denselben beimengen und daher immer einen grössern Theil des Untersuchungsobjectes ausmachen muss, bedarf wohl kaum einer nähern Darlegung.

Es ist bereits im 4. Th. (S. 249) erwähnt worden, dass ein erheblicher Theil der Fette des Blutes sich in den Blutzellen angehäuft vorfindet. *Berzelius* sprach schon die Muthmaassung aus, dass die sg. phosphorhaltigen Fette wohl hauptsächlich den Blutkörperchen angehören möchten. Diese Ansicht habe ich wenigstens insofern bestätigt gefunden, als das durch Aether aus den (durch Vermittlung von schwefelsaurem Natron nach *Dumas*' Methode dargestellten) Blutkörperchen des Rindsbluts extrahirte Fett gegen 22% Asche liefert, welche sauer reagirt und wesentlich aus saurem phosphorsaurem Kalk besteht. Der Gedanke liegt daher nicht fern, dass wir es hier mit Glycerinphosphorsäure (Th. 4. S. 227) zu thun haben. In den trocknen Blutkörperchen des Rindes fand ich übrigens durchschnittlich 2,249% durch Aether extrahirbarer Materie.

Die sg. *Extractivstoffe* der Blutkörperchen lassen sich nicht näher bezeichnen, eben weil sie uns unbekannte Stoffe sind, allein so viel steht

1) *Maitland*, An experimental essay on the physiology of the blood. Edinburgh 1838. p. 27.

... über diesen Gegenstand an-
... Stoffe dem Serum, aber nicht

... gegen 8 Th. salzfreier Extractivstoffe
... Rückstandes der Zellen desselben Blutes
... noch nicht 6 Th. solcher Stoffe ent-

... dass der Inhalt der Blutkörperchen
... gebundene organische Säure enthält.
... deren Gegenwart in den Blutzellen nur wahr-
... Erwähnung gethan; das Ueberwiegen
... geht auch daraus hervor, dass die Asche der
... derselben fast nur metaphosphorsaure Salze
... in den frischen Blutzellen saure phosphorsaure Salze
... enthalten sein. Es ist aber ausser diesen
... nicht krystallisirbare Säure im Blutzelleninhalte
... nämlich die Krystallsubstanz des Blutes aus wäss-
... Blute gerinnen, so reagirt die vom Gerinnsel abfiltrirte
... und enthält neben sauren Erdphosphaten jene stick-
... welche nicht krystallisirbar ist, Lackmus röthet, mit
... und meist auch in Alkohol lösliche Salze bildet, beim
... Geruch verbreitet und viel schwer verbrenn-

... die Mineralbestandtheile der Blutkörperchen betrifft,
... über diese (abgesehen vom Eisengehalte) meist sehr ver-
... gemacht, die aber fast alle gleich weit von der Wahr-
... sind. Man hat nämlich entweder geglaubt, dass alle Salze,
... Serum finden oder supponiren, auch in der Blutzelle ent-
... oder man stellte sich vor, dass die Zelle wenigstens
... Salze und darunter insbesondere das Chlornatrium und
... vollkommen ausschliesse. Obgleich keine von diesen beiden
... gewöhnlich so entschieden ausgesprochen wurde und man sich
... bei dem Mangel aller Entscheidungsgründe jeder bestimmten
... verhielt, so laufen doch wenigstens die Vorstellungen, die man
... der Analysen des Blutes machen konnte, nur auf diese beiden
... hinaus. Erst den unermüdlichen Forschungen C.
... verdanken wir eine Anzahl Thatsachen, welche beweisen, dass
... auch lösliche Salze in den feuchten Blutzellen enthalten sind,
... Salze aber keineswegs vollkommen dieselben sind, welche wir
... Serum vorfinden, und dass endlich ihre Menge weit geringer ist, als
... würde, wenn das Wasser der Blutkörperchen gerade so viel Salz
... wie das Wasser des Serums.

Man braucht nur eine gute Analyse des Serums mit der des Kuchens
... und desselben Blutes zu vergleichen, und nach der oberflächlichen
... Schätzung die dem (die Zellen umgebenden) Serum zukommen-

den löslichen Salze von der Summe der löslichen Salze des Blutkuchens abzuziehen, um sich zu überzeugen, dass in den Blutzellen bei weitem weniger solcher Salze enthalten sein können, ebenso aber auch, dass nicht alle diese Salze dem eingeschlossenen Serum allein angehören können.

Ich fand z. B. im Serum des Venenblutes eines Pferdes 0,835% Salze (lösliche und unlösliche), im feuchten Blutkuchen desselben Blutes 0,849% (samt Eisenoxyd); werden die darin gefundenen 0,444 Th. Eisenoxyd abgezogen, so verbleiben 0,705% Mineralstoffe; denken wir uns nun beispielsweise den Blutkuchen so locker, dass er $\frac{1}{2}$ seines Gewichts Serum eingeschlossen enthielt, so würden von den 0,705 Th. Salzen 0,273 Th. für das eingeschlossene Serum abgehen und es würden den ($\frac{1}{2}$ des ursprünglichen Gewichts des Blutkuchens ausmachenden) 66,667 Blutzellen nur 0,432 Th. Salze verbleiben; auf 100 Th. feuchter Blutzellen würden demnach nur 0,648 Th. Salze kommen. Nähme man dagegen die Blutkörperchen so dicht an einander liegend an, dass sie nur $\frac{1}{5}$ Serum vom Gewichte des Blutkuchens einschlossen, so würden, da 46,667 Th. Serum = 0,437 Th. Salze enthalten, für die 83,333 Th. Blutkörperchen noch 0,568 Th. Salze verbleiben, also würden dann in 100 Th. Blutzellen 0,684 Th. Salze verbleiben. *Schmidt* hat nun, wie weiter unten gezeigt werden wird, eine Methode ausfindig gemacht, um die Menge des vom Blutkuchen eingeschlossenen Serums ziemlich genau zu finden und darnach die den feuchten Blutzellen zukommenden Mineralbestandtheile berechnen zu können.

Sind wir im Stande, durch Rechnung die Menge der in den frischen Blutzellen enthaltenen Mineralbestandtheile zu finden, so bleibt nur die Beantwortung der Frage übrig, ob vorzugsweise gewisse Salze in den Zellen sich anhäufen, und welche dies sind? Auch diese Fragen sind zuerst von *C. Schmidt* beantwortet worden; er hat nämlich nachgewiesen, dass die Blutzellenflüssigkeit (d. h. das in den Blutkörperchen enthaltene Wasser) neben den organischen Materien hauptsächlich Phosphate und Kalisalze in überwiegender Menge enthält, so dass also phosphorsaures Kali und der grösste Theil des Chlorkaliums den Blutzellen, dagegen das Chlornatrium nebst ein wenig Chlorkalium und phosphorsaurem Natron dem Plasma (Serum + Faserstoff) angehört. In den letztern sind die organischen Materien nur an Natron gebunden, während in den Blutzellen die Fettsäuren und das Haematoglobulin neben Natron auch Kali enthalten.

C. Schmidt fand z. B. bei der Analyse eines Bluts, welches 396,34 p. m. Blutzellen und 603,76 p. m. Intercellularflüssigkeit enthielt, in den ersteren 1,353 Chlorkalium und 0,835 phosphorsaures Kali, während in letzterer neben 0,267 phosphorsaurem Natron und 0,270 Chlorkalium 3,447 Chlornatrium enthalten waren.

Schmidt hat bei verschiedenen Säugethierclassen die Verhältnisse zwischen Kalium und Natrium und Phosphorsäure und Chlor in den Blutzellen und in der Intercellularflüssigkeit untersucht und in einer Tabelle zusammengestellt, die wir der Uebersicht wegen wohl passender Weise selbst mittheilen.

400 Th. unorganischer Stoffe :

Gattung.	Blutzelle.		Plasma.		Blutzelle.		Plasma.	
	K	Na	K	Na	PO ₅	Cl	PO ₅	Cl
Mensch (Mittel a. 8 B.)	40,89	9,74	5,19	37,74	17,64	21,00	6,08	40,68
Hund	6,07	36,17	3,25	39,68	22,42	24,88	6,65	37,34
Katze	7,85	35,02	5,17	37,64	13,62	27,59	7,27	41,70
Schaaf	14,57	38,07	6,56	38,56	8,95	27,24	3,56	40,89
Ziege	37,44	14,98	3,55	37,89	9,44	31,73	5,90	40,44

Als Controle zu diesen Versuchen können auch die neuerdings von *Weber*¹⁾ nach *Rose's* Methode ausgeführten Vergleichsanalysen des Serums und des Blutkuchens von Pferden benutzt werden: in der Serummasche fand *Weber* gar kein Chlorkalium, während in der des Blutkuchens ziemlich viel gefunden wurde, Kali in ersterer nicht ganz 3%, in letzterer gegen 33%, dagegen Chlornatrium in der Serummasche 73%, in der Cruorasche nur 17%; in ersterer wurden ferner nur ungefähr 2% Phosphorsäure, in der des Blutkuchens aber 12% nachgewiesen. Auch die Schwefelsäure wurde endlich in der Serummasche in 33 mal grösserer Menge, als in der des Cruors vorgefunden.

Hiermit stimmt auch überein, dass *Nasse* gerade im Blute derjenigen Thiere am meisten Phosphate vorfand, welche sich durch ihren Reichthum an Blutkörperchen auszeichnen, nämlich der Schweine, Gänse und Hühner; bei Schaafen und Ziegen dagegen, wo er wenig Blutkörperchen berechnet, fand er auch am wenigsten Phosphate. Bei einer andern Gelegenheit hat auch *Nasse*²⁾ schon die Vermuthung ausgesprochen, dass die Phosphate hauptsächlich in den Blutkörperchen enthalten sein müssten. Hiermit stimmt endlich auch überein, dass meinen bisherigen Untersuchungen nach die Asche der Blutkrystalle ausser Eisenoxyd fast nur Phosphate enthält.

Beim Menschen tritt, wie man sieht, der Unterschied am meisten hervor, bei Fleischnessern zeigt er sich mehr in den Säuren, bei den Pflanzenfressern mehr in den Alkalien. *Schmidt* fügt hinzu, dass die zufällige Nahrung des Thiers oder der Volksstamm des Menschen ohne Einfluss auf diese Verhältnisse sei.

Erdphosphate kommen, wie bereits erwähnt, ebenfalls in den Blutzellen vor.

Schmidt fand in den Blutzellen von 4000 Th. Blut nur 0,086 Th. phosphorsaurer Kalk- und Talkerde, in der Interzellularflüssigkeit aber 0,332 Th. oder in 4000 Blutzellen = 0,248 und in 4000 Interzellularflüssigkeit = 0,550 Erdphosphate. Sonach würden in den Blutzellen weit weniger Erdphosphate enthalten sein, als in der Interzellularflüssigkeit; damit stimmen aber meine eignen Untersuchungen sowohl, als die von *Weber* ausgeführten Vergleichsanalysen des Serums und Cruors vom Pferdeblute nicht überein; *Weber* fand nämlich in der Serummasche 2% Kalk und 0,25% Talkerde, in der Cruorasche dagegen 2,5% Kalk und 0,52% Talkerde.

Das Eisen des Blutes gehört bekanntlich fast nur dem Haematin der Blutzellen an; da der Eisengehalt der Blutmasche, verglichen mit der Zahl der farbigen Zellen des Blutes, ein ziemlich variabler ist, so haben wir schon oben den Schluss daraus gezogen, dass der Haematingehalt demzufolge in den Blutzellen wechseln müsse.

1) *Weber*, Poggend. Ann. Bd. 84, S. 94—108.

2) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 4, S. 165.

Wir haben gesehen, dass in den Lebervenenblutkörperchen sich weniger Eisen-oxyd findet, als in denen des Pfortaderbluts; *Schmidt* fand in den Blutzellen bei hydroemischen Zuständen mehr Eisen und schliesst hieraus, dass die Blutzellen in diesen Fällen ärmer an Globulin geworden sind, aber nicht reicher an Haematin; das Haematin glaubt er aber aus der Menge des gefundenen Eisens berechnen zu können. Dieser Schluss von der Menge des Eisens auf die des Haematins dünkt uns allerdings gerechtfertigt, so bald wir es mit dem reinen Haematin der Chemiker zu thun haben, welches 6,6 % Eisen enthält; allein es ist zu erwägen, dass das Haematin wahrscheinlich nicht mit einem Male, wie Athene aus Zeus Haupte, fertig gebildet hervorgeht, sondern dass höchst wahrscheinlicher Weise dieser Stoff ebenso allmählig entsteht und seine Elemente sammelt, als es allmählig zu Grunde geht; dazu kommt, dass wir bereits (künstlich dargestelltes) eisenfreies Haematin kennen; und wer weiss denn, ob wir nicht noch in irgend einem Organe eisenfreies oder eisenarmes Haematin entdecken werden?

Wiederholte Versuchsreihen mit dem klaren Serum des Bluts von Rindern, Schaafen, Schweinen, Pferden, Hunden, Katzen, Kaninchen und Hühnern ergaben *C. Schmidt* völlige Abwesenheit des Eisens (dies hatte früher auch *Nasse* gefunden.)

In 100 Th. trockner Blutkörperchen (nach *Prevost* und *Dumas* bestimmt) fand *C. Schmidt* beim Manne 0,4348 %, beim Rinde 0,509 %, beim Schweine 0,448 %, beim Huhne 0,329 % Eisen.

Die Blutkörperchen enthalten auch vorzugsweise die Gase des Blutes, Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff. Es ist von *Davy*, *Nasse*, *Scherer*, *van Enschat*, *Magnus* und Andern nachgewiesen worden, dass das Serum in weit geringerem Grade das Vermögen besitzt, Sauerstoff und Kohlensäure zu absorbiren, als das defibrinirte Blut, und ich selbst habe mich überzeugt, dass aus einem Volumen geschlagenen Bluts sich im Vacuo wenigstens doppelt so viel Luft entwickelt, als aus einem stark durchrührten oder mit atmosphärischer Luft geschüttelten Serum. *Van Maack* hat gefunden, dass die Lösung des Blutroths noch ein deutliches Anziehungsvermögen zum Sauerstoff besitzt, und *Scherer* hat sich nicht nur von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugt, sondern auch zugleich gefunden, dass nach Absorption des Sauerstoffs etwas Kohlensäure entwickelt wird.

Nachdem schon *H. Davy* und *Berzelius* sich von der Gegenwart freier Gase im Blute überzeugt zu haben glaubten, später aber diese Ansicht wieder zurücknahmen, fielen die Resultate der Forscher sehr verschieden aus, indem sie bald mehr für, bald gegen die Anwesenheit aufgelöster Gase zu sprechen schienen. Doch wurde diese Frage noch vor Beginn des letzten Decenniums durch die Versuche von *van Enschat*, *Bischoff*, *J. Davy*, besonders aber von *Magnus* dahin entschieden, dass auch in ganz frischem Blute freie aufgelöste Gase und zwar im arteriellen sowohl als im venösen enthalten seien. In neuerer Zeit hat *Magnus* seine frühere Beobachtung, dass neben freier Kohlensäure ein freies Sauerstoff- und Stickstoffgas vorkomme, durch einfachere Versuche bestätigt. Nach den frühern Erfahrungen von *Magnus* ¹⁾ enthält arterielles und venöses Blut ziemlich gleiche Mengen Stickstoff; im ersteren verhält sich der Sauerstoff zur

4) *Magnus*, Poggend. Ann. Bd. 36, S. 685 ff.

Kohlensäure dem Volumen nach $\approx 6 : 46$, im letztern kaum $\approx 4 : 46$, hiernach würde also relativ mehr Sauerstoff im arteriellen Blute enthalten sein, als im venösen. Die spätern Versuche von *Magnus*¹⁾ bestimmen nicht bloß das Verhältniss der Gasvolumina unter einander, sondern auch zum Volumen des Blutes; sie ergeben, dass wenigstens im Blute der Kälber, Rinder und Pferde immer 10 bis 12,5 Volumenprocente Sauerstoff und 1,7 bis 3,3 Volumenprocente Stickstoff aufgelöst sind. Nach einem Versuche *Magendie's* enthält das venöse Blut 78, das arterielle aber nur 66 Volumenprocente Kohlensäure. Der Sauerstoff des Blutes lässt sich ebensowohl im Vacuo als durch andre Gase, z. B. Wasserstoff und Kohlensäure fast vollständig austreiben, woraus wohl genügend hervorgeht, dass derselbe im Blute zum Theil nur mechanisch absorbiert, nicht chemisch gebunden enthalten ist. Da das Blut nach den Versuchen von *Magnus* im Stande ist, sein $1\frac{1}{2}$ faches Volumen (also 150%) Kohlensäure zu absorbieren, so mag es für den ersten Blick auffallen, dass das kreisende Blut nicht mehr mit Kohlensäure inpraegniert gefunden, und dass beim Athmen nur wenig mehr Sauerstoff absorbiert, als Kohlensäure ausgeschieden wird; allein wenn wir erwägen, dass bei der Respiration die Verhältnisse der concurrirenden Gase ganz andre sind, als bei unsern Versuchen (wo wir reine atmosphärische Luft oder reine Kohlensäure mit dem Blute schütteln), so kann uns jene Wahrnehmung nicht mehr wunderbar erscheinen.

Eine wichtige und in der That noch nicht völlig entschiedene Frage, welche sich an das Vorkommen freien Sauerstoffs im Blute knüpft, ist die, ob sich nicht wenigstens ein Theil des durch die Lungen ins Blut gelangten Sauerstoffs schon im arteriellen Systeme mit einzelnen Blutbestandtheilen chemisch verbinde. *Marchand* suchte durch einige Versuche und *Magnus* durch eine auf Thatsachen begründete Rechnung jene Frage zur Entscheidung zu bringen. *Marchand* glaubte nämlich, dass, wenn kohlensäurefreies Blut durch unmittelbaren Einfluss von Sauerstoff keine Kohlensäure erzeuge, dann auch der Sauerstoff nur mechanisch absorbiert werden könne; er fand nun in der That auch, dass eben so wenig frisches Blut, als Blutserum, Hühnereiweiss, Lösungen von Blutkörperchen u. dergl., nachdem sie von Kohlensäure befreit waren, beim Hindurchleiten von Sauerstoff die geringste Spur Kohlensäure entwickelten; allein abgesehen davon, dass, wie oben erwähnt, *van Maack* und *Scherer* in der That Kohlensäureexhalation aus dem Blute nach vorhergegangener Sauerstoffabsorption beobachtet haben wollen, so wird auch durch den *Marchand'schen* Versuch nicht mehr erwiesen, als dass Sauerstoff vom Blute absorbiert werden kann, ohne dass dadurch eine Bildung von Kohlensäure bedingt wird; recht gut möglich bliebe es aber, dass einer oder der andre Blutbestandtheil sich höher oxydirte, ohne Kohlensäure abzuscheiden; denn nicht jeder Oxydation eines organischen Körpers folgt Kohlensäureentwicklung. Beweiskräftiger würde die Berechnung von

1) *Magnus*, Poggend. Ann. Bd. 56, S. 177—206.

Magnus sein, wenn nur die derselben untergelegten Zahlen nicht auf zu schwankenden Bestimmungen beruhten. Wenn nämlich in einer Minute bei einem erwachsenen Menschen ungefähr 13 par. Cubikzoll Sauerstoff ins Blut übergehen, ferner ungefähr 40 Pfd. Blut durch die Lungen gehen, im Blute der Pferde aber ungefähr 11% Sauerstoff gefunden werden: so ergibt sich allerdings, dass ungefähr die Hälfte des Sauerstoffs vom Venenblute in den Lungen absorbiert wird, welchen *Magnus* im arteriellen Blute gefunden hatte, so dass also das letztre immer ungefähr die Hälfte seines freien Sauerstoffs in den Capillaren verlieren würde.

Wirklich erwiesen ist durch die eben angeführten Thatsachen nur, dass ein grosser Theil des in den Lungen absorbierten Sauerstoffs im Blute frei versirt, allein keineswegs ausser Zweifel gesetzt, dass nicht wenigstens ein Theil des absorbierten Sauerstoffs schon im Herzen und den Arterien mit einem oder dem andern Blutbestandtheile eine chemische Verbindung eingehe, während doch eine solche Verbindung mit einem Male in den Capillaren vor sich gehen soll. Für die letztre Ansicht hat *Liebig*¹⁾ jüngst neue schlagende Beweise geltend gemacht. Das Wasser absorbiert nur 0,925 Volumenprocente Sauerstoff, während das Blut nach *Magnus* 10 bis 13% davon aufzunehmen vermag; diese grössere Absorptionskraft des Blutes kann nur von gewissen Bestandtheilen, und, wie wir wissen, hauptsächlich von den rothen Körperchen bedingt sein; von jenen 10 bis 13% vom Blute absorbierten Sauerstoffs können nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{11}$ mechanisch, d. h. vom Wasser aufgesogen sein, also wirklich frei im Blute bestehen; die andern $\frac{3}{4}$ bis $\frac{10}{11}$ Sauerstoff müssen durch gewisse Blutbestandtheile fixirt werden; dies ist aber nur denkbar vermittelt einer chemischen, wenn auch noch so schwachen Anziehung. Die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Blutbestandtheile mag sehr locker und völlig analog der Kohlensäureverbindung des Blutes sein, wie wir dieselbe bereits früher (Th. 1, S. 406—408) dargestellt haben. Die mechanische Lösung eines Gases ist lediglich von dem Drucke abhängig, unter welchem dasselbe steht; wird eine bestimmte Quantität unabhängig vom äussern Drucke absorbiert und steht diese Menge in directer Proportion zu einem gewissen Bestandtheile der Flüssigkeit, so kann nur chemische Anziehung die Ursache der gesteigerten Absorptionskraft jener Flüssigkeit sein. Wenn wir auch für den Sauerstoff jene Materie, die ihn fesselt, noch nicht so genau kennen, wie jene Stoffe, welche die Kohlensäure im Blute zu fixiren vermögen (kohlen-säure, phosphorsaure Alkalien u. dergl.), so steht doch für beide der Satz gleich fest, dass die Menge, um welche das Blut mehr Kohlensäure und mehr Sauerstoff aufzunehmen vermag, als seinem Wassergehalte entspricht, chemisch gebunden im Blute enthalten sein muss. Dass übrigens die Möglichkeit, eine solche lockre Verbindung schon durch Vermittlung andrer indifferenten Gase (wie Wasserstoff u. s. w.) zu lösen, nichts gegen das Chemischgebundensein

1) *Liebig*, Chem. Briefe 3. Aufl. S. 419—423.

Lehmann phys. Chemie. II.

des ausgetriebenen Gases beweist, haben wir schon Th. 1, S. 408 zu zeigen versucht. *Liebig* stellt daher gewiss mit vollem Rechte den Satz auf, dass nur dann ein Gas als mechanisch absorbirt zu betrachten sei, wenn seine Menge proportional dem äussern Drucke zu- und abnimmt. Dass aber die vom Blute aufnehmbare Menge Sauerstoff eine constante, bis zu einem gewissen Grade vom äussern Drucke unabhängige Grösse sei, dürften wir mit *Liebig* wohl zu schliessen berechtigt sein, theils daraus, dass in sehr grossen Höhen der Athmungsprocess fast in derselben Weise von Statten geht, wie am Gestade des Meeres, und dass selbst in sehr sauerstoffreicher Luft nicht mehr Oxygen aufgenommen wird, als in der gewöhnlichen Atmosphaere.

Ausser diesen physikalischen Beweisen für die chemische Absorption des Sauerstoffs im Blute dürften auch folgende von mir mit der reinen Krystallsubstanz des Blutes angestellte, wiewohl noch keineswegs zum endgültigen Abschluss gebrachte Versuche sprechen. Eine vollkommen limpide, gesättigte Lösung reiner Blutkrystalle, die weder durch salpetersaures Silberoxyd noch basisch essigsäures Bleioxyd gefällt wurde und eine schön granatrothe Farbe hatte, wurde theils mit Kohlensäure, theils mit Sauerstoff gesättigt; die sauerstoffhaltige Flüssigkeit zeigt keinen merklichen Farbenunterschied von der ursprünglichen (daneben in einem gleichen Gefässe befindlichen) Flüssigkeit; auch an der kohlenäurereichen Lösung ist keine distincte Farbenverschiedenheit von der Normalflüssigkeit und der sauerstoffreichen zu bemerken; dagegen ist die kohlenäurereiche Krystalllösung ziemlich trübe und zeigt unter dem Mikroskop matt granulirte Flocken in grosser Anzahl. Im Vacuo entwickelt die letztere Flüssigkeit sehr viel Gas, behält ihre Farbe und Trübung, unter dem Mikroskop sind jene Flocken noch unverändert wahrzunehmen; die Normalflüssigkeit sowohl als die mit Oxygen imprägnirte bleiben im Vacuo, wo sie verhältnissmässig weniger Gas entwickeln, in Farbe und Klarheit unverändert. Wird ferner Blutkrystalllösung erst mit Sauerstoff gesättigt und dann in einen Kohlensäurestrom gebracht, so wird die Flüssigkeit ohne merkliche Farbveränderungen trüb und zeigt unter dem Mikroskop dieselben Flocken, wie die ohne Weiteres mit Kohlensäure behandelte Lösung. Lässt man aber durch die von Kohlensäure stark getrübt Flüssigkeit einen Strom Sauerstoff streichen, so wird sie wieder vollkommen limpid, ohne dass jedoch mit Sicherheit ein Lichterwerden der Farbe bemerkt werden könnte. Aus der kohlenäurereichen trüben, so wie aus der sauerstoffreichen klaren Lösung ist die Substanz unverändert wieder krystallisirt zu erhalten. Jene Ausscheidung fester Molecüle durch Kohlensäure möchte wohl stark auf eine chemische Einwirkung der Gase hindeuten, aber der Ansicht *Bruch's* (oben S. 447), wornach bei Kohlensäuregehalt die normale Färbung des fraglichen Stoffs sichtbar sei, nicht ganz entsprechen. Andre Gase, als Sauerstoff und Kohlensäure, wirken gleich verdünnten organischen Säuren, Alkalien u. dergl. evident chemisch ein, so z. B. *Kohlenoxyd*; dasselbe macht nicht nur die granat-

rothe Lösung der reinen Krystalle bedeutend dunkler, sondern scheidet auch (unter dem Mikroskop sehr vielfach geformte) dunkelbraunrothe Gerinnsel aus. Aus dieser Flüssigkeit sind weder durch nachmalige Behandlung mit Sauerstoff oder Kohlensäure und Sauerstoff Lösungen von ursprünglicher Färbung, noch auch Krystalle zu erzielen. *Stickstoffoxydul* macht die granatrothe Flüssigkeit dunkler, fast braunroth und bedeutend trüb, so dass das Mikroskop die ganze Flüssigkeit mit Flocken erfüllt zeigt; weder durch Sauerstoff, noch durch Kohlensäure wird diese Flüssigkeit wieder klar und erlangt ihre ursprüngliche Farbe; indessen krystallisirt doch der grösste Theil der Substanz unverändert wieder heraus. (Man kann daher auch in der oben S. 152 gegebenen Darstellungsweise der Krystallsubstanz des Blutes anstatt des Sauerstoffs Stickstoffoxydul anwenden, allein die Stelle der Kohlensäure kann es in jener nicht vertreten.) Eine chemische Einwirkung der Gase (Sauerstoff und Kohlensäure) auf das färbende Princip der Blutkörperchen ist also diesen Versuchen nach ebensowohl als nach der ganzen Darstellungsweise der Krystallsubstanz kaum in Zweifel zu ziehen, wenn es auch noch weit ausgedehnterer Untersuchungen bedarf, um die Wirkungsform derselben darzulegen. Man würde aber wiederum zu viel schliessen, wenn man diese Eigenschaft eines Proteinkörpers durch Sauerstoff und Kohlensäure in seinen Eigenschaften modificirt zu werden, gerade diesem Stoffe als etwas Eigenthümliches, nur diesem Inhalte der Blutkörperchen zukommendes Specificische, anrechnen wollte. Denn abgesehen davon, dass, wie wir schon früher erwähnten (Th. 1, S. 364 und Th. 2, S. 154) z. B. Globulin aus seinen neutralen Lösungen durch Kohlensäure vollständig ausgefällt und durch Sauerstoffzutritt der Niederschlag wieder gelöst wird, so kommen auch Modificationen der Krystallsubstanz vor, die sich gegen die fraglichen Gase gerade umgekehrt verhalten. Im 1. Th. S. 367 habe ich jener Modification der Krystallsubstanz Erwähnung gethan, welche, durch Essigsäure und Alkalisalz dargestellt, dem *Panum'schen* Acidalbumin (Th. 1, S. 349) entspricht. Neutralisirt man nämlich die schwach saure Lösung jenes Umwandlungsproducts vorsichtig mit höchst verdünnter Kalilauge, so wird die Substanz vollständig praecipitirt; dieser Niederschlag löst sich aber in reinem Wasser, wiewohl in nicht allzu grosser Menge, wieder auf und bildet damit eine blassgranatrothe Lösung; aus dieser Lösung wird nun die Substanz durch atmosphaerische Luft oder Sauerstoffgas vollständig gefällt, so dass über dem schmutziggelblichfarbnen Niederschlage eine vollkommen farblose Flüssigkeit steht. Leitet man in diese Flüssigkeit einen Strom Kohlensäure, so löst sich jener Niederschlag darin zu einer blassgranatrothen Flüssigkeit wieder auf. Durch Sauerstoff kann daraus die Substanz wieder praecipitirt werden, und ebenso gerinnt die Lösung auch beim Kochen, gerade wie Eiweiss. Diese Versuche, so vereinzelt sie auch sein mögen, werden mit dem, was wir bereits S. 162 über den Einfluss der Gase auf die Bildung der Krystalle bemerkt haben, wohl dazu dienen, die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass in der

That durch den Wechsel von Sauerstoff und Kohlensäure eine chemische Einwirkung auf den Hauptbestandtheil der Blutkörperchen bedingt wird, möge man nun dabei an eine Oxydation und Reduction oder an ein einfaches Eintreten von Kohlensäure als gepaarte Säure oder an eine salzartige Verbindung denken oder sich sonst eine Vorstellung machen.

Hierbei kann ich nicht unterlassen zu bemerken, dass jene dem Acidalbumin entsprechende Substanz sich mir nicht als Zersetzungsproduct der eigentlichen krystallisirbaren Materie des Bluts dargestellt hat, wie *Panum* glaubt, dass das Albumin durch Säuren und Alkalisalze in Acidalbumin und eine andere organische Substanz zerlegt werde. Bei der Darstellung dieser Materie aus der Krystallsubstanz bildet sich keine andre organische Materie, nur einige Phosphate trennen sich von derselben, wie mich vergleichende Analysen der Krystallsubstanz und ihres Umwandlungsproducts sowohl als die Untersuchung der vom praecipitirten Körper abfiltrirten sauren und salzreichen Flüssigkeit gelehrt haben. Sie ist nur eine metamere Modification der ursprünglichen Krystallsubstanz.

Leider wird mir so eben erst, während der vorliegende Bogen im Druck befindlich ist, durch *Scherer's* Jahresbericht¹⁾ *Meckel's* Vortrag über das Haematoglobulin bekannt. Nach *Meckel* wird das Haematoglobulin durch Sauerstoff hellroth, durch Kohlensäure blauröth; aus Obigem geht hervor, dass mir nicht gelungen ist, an meiner reinen Krystallsubstanz mit Sicherheit eine solche oder ähnliche Farbveränderung wahrzunehmen. Nach *Meckel* soll ferner das arterialisirte Haematoglobulin nicht krystallisirbar sein und aus dem Blute nur die dem venosirten Globulin entsprechende Menge auskrystallisiren, was mir schwer zu beweisen scheint, da *Meckel* namentlich den Einfluss des Lichtes auf die Krystallbildung gänzlich übersehen zu haben scheint. Dass Haematochlorin und Haematoïdin durch Oxydation aus dem Haematoglobulin zu entstehen scheinen, dafür vermisse ich wenigstens in *Scherer's* Referate die chemischen Beweise; a priori ist dies freilich sehr wahrscheinlich. — Auch *Meckel* hat durch einen Kohlensäurestrom sein Haematoglobulin zum Krystallisiren gebracht und darunter mehrere dankenswerthe, meist *Kunde's* und *Funke's* Erfahrungen bestätigende Beobachtungen gemacht.

Ehe wir zur nähern Betrachtung der Intercellularflüssigkeit übergehen, müssen wir noch einiger morphologischer Elemente Erwähnung thun, die neben den farbigen Zellen im Blute suspendirt gefunden werden; dies sind die schon oben erwähnten farblosen Körperchen und die sg. Faserstoffschollen. Was die letztern betrifft, so zeigt ihr Name schon, dass ihr Entdecker, *H. Nasse*²⁾, diese unregelmässigen, vielfach gefalteten und ausgebuchteten Platten von höchstens $\frac{1}{100}$ D. für einen eigenthümlich geronnenen Faserstoff hielt, welcher Ansicht *Virchow*³⁾ beigetreten ist. Hiergegen würde aber *Henle's*, *Döderlein's*⁴⁾ und *Zimmermann's* Erfahrung sprechen, die solche Schollen in ungeronnenem Blute (im frischen sowohl als in solchem, dessen Gerinnung durch Salze verhindert worden war) auffanden. Dieser Stoff würde daher wenigstens eine ganz besondere Art Fibrin constituiren müssen, also einen Stoff, der

1) *Meckel*, Jahresber. d. ges. Med. 1852. S. 95.

2) *H. Nasse*, Müller's Arch. 1844. S. 439 u. Handw. d. Physiol. Bd. 4, S. 408.

3) *Virchow*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 5, S. 216 u. Arch. f. pathol. Anat. Bd. 2, S. 596.

4) *Henle* und *Döderlein*, Henle's Handb. d. rat. Pathol. Bd. 2, S. 152.

nicht Fibrin ist; wir haben aber schon früher (im 4. Th.) gesehen, dass der Faserstoff selbst noch keineswegs so chemisch rein dargestellt worden ist, dass eine gute chemische Vergleichung damit möglich wäre. Allein wollen wir auch den Begriff Faserstoff recht weit fassen, so können wir nach den chemischen Reactionen, welche *Döderlein* mit diesen Schollen angestellt hat, dieselben kaum für Fibrin halten; dieser Autor fand nämlich, dass jene Schollen in Essigsäure selbst bei längerer Einwirkung, so wie auch in Schwefelsäure vollkommen unlöslich waren und selbst bei der Fäulniss des Blutes wochenlang unverändert blieben. Diese Eigenschaften der Schollen sind denen des Faserstoffs geradezu entgegengesetzt; wollte man eine solche Substanz noch unter den Begriff Faserstoff subsummieren, so würde die Elasticität der chemischen Begriffe noch ausgedehnter, als sie so schon ist. Da sich das Pflasterepithelium gegen Essigsäure, Schwefelsäure und Fäulniss gerade so verhält, wie die Schollen nach *Döderlein's* Versuchen, so könnte man der früher von *Henle* gehegten Muthmaassung beipflichten und die Schollen für Epithelialfetzen der innern Gefäßhaut ansehen, wenn nur deren Form damit einigermaassen übereinstimmte. Jetzt ist *Henle* geneigt, die Schollen für verklebte Membranen von zerstörten Blutkörperchen zu halten; damit haben sie auch nach *Virchow's* Versuchen, die Hüllen durch Reiben zum Zusammenheften zu bringen, die meiste Aehnlichkeit. In dem stark gewässerten Lebervenenblute, welches an solchen Hüllenmembranen sehr reich ist, fand ich auch sehr viel ganz entschiedene Faserstoffschollen, die wie die Hüllen selbst von Essigsäure und Alkalien fast gar nicht angegriffen wurden.

*Bruch*¹⁾ glaubt sich überzeugt zu haben, dass alle sg. Faserstoffschollen nichts andres seien, als *Epithelialzellen*, herrührend von der äussern Haut des Beobachters, die zufällig von der Epidermis des Gesichts auf das Praeparat gefallen seien. Das Vorkommen der sg. Faserstoffschollen in den meisten andern thierischen Flüssigkeiten, das Fehlen derselben im kreisenden Blute, das Anhaften von Luft an denselben, ihr chemisches Verhalten, die Form der verhornten Oberhautschüppchen und endlich die Erfahrung, dass sie selbst in einem Tropfen Wasser, über welchem man den Kopf etwas geschüttelt hat, gefunden werden, sind Gründe genug dafür, dass wohl sehr häufig die Gebilde, die man für Faserstoffschollen ausgegeben hat, nichts anders als vertrocknete Zellen vom Pflasterepithelium sind. allein dennoch kann man wohl nicht alle diesen ähnlichen Bildungen, welche man zuweilen im Blute findet, für solche Epidermisschüppchen erklären. Ist Blut mit Wasser behandelt worden (so wie *Nasse* seinen Faserstoff, an dem er solche Schollen hervorrang sah, jedenfalls behandelt hatte), so findet man weit mehr solche zerknitterten Blättchen ähnliche Faserstoffschollen, als im frischen Blute, hauptsächlich aber im Lebervenenblute nach der Behandlung mit Wasser; es sind dies offenbar die zusammengeklebten, gedehnten und verzerrten Hüllen der Blutkörperchen, die, wie oben gezeigt, darin den Epidermissplättchen ähnlich sind, dass sie von Essigsäure und nicht allzu concentrirter Kalilauge wenig angegriffen werden. Auch *Panum*²⁾ hält jene Faserstoffschollen nur für Epithelialplättchen, meist entsprossen vom Epithel der

1) *Bruch*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 9, S. 216—222.

2) *Panum*, Om Fibrinen i Almindelighed og om dens Coagulation i Saerdeleshed. Inaug. Diss. Kjøbenhavn 1851. p. 27.

Epidermis der Hände, indem solche fast nur nach dem Auspressen des Faserstoffs mittelst der Hände gefunden wurden.

Die farblosen Blutkörperchen (F. T. 8, F. 6) sind nach den neuesten Untersuchungen vollkommen identisch mit den Lymph- und Chyluskörperchen; ja trotz früherer Behauptungen lässt sich kein einziger Unterschied zwischen ihnen und den Schleim- und Eiterkörperchen nachweisen; wir weisen nur auf die ausführlichen Arbeiten von Henle¹⁾, H. Müller²⁾ und Virchow³⁾ hin. Die Körperchen selbst sind unvollkommen kuglich, nicht elastisch; ihre Hülle mehr oder weniger granulirt und immer so klebrig, dass sie eine nicht geringe Neigung besitzen, sich zu grössern oder kleinern Gruppen zu conglomeriren. Im kreisenden Blute sieht man sie an den Wänden der Capillaren hinrollen (während die gefärbten weit schneller und zwar näher der Achse des Gefässes hinströmen), wie man sich leicht an der Schwimmhaut jedes Frosches überzeugen kann. Der Inhalt der farblosen Blutzellen besteht aus einer eiweissartigen Lösung und darin aufgeschwemmten, höchst feinen Körnchen neben einem einfachen, doppelten, drei- oder mehrfachen, bald glatten, bald granulösen Kern. Wasser bewirkt, dass die Körperchen sich aufblähen, und dass die Kernmasse sichtbar wird; noch mehr geschieht dies durch verdünnte Essigsäure, durch welche die Hülle allmählig aufgelöst und die Kerne blosgelegt werden; bei der endosmotischen Einwirkung von Wasser geräth der granulöse Zelleninhalt in deutliche Molecularbewegung.

Ueber die chemische Natur der einzelnen Stoffe, aus welchen die farblose Blutzelle zusammengesetzt ist, wissen wir weit weniger, als über die der farbigen. Da wir unter »Eiter« (im 3. Th.) auf diese Art von Zellen ausführlicher zurückkommen müssen: so verschieben wir bis dahin die ausführlichere Mittheilung dessen, was etwa über diesen Gegenstand bekannt geworden ist.

Von andern morphologischen Elementen, wie Fettbläschen, Molecularfibrin u. dergl. wird beim Serum die Rede sein. Von den Infusorien, die man im Blute gefunden haben wollte, schweigen wir, als von einem längst berichtigtem Irrthume.

Der texturlose, flüssige Bestandtheil des Blutes ist die Inter-cellularflüssigkeit, welche im kreisenden Blute neben den Serumbestandtheilen das Fibrin aufgelöst enthält; wir gehen daher zunächst an die Betrachtung des Faserstoffs, und zwar um so mehr, als er wegen seiner Ausscheidung aus dem Blute als Blutkuchen in nahe Beziehungen zu den Blutkörperchen tritt. Da wir bereits im ersten Theile (S. 330—344) ausführlicher über die chemische Natur des Fibrins gesprochen haben, so wird sich hier unsre Aufmerksamkeit mehr auf die mechanischen Verhältnisse zu richten haben, welche durch die spontane Ausscheidung des Fibrins aus frisch gelassenem Blute bedingt werden. Wir werden also

1) Henle, Allg. Anatomie. S. 442.

2) H. Müller, Zeitschr. f. rat. Medicin. Bd. 3, S. 204—268.

3) Virchow, a. a. O.

hier vorzugsweise die Gerinnung des Bluts und ihre Resultate, den Blutkuchen und seine verschiedene physikalische Beschaffenheit, ins Auge zu fassen haben.

Rücksichtlich der ursächlichen Verhältnisse der spontanen Fibringerinnung haben wir Th. 4, S. 331 bereits die darüber aufgestellten Ansichten mitgetheilt; es ist daher nur noch nachträglich einer jüngst von *C. Schmidt*¹⁾ ausgesprochenen Hypothese Erwähnung zu thun, die im Wesentlichen der früher von *Schultz* aufgestellten Meinung sehr ähnlich ist. *Schmidt* glaubt nämlich, dass das Fibrin sich bilde und ausscheide, indem ein im Blute gelöstes saures Natronalbuminat beim Austritt des Bluts aus dem Kreislaufe in seine Componenten zerfällt, so dass ein minder saures, neutrales oder basisches Natronalbuminat gelöst bleibt, während das andre Atom Albumin unter der Form, die wir Fibrin nennen, sich abscheidet; das Fibrin contrahire sich nachher auf das möglich kleinste Volumen, gleich wie frisch gefällte Kieselerde, Thonerde, Kalkphosphat sich auch allmählig contrahiren. Beobachtet man die Th. 4, S. 334 beschriebene Ausscheidung des Fibrins in Fäden u. s. w., so will es uns scheinen, als ob darin wenigstens die Analogie mit dem Thonerdehydrat u. s. w. keine sonderliche Stütze für diese auf den ersten Blick recht plausible Hypothese finde.

Die Gerinnung des Blutes, die auffälligste Erscheinung am frischen Blute (*F. T. 9, F. 2*), ist seit lange schon vielfachen Untersuchungen unterworfen, aber leider noch immer nicht vollständig erforscht worden. Wir kennen bereits Faserstoff als die nächste Ursache der Blutkuchenbildung; wir haben auch im Eingange dieses Capitels den Vorgang der Gerinnung selbst in seiner äussern Erscheinung bei normalem Blute kennen gelernt; es treten aber unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen so manche Anomalien ein, deren Studium uns nähern Aufschluss über den innern Zusammenhang dieses Vorganges zu geben verspricht. Diese Anomalien oder vielmehr Schwankungen der äussern Erscheinungen beziehen sich theils auf die Dauer der einzelnen Perioden des Gerinnens, theils auf die endliche Consistenz des Blutkuchens, theils auf die Art der Einschliessung der Blutkörperchen. Die nächsten Ursachen solcher Modificationen werden wir theils in der variablen Menge und Art des Fibrins, in der Zahl und Beschaffenheit der Blutkörperchen, theils auch in der chemischen Constitution des Serums zu suchen haben.

Die verschiedene Dauer, in welcher die Gerinnung des Blutes vor sich geht, die Gerinnungszeit, zieht zunächst unsre Aufmerksamkeit auf sich. Weit häufiger stossen wir auf eine Verlangsamung der Gerinnung und einzelner ihrer Perioden, als auf eine Beschleunigung derselben. Indem wir den Ursachen dieser Verschiedenheit nachforschen, werden wir zugleich die physiologischen und pathologischen Verhältnisse selbst am besten kennen lernen, unter welchen die Gerinnung bald langsamer, bald schneller vor sich geht. Auch auf diesen Theil der Blutuntersuchung hat vorzugsweise *H. Nasse* sehr viel Mühe verwendet und die meisten der mitzutheilenden Beobachtungen ins Klare gebracht. Zunächst müssen wir einiger äussern Verhältnisse Erwähnung thun, die, gänzlich unabhängig

1) *C. Schmidt*, Charakteristik d. Cholera u. s. w. Mitau u. Leipzig 1850. S. 305.

von der chemischen Natur des Blutes, auf die Gerinnungsdauer desselben influenziren. Hierher gehört z. B. *stärkere Bewegung* des Bluts vor und während des Gerinnens. Ganz so wie aus gesättigten Salzlösungen durch Umrühren, Stösse u. dergl. die Ausscheidung der Krystalle befördert wird, so wirkt auch Schütteln und Rühren des Bluts auf eine schleunigere Abscheidung des Faserstoffs hin. Im luftleeren Raume pflegt das Blut ebenfalls schneller zu gerinnen, da durch die sich entwickelnden Gas- und Wasserdunstblasen eine lebhaftere Bewegung in den Blutmoleculen hervorgerufen wird; aber doch gerinnt das Blut an der Luft noch schneller, wenn es stark bewegt wird; hier kommt nämlich zu dem einen Beschleunigungsmomente, der Bewegung, noch ein andres, nämlich der *Zutritt von atmosphaerischer Luft oder Sauerstoff*. Das Blut sehen wir daher um so schneller gerinnen, je langsamer es aus der Vene hervorquillt, oder je länger der Strahl war, in dem es hervorspritzte und je weiter und flacher das Gefäss ist, in dem es aufgesammelt wurde. Da das Blut selbst Gase enthält, so hängt von dessen verschiedenem Gehalte an denselben gewiss oft die Gerinnungszeit ab; das kohlensäurereichere Blut gerinnt daher langsamer, als das daran ärmere; schon das längere Verweilen des Bluts in den Venen nach Anlegung der Aderlassbinde scheint mit einer Vermehrung von Kohlensäure verbunden zu sein; wenigstens sehen wir in solchem Falle (wenn die Binde längere Zeit vorher angelegt wurde) das Blut weit langsamer gerinnen. Wenn ferner in den Lungen der Gasaustausch nicht gehörig von Statten geht, so muss das Blut ärmer an Sauerstoff und daher reicher an Kohlensäure werden; darum gerinnt bei Cyanose das Blut nur sehr langsam; zum Theil mag wenigstens hierin auch ein Grund mit liegen, weshalb in entzündlichem Blute die Gerinnung oft so verzögert ist, und weshalb venöses Blut später gerinnt als arterielles. Beim Verbluten sehen wir das zuletzt ausfliessende Blut weit schneller gerinnen, als das zuerst ausgeflossene; wahrscheinlich deshalb, weil das zuletzt ausfliessende in Folge der stossweise erfolgenden tiefen Athemzüge sauerstoffreicher geworden ist, wofür auch dessen lichtere Farbe spricht (die jedoch theilweise auch von dem geringern Gehalte an Blutkörperchen herrührt). Das später aus der Leiche entnommene Blut gerinnt wieder langsamer, wohl deshalb, weil es wieder mehr mit Kohlensäure impraegnirt ist.

Ein andres Moment, welches die Gerinnungsdauer des Blutes verkürzt, ist *Wässrigkeit des Bluts*. Nach Nasse's Versuchen, die auch neuerdings durch Friedberg¹⁾ bestätigt worden sind, beschleunigt Wasser in kleinen, höchstens das Doppelte erreichenden Mengen die Gerinnung des Blutes, während grössere Mengen Wasser dieselbe verzögern. Daher finden wir, dass wässrigeres Blut, z. B. das der Frauen, das nach wiederholten Aderlässen oder andern Säfteverlusten, so wie das anaemische überhaupt schneller gerinnt, als normales Blut.

1) Friedberg, Histologie des Blutes, Berlin 1852.

Dass gewisse *Salze*, namentlich kohlen-saure so wie auch ätzende Alkalien, die Gerinnung des Blutes verzögern, ja ganz aufhalten können, ist eine längst bekannte Thatsache; allein rücksichtlich anderer Alkalisalze ist dieser Gegenstand noch keineswegs gehörig ins Licht gesetzt; denn man hat bei den Versuchen mit verschiedenen Salzen fast gar nicht auf den Verdünnungsgrad der Salzlösung und ebensowenig auf die von dieser zugesetzte Menge Rücksicht genommen; *Nasse* hat aber gefunden, dass fast alle Salze in nicht allzugrossen Dosen die Gerinnung beschleunigen, wenn sie sonst auch in ziemlich geringen Mengen dieselbe zu verhindern im Stande sind. Deshalb lässt sich auch der Zusammenhang zwischen dem Salzgehalte des Blutes und dessen schnellerer oder langsamerer Gerinnung in Krankheiten keineswegs so leicht nachweisen, wie man das wohl früher geglaubt hat. So hat man den Mangel an Gerinnbarkeit, der zuweilen im Blute bei typhösen und putriden Zuständen beobachtet wird, von einer erheblichen Vermehrung der Blutsalze oder dem Auftreten kohlen-saurer Alkalien herleiten wollen, deren Gegenwart aber durch keinen Versuch erwiesen. Wir können also nur behaupten, dass die verschiedene Gerinnungsdauer, welche wir oft am Blute von derselben Krankheitsform beobachten, wohl mit von dem Salzgehalte des Blutes abhängig sein möge.

Schleimige Lösungen indifferenten organischer Substanzen, wie Eiweiss, Casein, Zucker verzögern die Gerinnung des Blutes erheblich. Man ersieht wenigstens hieraus, wieviel verschiedene Bedingungen coincidiren können, um den einen oder den andern Erfolg rücksichtlich der Gerinnung herbeizuführen. Gerade hierin hat uns aber die chemische Analyse am meisten im Stiche gelassen; denn, wie schon oben erwähnt, sind wir über die verschiedenen Salz-mengen im krankhaften Blute noch in völliger Unwissenheit.

Der Einfluss der *Temperatur* des ausfliessenden Blutes auf die Gerinnung des Blutes ist auch von *Nasse* hervorgehoben worden, allein die nähern Beziehungen zwischen jener und der Dauer der Gerinnung sind noch unerkant. Zu den Schwierigkeiten einer genauern Erforschung des ursächlichen Zusammenhanges der Gerinnungsdauer und der äussern und innern Verhältnisse des Blutes gesellt sich noch der Umstand, dass jene Einflüsse oft gleichzeitig im Blute sich geltend machen und sich theilweise gegenseitig aufheben.

Man hat ferner geglaubt, faserstoffreiches (entzündliches) Blut gerinne langsamer als faserstoffarmes; allein oft gerinnt auch das erstere sehr schnell, und es ist daher sehr die Frage, ob überhaupt die Fibrinmenge irgend welchen Einfluss auf die Gerinnungszeit ausübe.

Weshalb das Blut in Leichnamen vom Blitze Erschlagener, von solchen, die durch narkotische Gifte, Asphyxie, Erhängen getödtet worden sind, nicht gerinnt, wogegen es in der Pest, nach Vergiftungen durch Vipernbiss u. dergl. ausserordentlich schnell gerinnend gefunden wird, lässt sich aus den bis jetzt bekannt gewordenen Bedingungen nicht erklären.

Die Consistenz des Blutkuchens ist ebenfalls sehr verschieden. Da das *Fibrin* der eigentliche consolidirende Stoff des Blutkuchens ist, so war man lange Zeit und selbst neuerdings nicht abgeneigt, in einer Verschiedenheit der chemischen Constitution desselben die Ursache jener Verschiedenheit zu suchen; allein auch hier sind vorerst äussere und innere mechanische Momente zu berücksichtigen, welche den Blutkuchen bald dichter und compact, bald weicher und gallertartiger erscheinen lassen. Dazu gehört zunächst die Art des Gefässes, in welchem das Blut gerinnt; in einem flachen Gefässe bildet sich nämlich immer ein weiches Coagulum, als in einem hohen, engen Gefässe.

Innere mechanische Ursachen nennen wir die Verhältnisse, in denen Blutkörperchen oder Wasser zu der Menge des Faserstoffs stehen. Ist die Zahl der Blutkörperchen gering im Verhältniss zur Menge des Faserstoffs, so werden die Moleculé desselben näher aneinandertreten und das Coagulum sich dichter zusammenziehen können. Wenn aber in den anfangs gallertartig ausgeschiedenen Faserstoff eine Ueberzahl Blutkörperchen eingebettet sind, so kann das Fibrin sich bei seiner weitem Consolidirung nicht hinlänglich zusammenziehen, und es wird ein leicht zerreiblicher Blutkuchen entstehen. Da der untere Theil des Blutkuchens überhaupt die meisten Blutkörperchen enthält, so ergiebt sich, warum dieser immer weicher und lockerer, der obere Theil desselben aber immer dichter und zusammenhängender ist. Deshalb findet man den Blutkuchen des cruorreichen Bluts Plethorischer voluminös und weich, während der Chlorotischer klein und fest ist.

Dass auch eine zu grosse Menge Wasser die Consistenz des Blutkuchens vermindert, hat hauptsächlich Nasse durch directe Versuche sowohl als durch Beobachtungen an krankhaftem, wässrigem Blute dargethan. Es scheint, als ob bei starker Verdünnung der Faserstofflösung die im Anfange der Gerinnung gallertartig ausgeschiedenen Moleculé nicht in hinlänglich genaue Berührung gebracht würden, um sich dann fester zusammenziehen zu können; deshalb hält in solchen Fällen der Blutkuchen immer sehr viel Serum zurück, und ist daher weich und zerreiblich. Dieser Wasserreichthum mag mit dazu beitragen, dass z. B. das Blutcoagulum junger Thiere weicher als das älterer ist und dass das Blut nach öfteren Blutentziehungen einen weichen Kuchen giebt. Doch sind diese letztern Erfahrungen nicht ohne Ausnahme, so dass gewiss oft auch Einflüsse hinzutreten, welche die Wirkung des Wassers wieder aufheben. Es ergiebt sich übrigens zugleich hieraus, dass man aus dem Volumen des Blutkuchens und des Serums nicht auf das Gewichtsverhältniss zwischen Serum und eigentlichem Coagulum schliessen darf; bei einer solchen Schätzung würde immer zu berücksichtigen sein, ob der Faserstoff bei seiner Verdichtung das Serum auch gehörig ausgepresst hat.

Noch macht *Henle* auf ein mechanisches Moment aufmerksam, welches wenigstens in manchen, wiewohl seltenen Fällen ein weiches leicht auflösendes Coagulum bedingen kann; wenn nämlich Blut in einzelnen

Tropfen langsam ausfließt, so bildet jeder Tropfen gewissermaßen für sich ein Coagulum, welches sich nicht mit dem andrer Tropfen zu einer homogenen und zusammenhängenden Masse vereinigt. *Henle* leitet daher die Unfähigkeit des Menstrualblutes zu gerinnen; allein dasselbe enthält nach *Schmidt's* und meinen eignen Versuchen (s. weiter unten) gar keinen Faserstoff.

Nicht ohne Einfluss scheinen die *Gase* des Bluts auf die Consistenz des Blutkuchens zu sein; ein hellroth gefärbtes sauerstoffreiches Blut giebt ein dichtes, elastisches Coagulum, während in allen den Zuständen der Blutkuchen weich erscheint, wo das Blut reich an Kohlensäure war; daher hauptsächlich bei Asphyxie, wo man seine Gerinnbarkeit sogar gänzlich geläugnet hat.

Möglich ist es, dass auch *andre Bestandtheile des Bluts* auf die Consistenz der Placenta einwirken; wenigstens zeigt sich bei künstlichen Versuchen mit Salzen, welche die Gerinnung verzögern, dass auch ein weiches, oft nur gallertartiges Coagulum entsteht; freies oder kohlen-saures Alkali könnte also wohl auch die weiche, zerreibliche, oft theer-artige Beschaffenheit des Blutkuchens bei putriden Krankheitszuständen verursachen.

Völlig unentschieden muss es zur Zeit noch bleiben, ob in der verschiedenen *chemischen Constitution* des Fibrins ein Grund für die oft so verschiedene physikalische Beschaffenheit des Blutkuchens zu suchen ist. Einige Forscher glaubten, verschiedene Arten Faserstoff annehmen zu dürfen; des Parafibrins u. s. w. haben wir schon früher Erwähnung gethan; allein chemisch ist ein solches verschieden geartetes Fibrin nicht nachzuweisen; auch sind wir noch nicht logisch gezwungen, ein solches anzunehmen, da die verschiedenen Gerinnungsformen des Faserstoffs sich möglicher Weise aus andern zur Zeit noch nicht genügend eruirten chemischen Verhältnissen ableiten lassen. Wenn wir uns daran erinnern, wie durch chemische Mittel das gewöhnliche Eiweiss bald zu einer gallertartig milchigen, bald zu einer flockigen, bald zu einer häutigen Gerinnung disponirt wird, ohne dass es in seiner elementaren Zusammensetzung vorher eine Veränderung erlitten hat: so werden wir wenigstens keine Nothwendigkeit erkennen, den speckartigen Faserstoff der Entzündungshaut als chemisch verschieden von dem krümlich oder flockig aus-geschiedenen des theerartigen Blutes anzusehen.

Die Form des Gerinnsels ist im Wesentlichen von dem bereits oben besprochenen Verhalten der Blutkörperchen abhängig. Wir sahen, dass bei einer gewissen Form die Blutkörperchen geneigt sind, sich mit den platten Seiten in Rollenform an einander zu legen, und dass sie auf diese Weise die sie tragende Flüssigkeitssäule leichter verdrängen, sich gewöhnlich schneller senken, während eine andre Form jener Zellen, die zackige, gekerbte oder kuglich aufgeblähte, jenes Zusammenkleben verhindert und somit ein längeres Suspendirtbleiben dieser Moleculen bedingt.

Von dem verschiedenen *Senkungsvermögen der Blutkörperchen* sind auf einfache Weise die verschiedenen Formen des Blutkuchens abzuleiten.

In ähnlicher Weise übt auch die Schnelligkeit oder Langsamkeit, mit welcher das *Fibrin* sich ausscheidet und consolidirt, einen bestimmten Einfluss auf die Form des Blutkuchens aus. Schon aus der Verschiedenheit dieser nächsten Ursachen ist ersichtlich, wie schwierig im speciellen Falle die Deutung der entferntern Ursachen einer bestimmtern Form der *Placenta* sein wird. Berücksichtigen wir hier nur die beiden nähern ursächlichen Momente: Gerinnungsdauer des Fibrins und Senkungsfähigkeit der Blutkörperchen, so sind es besonders zwei Fälle, die eine verschiedene Gestaltung des Blutkuchens bedingen, nämlich verhältnissmässig *schnelle Gerinnung des Faserstoffs bei geringer Neigung der Körperchen zusammenzukleben* und *langsame Gerinnung des Fibrins bei schleunigem Senken der Körperchen*.

Henle hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die rothen Sedimente von Blutkörperchen, welche sich oft neben einem dichten Blutkuchen aus dem Blute absetzen, hauptsächlich daher zu leiten sind, dass der Faserstoff schneller gerinnt und sich zusammenzieht, ehe die Blutkörperchen Rollenform erlangt haben; bei der Contraction des gallertartig gewordenen Fibrins wird nämlich ein grosser Theil der lose an einander hängenden oder ganz isolirten Blutkörperchen wieder ausgepresst, die dann auf einige Zeit das Serum roth und trübe machen, bis sie sich als jenes erwähnte, leicht wieder aufzurührende Sediment abscheiden. *Zimmermann* hat gefunden, dass neben diesem Sedimente immer ein ziemlich kleiner, aber sehr dichter Blutkuchen vorkommt; ein Beweis, dass die Faserstoffgerinnung einen wichtigen Antheil an jener Erscheinung hat.

Bei weitem häufiger werden die umgekehrten Verhältnisse im krankhaften und selbst manchmal im gesunden Blute beobachtet, nämlich eine starke Senkungsfähigkeit der Körperchen neben langsamem Gerinnen des Faserstoffs. Man muss sich hierbei immer daran erinnern, dass die extremen Fälle die seltensten sind, und dass beide Eigenschaften höchst relativ sind; denn einmal kann sich das Fibrin ganz wie gewöhnlich bei mittlerer Gerinnungsdauer zusammenziehen und nur das Sinken der Körperchen ist beschleunigt; während im andern Falle die Körperchen sich nicht schneller als gewöhnlich senken, der Faserstoff aber sehr langsam gerinnt; der Erfolg wird in beiden Fällen ziemlich derselbe sein. Schon am normalen Blutkuchen lässt sich der Einfluss jener beiden Momente wahrnehmen; wir finden nämlich, dass der untere Theil des Kuchens immer dunkler gefärbt und weicher ist, als der obere; dies rührt allerdings nur zum Theil daher, dass im untern Theile sich mehr Blutkörperchen, die sich früher gesenkt hatten, als in dem obern befinden; denn die lichte Färbung des obern Theils ist einerseits von dem Zutritte des Sauerstoffs abzuleiten und andererseits von der grössern Menge darin befindlicher farbloser Blutkörperchen, die, obgleich sie auch vermöge ihrer

Klebrigkeit in Gruppen zusammentreten, doch wegen ihrer kuglichen Beschaffenheit sich nicht so innig berühren und wegen ihrer Leichtigkeit sich nicht so bald senken können, wie die rothen Körperchen. Wenn die rothen Körperchen frischen Blutes sich schon etwas gesenkt haben, ehe der Faserstoff gelatinirt, so wird der in jener obersten Flüssigkeitsschicht gerinnende Faserstoff keine rothen Körperchen einschliessen können und demnach auf dem nachmals entstehenden Blutkuchen eine ungefärbte Cruste bilden müssen. Da diese Cruste nur wenig fremdartige Elemente einschliesst, so kann der sie constituirende Faserstoff sich dichter contrahiren, als der darunter befindliche, in welchen die Blutkörperchen eingebettet sind. Diese Cruste wird daher nicht nur einen kleinen Querdurchmesser erlangen, als der rothe Blutkuchen, sondern sie muss auch durch ihre Contiguität mit dem letzteren dessen Ränder hervorziehen, indem sie selbst eine Concavität auf der Placenta bildet. Diese concave, meistens sehr feste und gelblichweisse Speckhaut ist die gewöhnlichste; sie wird hauptsächlich in venösem Pferdeblute und in entzündlichem Blute, auch zuweilen in dem während der Verdauung entleerten Blute von Menschen beobachtet. In manchen krankhaften Zuständen wird auch eine plane oder convexe Speckhaut gefunden; diese ist weich und graulichweiss; es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Beschaffenheit nicht blos von der geringern Contractilität des ausgeschiedenen Fibrins herrührt, sondern auch davon, dass in jener Cruste eine Ueberzahl farbloser Blutzellen und Fettbläschen eingeschlossen ist.

Obgleich es kaum noch weiterer Gründe für diese Erklärungsweise der Bildung einer Faserhaut bedarf, so haben doch *J. Müller*, *H. Nasse* und *Henle* noch durch besondere Versuche die Richtigkeit dieser Anschauungsweise dargethan; diese Forscher erzeugten aus nicht faserhäutigem Blute künstlich eine Speckhaut, indem sie entweder solche Mittel anwendeten, welche die Senkung der Blutzellen beschleunigen, oder solche, welche die Gerinnung des Fibrins verlangsamen. *Nasse* fand übrigens bei der Vergleichung verschiedenen Thierbluts sowohl als bei genauer Beobachtung krankhaften faserhäutigen Bluts die Regel, dass die Zeit, in welcher die Blutkörperchen sich senken, in umgekehrtem Verhältnisse zu der steht, in welcher das Fibrin gerinnt. Indessen wurde von *Nasse* und Andern nicht selten auch schnell gerinnendes Blut gefunden, welches doch eine Speckhaut bildete; diese Fälle bilden jedoch insofern keine Ausnahme von der Regel, als sie nur beweisen, dass hier das Senken der Körperchen noch schneller von Statten ging, als die Gerinnung des Fibrins.

Ganz unerwähnt dürfen wir einige Verhältnisse nicht lassen, welche die Bildung einer Speckhaut zwar nicht allein bedingen, aber doch mit andern Momenten gleichzeitig darauf hinwirken können. Hierher gehört zuerst die *Form des Gefusses*, in welchem man das Blut gerinnen lässt. In einem hohen, schmalen Gefässe werden die Blutkörperchen sich früher vom Niveau der Flüssigkeit entfernen und demnach einen Theil Faserstoff ohne sie gerinnen lassen, als in einem weiten und flachen; deshalb giebt

oft stark faserhäutiges Blut in einer flachen Schlüssel keine Speckhaut, während ein für nicht faserhäutig gehaltenes Blut in einem engern Cylinder eine Faserhaut bildet.

Ein andres zur Bildung jener Haut beitragendes Moment ist die *Zahl der Körperchen*. Sind bei starkem Senkungsvermögen dieselben nur in geringerer Menge vorhanden, so wird sich leichter eine Speckhaut bilden als bei zahlreichen Blutkörperchen. Deshalb giebt das Blut vom zweiten oder dritten Aderlasse weit häufiger eine Speckhaut, als das vom ersten, darum auch das crüorärmere Blut Anaemischer und Schwangerer öfter, als das Blut wohlgenährter und nicht schwangerer Personen.

Dass eine *übergrosse Menge Fibrin* die Bildung der Faserhaut bedinge, war früher allgemein gültige Ansicht; man nannte sie deshalb auch, da die Fibrinzunahme gewöhnlich gleichen Schritts mit der Entzündung einhergeht, Entzündungscruste. Dass die Menge des Fibrins einen Einfluss, auf die Dicke der Speckhaut ausübe, ist wohl nicht in Abrede zu stellen, allein das einzige disponirende Moment kann sie niemals sein; denn wie oft beobachtet man sehr faserstoffreiches Entzündungsblut, welches keine Cruste bildet, während erwähntermaassen das faserstoffärmere Blut in manchen chronischen Affectionen eine solche erzeugt.

Man muss also auch hier, um die Gestaltung des Blutkuchens im speciellen Falle zu deuten, auf sehr verschiedene nähere und entferntere, mechanische und chemische Ursachen zurückgehen. Für die Semiotik werden sich daher die Beobachtungen der mechanischen Verhältnisse des Blutkuchens nur insofern verwerten lassen, als man im besondern Falle (am Krankenbette) gehörig zu specialisiren versteht und nicht nach Zeichen sucht für ganze Familien oder Gruppen künstlich ausgedachter Krankheitsformen.

Ehe wir zu weiterer Betrachtung der in der Intercellularflüssigkeit wahrhaft gelösten Stoffe übergehen, müssen wir noch einiger Stoffe Erwähnung thun, welche selbst nach Abscheidung des Faserstoffs und der Blutkörperchen noch in der Blutflüssigkeit, d. h. im eigentlichen *Blutserum*, suspendirt bleiben.

Eine milchige *Trübung des Serums* wollen *Hewson* und *Thomson* in dem einige Stunden nach genossener Mahlzeit gelassenen Blute gefunden haben; bei Thieren, fleischfressenden und pflanzenfressenden, deren Blut ich verschiedene Zeit nach Aufnahme der Nahrungsmittel untersuchte, ist mir auch dem ähnliches vorgekommen. Nach längerem Hungern pflegt, wie *Hewson* und *Magendie* behaupten, das Serum ebenfalls ein milchiges Ansehen zu erlangen. *Nasse* fand bei Schwängern ein milchiges Serum häufiger als sonst. Am häufigsten, jedoch keineswegs immer, beobachtet man bei Säufern ein opalisirendes bis milchweissgetrübtes Serum. Die Trübungen pflegen von suspendirtem *Fett* herzurühren, von dessen Gegenwart man sich leicht durch die mikroskopische Untersuchung oder durch Schütteln des Serums mit Aether überzeugen kann.

Zimmermann hat auf eine Art trüben Serums aufmerksam gemacht, die er im Blute bei entzündlichen Zuständen antraf; die Trübung rührte hier von sehr kleinen, dunkeln Partikeln, sog. Molecularkörnchen, her;

Zimmermann wurde dadurch veranlasst, ein besonderes *Molecularfibrin* anzunehmen; *Scherer* dagegen, der ähnliche Trübungen beobachtete, ist geneigter, jene Körnchen für ausgeschiedenes Eiweiss zu halten, eine Ansicht, die ich wenigstens in allen den Fällen, wo ich eine Trübung durch Molecularkörnchen beobachtete, bestätigt gefunden habe; die Trübung verschwand nämlich auf Zusatz neutraler Alkalisalze, das Serum reagirte nur schwach alkalisch, so dass man hier, wie *Scherer*, nur annehmen konnte, dem Natronalbuminat des Blutes sei auf irgend eine Weise etwas Alkali entzogen worden, so dass ein Theil des *Albumins* sich in Form feinsten Körnchen als alkalifreies Albumin ausgeschieden hatte (vegl. Th. 4, S. 343):

Zuweilen rührt auch die Trübung des Serums von noch suspendirten farblosen Blutzellen her, wie ich dies im Blute kranker, mit Ausschlägen behafteter Hunde mit *Pieschel* beobachtet habe.

Wenn das physikalische Verhalten frischen, aus der Ader entleerten, krankhaften Blutes dem Arzte von hohem Interesse war, so konnte auch die Beschaffenheit des Blutes in Leichen, namentlich in Bezug auf Gerinnungsweise, Farbe und Consistenz, den Pathologen nicht ohne Bedeutung sein. So sehr wir auch die aus Untersuchungen dieser Art entsprossene Krasenlehre als eine Missgeburt der sog. pathologisch-anatomischen Richtung perhorresciren, so müssen wir doch den Werth der feinen Beobachtungen eines *Rokitansky* und *Engel* anerkennen. Die scharfsinnigen Verknüpfungen, welche namentlich *Engel* zwischen der Beschaffenheit des Leichenblutes und dessen Imbibition in die Gewebe, dessen Anhäufung in einzelnen Organen und der daraus abgeleiteten Beschaffenheit einzelner Gewebe, sowie der Natur und Ausdehnung der vorangegangenen Exsudate oder Transsudate hergestellt hat, beweisen am besten, dass auch die nähere chemische Untersuchung dieser Objecte zu Hoffnungen weiterer wissenschaftlicher Ausbeute berechtigt. Leider aber hat sich noch kein intelligenter Chemiker zur Untersuchung dieses Gegenstandes veranlasst gefunden. Wir halten es daher hier nicht für ganz überflüssig, nach *Rokitansky's* und *Engel's* Untersuchungen, die nach den oben berührten physischen Eigenschaften unterschiedenen Blutarten der Leiche in 6 Gruppen zusammenzustellen.

1) Durch Dickflüssigkeit, rothbraune Farbe und Gerinnbarkeit zeichnet sich eine Art von Leichenblut aus, welche vielleicht noch am meisten für eine gewisse Krankheitsgruppe charakteristisch ist; denn es wird nur in den Leichnamen solcher gefunden, die an heftigern Entzündungen (mit Ausnahme von entzündlichen Affectionen des Hirns und Rückenmarks) verstorben sind. Solches Blut färbt sich an der Luft heller roth, gerinnt nur in den grössern Gefässen, während es in den kleinern und den Capillaren dünnflüssig bleibt; die Blutgerinnsel, welche sich ebensowohl im Herzen und den grössern Arterien als in den grössern Venen finden, sind fast immer compact und dunkelbraunroth. Die Dickflüssigkeit dieses Blutes ist die Ursache, dass es sich weniger als jedes andere Blut in die Gewebe infiltrirt. Bemerkenswerth ist übrigens, dass sich neben den genannten Blutgerinnseln im Herzen und in den grössern Gefässen niemals Fibrincoagula vorfinden; wenn solche vorhanden sind, so trifft man sie in den Gefässen mittlerer Weite, in den Haargefässen aber niemals.

2) Dickflüssig, schmutzighraunroth, nicht geronnen und niemals Fibrincoagula abscheidend findet man das Blut in acuten Krankheiten des Hirns und Rückenmarks.

3) Ein dickflüssiges, ungeronnenes und nicht gerinnbares, blau- und schwarzrothes Blut, welches unter begünstigenden Verhältnissen zuweilen Fibrincoagula im

Herzen und den grössten Gefässen abscheidet, ist sicher nicht der Charakter einer und derselben Blutmischung; denn nach sehr verschiedenen, einander selbst ausschliessenden Krankheiten findet man so beschaffenes Blut in der Leiche, nämlich nach Plethora (von Herzkrankheiten bedingt), Typhus, acuter Tuberculose, narkotischen- und Bleivergiftungen, Cholera, plötzlich auftretenden profusen Schweissen oder Diarrhoeen.

4) Ein dünnflüssiges, blassrothes oder zinnberrothes, nicht gerinnbares Blut, welches trotz seiner Dünnflüssigkeit sich nicht leicht in die Gewebe imbibirt, aber oft sehr starke Fibrincoagula in den grösseren Gefässen abzusetzen pflegt, gehört ebenfalls keiner besondern Blutmischung an; denn es findet sich nach den verschiedensten Krankheitszuständen, wenn in Folge starker Säfteverluste das Blut eine wässrige Beschaffenheit angenommen hatte; daher nach häufig wiederholten Aderlässen, Blutflüssen, bedeutenden Exsudaten, langsam verlaufenden Diarrhoeen und Schweissen, in der dem Typhus und acuten Exanthenen folgenden Anaemie so wie endlich bei Atrophia senilis.

5) Ein dünnflüssiges, blauschwarzes, nicht gerinnbares Blut, welches von den grossen Gefässen bis in die kleinsten und zwar in grosser Menge verbreitet ist, sich sehr leicht in die verschiedensten Gewebe imbibirt und nirgends Fibrincoagula abscheidet, wird bei Klappenfehlern des Herzens gefunden.

Eine genaue Analyse solchen Blutes, verglichen mit der Constitution des Bluts im lebenden Körper während des Eintrittes der verschiedenen Erfolge der mechanischen Erschwerung der Respiration, z. B. Plethora, Haemorrhoiden, Leberaffection, Hydrops, verspricht sicher die glänzendsten Resultate für Aufklärung des mechanischen und chemischen Stoffwechsels im Thierkörper.

6) Endlich lässt sich noch eine Art Leichenblutes unterscheiden, welches dünnflüssig, nicht coagulirbar und schmutzigbräunlich gefärbt ist; dieses scheidet nie Fibrincoagula aus, imbibirt sich leicht in die Gewebe, wird aber nicht in geringerer Menge und zwar am wenigsten im Herzen und in den grossen Gefässen gefunden, während es sich in den Capillaren anhäuft. Solches Blut findet man bei eigentlichen Zersetzungen oder Entmischungen des Blutes, z. B. bei Pyaemie, Puerperalfieber, Scorbut u. s. w.

Was die Abscheidung jener polypösen Fibringerinnsel (und zwar aus meist sehr faserstoffarmem, nicht gerinnbarem Blute) betrifft, so ist man über deren nächste Entstehung noch keineswegs im Klaren; man weiss nur soviel, dass durch Schwäche oder mechanische Hindernisse kurz vor dem Tode bedingte Verlangsamung der Circulation die Abscheidung jener Massen begünstigt; daher besonders nach längerer Agonie. Die rein localen Fibringerinnsel bei Aneurysmen, Obliteration der Venen, Phlebitis weisen ebenfalls auf diese Erklärungsweise ihrer Bildung hin.

Wir gehen nun zu den wirklich aufgelösten chemischen Bestandtheilen des Serums über; unter diesen wird unsre Aufmerksamkeit zuerst auf das Albumin gelenkt. Da von diesem Stoffe in seinen mannigfachen Beziehungen zu andern Proteinkörpern und zu den übrigen Bestandtheilen des Blutes schon im 1. Th. S. 326 ausführlicher die Rede gewesen ist, so haben wir nur nachträglich einiges über denselben hinzuzusetzen. Eine oft aufgeworfene Frage ist die, ob das Albumin in verschiedenen Gefässen, unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen und bei verschiedenen pathologischen Zuständen immer identisch sei. Aus physikalischen, ja schon aus logischen Gründen möchte man ~~es nicht erwarten~~ ~~sehen~~ ~~können~~ ~~obwohl~~ ~~die~~ ~~Chemie~~ ~~keinen~~ ~~directen~~ ~~Aufschluss~~ ~~hier-~~ ~~über~~ ~~gibt~~. Wir haben zwar im 1. Th. S. 313 gesehen, dass

manche Modificationen in den Eigenschaften des Albumins von dem verschiedenen Alkali- oder Salzgehalte desselben bedingt werden, allein hierbei ist der organische Complex des Albumins derselbe geblieben. Solche nur durch eine Vermehrung oder Verminderung des Alkaligehalts bedingte Verschiedenheiten des Albumins, d. h. neutrales, basisches und saures Natronalbuminat, finden wir selbst im normalen Zustande, namentlich im Blute verschiedener Gefässe; die Lösung des neutralen Natronalbuminats trübt sich auf Zusatz von Wasser (*Serumcasein Panum's*, vergl. Th. 1, S. 359); jene Verbindung kommt nicht blos in krankhaftem Blute vor, (worauf *Scherer* zuerst aufmerksam gemacht hat), sondern auch im Blute verschiedener Gefässe, so im Milzvenenblute; hier dürfte, abgesehen von andern Umwandlungen, welche das Blut in der Milz erleidet, ein Theil basisches Natronalbuminat durch die freie Säure, die wir in der Milzpulpa finden, gesättigt werden und so die neutrale Verbindung hergestellt worden sein. Das Pfortaderserum trübt sich wiederum weniger auf Zusatz von Wasser, als das der Milzvenen; dagegen wird das der Lebervenen durch Wasser sehr stark getrübt; auch hier ist wohl dem Albumin der Pfortader ein Theil Alkali entzogen worden, der mit zur Gallenbildung verwendet wurde. Im Blute schwangerer Frauen und Wöchnerinnen scheint nach den Untersuchungen von *Guillot* und *Leblanc*¹⁾, *Panum*²⁾, *Stas*³⁾ und Andern jene Substanz, die sie für Casein halten, in grösserer Menge enthalten zu sein, als im gewöhnlichen Blute. Ueber das Vorkommen des Caseins im Blute im Allgemeinen wurde bereits im 4. Th. S. 344 und besonders S. 358 ausführlicher gesprochen.

Auch *Scherer*⁴⁾ hat sich nach den Prüfungen, welche *Panum* und *Moleschott* zum Beweise der Existenz des Caseins im Blute ausgeführt haben, noch nicht für überzeugt erklären können, vorausgesetzt, dass Natron- oder Kalialbuminat und Casein wirklich zwei verschiedene Stoffe sind; man vergl. Th. 1, S. 345.

Nach *Scherer's* Vorgange muss man auch die verschiedene Form, in welcher das Albumin beim Sieden gerinnt, als bedingt durch den grössern oder mindern Gehalt an Alkali ansehen (vergl. Th. 1, S. 343 u. 324): allein oft geschieht es, dass, wenn man auch, um eine vollständige und zur Filtration geeignete Fällung des Albumins zu erzielen, die alkalische Flüssigkeit neutralisirt oder schwach angesäuert hat, dennoch das Albumin eines Blutes sich schwerer in Flocken sammelt und filtrirbar wird, als das eines andern; so fand ich constant, dass das Albumin des Lebervenenblutes weit langsamer, oft erst nach stundenlangem Sieden sich zusammenballte, während das der Pfortader und anderer Venen, so wie auch das der Arterien nach Zusatz von Säure sehr bald beim Kochen gerann und sich in der vollkommen klargewordenen Flüssigkeit zu Boden senkte.

Da, wie schon öfter erwähnt, die gewöhnliche chemische Untersuchung und besonders die Elementaranalyse uns bei Aufsuchung von wesentlichen Verschiedenheiten in den Proteinkörpern noch so sehr im Stich lässt, so hat *C. Schmidt*⁵⁾ den

1) *Guillot* und *Leblanc*, Compt. rend. T. 34, p. 585.

2) *Panum*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 3, S. 268.

3) *Stas*, Compt. rend. T. 34, p. 629.

4) *Scherer*, Jahresber. d. ges. Med. 1852. S. 94.

5) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera. S. 57—68.

hübschen Gedanken gehabt, gährungsfähige oder leicht zersetzbare Substanzen mit den Blutbestandtheilen unter übrigens günstigen Bedingungen in Contact zu bringen, und so Zucker, Harnstoff, Amygdalin, Asparagin u. dergl. als Prüfungsmittel auf die Gegenwart gewisser Modificationen des Albumins zu benutzen; er gelangte aber bis jetzt nur zu dem Resultate, dass in den Blutzellen eines gesunden Menschen (nicht in der Intercellularflüssigkeit) ein Stoff enthalten sei, der als Selbstmischungsproduct Zuckerferment, und ein anderer, der Harnstoffferment liefert; in Krankheiten, z. B. in der Cholera, ist bald das eine, bald das andere Ferment in höherem Grade vermehrt.

Von den Fetten des Serums ist ebenfalls bereits (im 1. Th. S. 236, 259 u. 260) ausführlicher die Rede gewesen; wir haben daher hier nur zu bemerken, dass sich im Serum nur wenig freie Fette vorfinden, dagegen sehr viel verseiftes Fett und dann constant noch die krystallisirbaren Lipoide: Cholesterin und das sog. Serolin; phosphorhaltige Fette sind dagegen im Serum nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Dass die Menge des Fetts im Allgemeinen ebensowohl als die einzelnen Fettarten in verschiedenen Venen und unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen höchst variabel ist, werden wir aus speciellen Zahlenangaben ersehen. Dem Fette der Blutkörperchen gegenüber ist das des Serums meistens leicht krystallisirbar, weniger schmierig und farblos, an Menge tritt es gegen das der Blutkörperchen erheblich zurück. Der Unterschied in dem Gehalte der Intercellularflüssigkeit an Fett und dem in den Blutkörperchen ist aus der oben angeführten Uebersicht über die quantitative Vertheilung der einzelnen Blutbestandtheile auf Körperchen und Intercellularflüssigkeit ersichtlich. Wir heben daher nur noch hervor, dass sich dem Faserstoffe eine nicht unbedeutende Menge Fett beigesellt, die man oft als dem Fibrin ganz eigenthümlich angesehen hat.

*Virchow*¹⁾ fand im venösen Fibrin des Menschen 2,50 bis 2,76 % mit Alkohol und Aether extrahirbares Fett, *Schmid*²⁾ im Fibrin der Jugularvene der Pferde 4,24 bis 5,04 %, in dem der Pfortader 7,37 bis 8,72 %, in der Speckhaut venösen Pferdebluts 2,154, in der arteriellen Pferdebluts = 2,468 % Fett.

Es ist eine für die Physiologie gewiss nicht unwichtige Frage, ob das aus dem Fibrin ausziehbare Fett diesem Stoffe ganz eigenthümlich und in chemischer Verbindung mit demselben sei oder ob es ihm nur zufällig, d. h. aus rein mechanischen Ursachen, beigemischt gefunden werde. Nach *Berzelius'* Vorgange ist man gewöhnlich geneigt gewesen, die erste Frage zu bejahen und jenes Fett als besonderes Faserstofffett zu betrachten, welches sogar durch einen Stickstoffgehalt sich vor andern Blutfetten auszeichnen sollte; allein eine nähere Erwägung namentlich der Herstellungsweise des Fibrins leitet zu begründeten Zweifeln an der Richtigkeit jener Behauptung; denn man erinnere sich nur der Bereitungsweise des Fibrins und der Beimengungen, welche es stets enthält; das Fibrin muss nothwendiger Weise bei seiner spontanen Gerinnung ausser den Blutkörperchen auch andere im Blute nur suspendirte Theile, zuweilen feinste Fettkügelchen, immer aber farblose Blutzellen mit niederreißen und einschliessen. Wird dann das Fibrin durch Auswaschen des Blutkuchens erhalten, so bleibt der granulöse Inhalt mancher gefärbten Blutzellen, der grösstentheils aus Fett besteht, neben den Hüllen jener beim Faserstoff zurück; dass viel farblose Blutzellen dem Fibrin beigemischt sind, wissen wir aus dem Frü-

1) *Virchow*, Zeitschr. f. rad. Med. Bd. 4, S. 266—293.

2) *Schmid*, Heller's Arch. Bd. 4, S. 322.

hern (Th. 4, S. 335); diese enthalten aber relativ und absolut mehr Fett als die gefärbten Zellen; wir wagen ferner nicht die Möglichkeit in Abrede zu stellen, dass aus dem (im Blutkuchen eingeschlossenen) Serum durch die starke Verdünnung mit Wasser saure fettsaure Salze unlöslich gemacht werden. Wir haben demnach eine Menge wenigstens möglicher Quellen, von denen der Fettgehalt des Faserstoffs abgeleitet werden könnte und in der That zum Theil abgeleitet werden muss. Es käme also zur Entscheidung dieser Frage nur darauf an, zu wissen, ob dieses Faserstoff fett specifisch verschieden ist von den Fetten anderer Blutbestandtheile. Dies scheint uns aber nicht; denn soweit *Virchow's* und meine eignen Untersuchungen über dieses Fett reichen, sind im Faserstoff nur solche Fette enthalten, welche auch dem einen oder dem andern Blutbestandtheile anzuhafte pflegen. *Virchow* fand in der Asche dieses Fetts viel sauren phosphorsauren Kalk; die übrigen Reactionen des Fetts sprechen ebenfalls ganz für die Anwesenheit glycerinphosphorsauren Kalks, von dem wir gesehen haben, dass er besonders den farbigen Blutzellen eigenthümlich ist; ausserdem ist im Faserstoff fett eine saure Ammoniakseife enthalten, welche möglicher Weise durch die Verdünnung des Serums in den Faserstoff gelangt sein kann; was die unverseifbaren Fette betrifft, so sind dieselben sehr wenig bekannt, so dass von diesen aus die obige Frage weder bejaht noch verneint werden kann. Cholesterin hat *Virchow* im Fibrin vom Menschen nicht gefunden, dagegen habe ich im Fibrin vom Pferde durch Winkelmessung dasselbe nachzuweisen vermocht. Dieses dürfte auch aus dem Serum abzuleiten sein. Es geht hieraus wenigstens soviel hervor, dass man bis jetzt nicht berechtigt ist, dem Faserstoffe eigenthümliche Fette zu vindiciren. Vielleicht könnte man auf die auch von *Virchow* gefundene saure Reaction des Faserstoff fetts bei Beantwortung der obschwebenden Frage einen Werth zu legen geneigt sein; allein abgesehen davon, dass auch das Fett der farbigen Blutzellen stark sauer reagirt, so ist diese Erscheinung aus zwei Gründen leicht zu erklären: erstens müssen diese Fette, da sie fettsaure Salze enthalten, saure Reaction annehmen, sobald nicht ein ganz reiner Aether (frei von Essigsäure, Aldehydsäure u. s. w.) angewendet worden ist; ja ich bin einigen Versuchen nach sehr geneigt zu glauben, dass die Umwandlung des Aethers in Säuren durch die thierischen Substanzen bei längerer Digestion mit demselben sehr befördert wird. Andererseits kann aber die saure Reaction jener Fette um so weniger Wunder nehmen, als die, mit dem Fibrin durch Wasser gefällten, fettsauren Salze saure Salze sind, durch welche namentlich beim Schmelzen flüchtige (d. h. zugleich sauer reagirende) Fettsäuren aus ihren Verbindungen mit Basen ausgetrieben werden. Man findet nämlich in diesen Fetten, sowohl denen des Fibrins als denen der Blutkörperchen, constant flüchtige Fettsäuren: Essigsäure (die wohl von der Umwandlung des Aethers herrühren kann), und wenigstens eine Säure, die mit Baryt ein in schönen Blättchen krystallisirendes Salz giebt; dieselbe gehört unstreitig der Gruppe der eigentlichen flüchtigen Fettsäuren an.

Von den Extractivstoffen des Serums ist es wohl besser gänzlich zu schweigen, als die fragmentarischen, unschlussfertigen Thatsachen zusammenzustellen, die man bis jetzt darüber gesammelt hat (vergl. Th. 4, S. 300). Schon die Physiologie des Stoffwechsels im Blute lässt es errathen, dass in der Intercellularflüssigkeit bei weitem mehr Extractivstoffe enthalten sind, als in den Blutzellen; dies bestätigt auch die directe Untersuchung; denn es finden sich im Serum relativ und absolut mehr solcher Stoffe, als in den Zellen desselben Blutes, wie schon aus der oben angeführten Uebersicht über die Zusammensetzung des Blutes ersichtlich ist.

Unter diesen Extractivstoffen des Blutes und des Serums insbesondere waren bisher eine Anzahl Stoffe verborgen, die entweder erst in neuerer

funden; insbesondere hat *Schmidt*¹⁾ dieselben einer sorgfältigen Experimentalkritik unterworfen; er fand die eigenthümlichen Gerüche in durchaus unverkennbarer Weise nur beim Blute der Ziege, des Schaafes und der Katze hervortreten, während bei dem Blute anderer Thiere sich nach jenem Verfahren wohl ein Geruch entwickelt, dessen specifischer Charakter jedoch keineswegs entschieden hervortritt.

Nach *Barruel* ist das riechbare Princip des Blutes bei jeder Thierart im männlichen Geschlechte hervortretender als im weiblichen; es lässt sich übrigens auch aus dem Serum entwickeln, scheint also diesem anzugehören. Die Entwicklungsweise dieses Geruchs lehrt übrigens, dass wir es mit flüchtigen Säuren zu thun haben, die denen der Buttersäuregruppe angehören oder wenigstens sehr nahe stehen.

Was wir oben im Allgemeinen über die Analyse thierischer Flüssigkeiten bemerkt haben, gilt insbesondere und in hohem Grade von der Analyse des Blutes. Ein möglichst kurzer, kritischer Ueberblick über die zur Analyse des Blutes befolgten Verfahrungsweisen wird das dort Ausgesprochene rechtfertigen.

Als einen der wichtigsten Mängel der Analyse erkannte man wohl allgemein den an, dass die erste und wichtigste physiologische Frage, das quantitative Verhältniss zwischen frischen Blutkörperchen (mit ihrem feuchten Inhalte) und dem eigentlichen Plasma betreffend, nach dem bisherigen Stande der chemischen Technik nicht beantwortet werden konnte. Man musste sich daher dabei beruhigen, wenigstens die festen, coagulablen und unlöslichen Bestandtheile der Blutkörperchen annähernd zu bestimmen; wir sagen annähernd; denn auch die Bestimmungsmethoden der unlöslichen Stoffe der Blutzellen haben theilweise nur relativen Werth; die Mengen derselben werden gewöhnlich nicht direct gefunden, sondern aus mehreren Bestimmungen berechnet; übrigens musste der Urheber jeder indirecten Bestimmungsweise der Blutkörperchen eingestehen, dass seine Methode selbst für die hypothetisch trocknen Blutzellen nie ein vollkommen richtiges Resultat geben könne, da man nach keiner dieser indirecten Methoden genau anzugeben im Stande war, wieviel von den im Blutkuchen eingeschlossenen Serumbestandtheilen den Blutkörperchen noch inhaerirten und somit als solche berechnet worden seien. Der schlimmste Fehler aller Blutanalysen ist aber der, dass jede Methode solche Mängel hat, welche sich nicht in jedem Falle gleich bleiben; d. h. der anerkannte und zugegebene Fehler in jeder analytischen Methode ist eine variable Grösse, so dass selbst die vergleichenden nach einer und derselben Methode ausgeführten Blutanalysen, auf welche sich namentlich die französischen Forscher so viel zu Gute thun, für die Physiologie und Pathologie nur einen sehr untergeordneten Werth haben und zu der äussersten Vorsicht in etwa darauf zu begründenden Schlussfolgerungen auffordern. Wir müssen mit Wehmuth bekennen, dass wir auch heute noch

1) *C. Schmidt*, Diagnostik verdächtiger Flecke in Criminalfällen. Mitau u. Leipzig 1848. S. 49.

bestimmen liess, auch nicht einmal ein irgend brauchbarer Maassstab zur Schätzung vorhanden war, so blieb ihnen nur die Alternative, entweder alles Wasser des Blutkuchens (nach Abzug des Faserstoffs) den Blutkörperchen allein oder, wie sie es gethan, dem Serum allein zuzurechnen. Dass beides entschieden falsch ist, haben weder sie noch wohl Jemand nach ihnen verkannt; sie griffen daher nach der Berechnungsweise, welche offenbar eine geringere Fehlergrösse zuließ. Von *Bibra* scheint uns daher in einen Irrthum verfallen zu sein, indem er, den Serumgehalt des Blutkuchens ignorirend, den Fehler jener Forscher zu verringern glaubte.

Die Abänderungen, welche andere Forscher, z. B. *Becquerel* und *Rodier* und *Popp* an dieser Methode gemacht haben, leiden immer noch an demselben Mangel, den wir eben in der ursprünglichen Methode von *Prevost* und *Dumas* rügten; erstere bestimmten den festen Rückstand des defibrinirten Bluts und zogen von diesem die aus dem Wassergehalte berechneten (nach besonderer Serumanalyse bestimmten) festen Serumbestandtheile ab; *Popp* analysirte das sich auf defibrinirtem Blute bildende Serum und dann den unter diesem Serum befindlichen Cruor (d. h. Blutkörperchen + x Serum i. q. Blutkuchen — Faserstoff). Diese Abänderungen sind zwar nicht wesentliche, aber doch wirkliche Verbesserungen der ursprünglichen Methode; denn den Blutkuchen, so wie er bei der Gerinnung des Bluts erhalten wird, ganz trocknen zu wollen, wäre thöricht, da dies fast unmöglich ist; nimmt man aber zur Bestimmung des festen Rückstandes einen Theil des Blutkuchens, so muss man wenigstens die Vorsicht anwenden, einen verticalen Durchschnitt desselben zur Analyse zu verwenden, da die Blutkörperchen im Blutkuchen von oben nach unten sehr ungleich vertheilt sind. Nach der Methode von *Popp* lässt sich übrigens in vielen Fällen das Serum vom Cruor besser trennen, als nach den französischen Forschern vom Blutkuchen. Diese Trennung des Serums von den abgeschiedenen Blutkörperchen bleibt aber nach jeder Methode (in den meisten Fällen) der unreinlichste Theil der Untersuchung; denn bei dem Abheben oder Abgiessen des Bluts vom Blutkuchen gelingt es selten, das Serum gänzlich frei von Blutkörperchen oder den Blutkuchen gänzlich frei selbst von solchem Serum zu erhalten, welches nicht eingeschlossen ist.

Wenn aber auch alle Autoren zugaben oder zugeben mussten, dass diese Bestimmung keinen absoluten Werth für die trocknen Blutkörperchen geben konnte, so hielt man sie doch zu comparativen Blutanalysen für völlig tauglich oder ausreichend; allein man erinnere sich nur an die namentlich in Krankheiten so sehr verschiedene Contractionsfähigkeit des Fibrins im Blutkuchen; ein sehr dichter Blutkuchen wird weit weniger Serum einschliessen, als ein sehr lockerer, gallertartiger; hierbei kommt noch gar nicht in Anschlag, dass so häufig Sedimente von Blutkörperchen ausserhalb des Blutkuchens vorkommen; der auf die Blutkörperchen kommende Serumgehalt ist unabhängig von jeder Proportion, da die Menge des mit den Körperchen gemengt bleibenden Serums weniger von der Hand des Experimentators als von Nebenumständen abhängig ist.

*Simon*¹⁾ schlug, um die Quantität der Blutkörperchen direct zu finden, einen Weg ein, der jedoch aller Genauigkeit entbehrt. Er liess nämlich geschlagenes Blut durch Hitze unter Umrühren gerinnen und zog das Coagulum mit Aether und kochendem Alkohol aus; er glaubte nun, dass kochender Alkohol das Serumeiweiss rein zurücklasse und die Bestandtheile der Blutkörperchen sammt den Salzen und Extractivstoffen des Serums auflöse; nach Verdunstung der alkoholischen Lösungen wurde der Rückstand mit kaltem wässrigem Spiritus extrahirt, von dem *Simon* zu glauben schien, dass er alle Bestandtheile der Blutkörperchen ungelöst lasse, während er die nicht coagulablen Serumstoffe auflöse. Dieses Verfahren hat so viel Mängel, dass wir uns nur wundern können, wie *Simon's* Blutanalysen noch so leidlich mit denen andrer Experimentatoren übereinstimmen konnten. Als Beweis für die gänzliche Untauglichkeit dieser Methode begnügen wir uns anzuführen, dass nie zwei nach dieser Methode ausgeführte Analysen eines und desselben Blutes übereinstimmen werden. Schon ihrer Umständlichkeit halber ist diese Methode nie zu grössern Reihen von Blutuntersuchungen benutzt worden.

*Scherer*²⁾ hat die Blutanalyse in vieler Hinsicht vervollkommenet und seine Methode ist die reinlichste von allen, obwohl sie noch an demselben Hauptmangel leidet, wie die frühern, nämlich blosse Bestimmung der coagulablen und in Wasser unlöslichen Bestandtheile der Blutkörperchen neben der durch die Unbestimmbarkeit wirklich eingeschlossenen Serums bedingten Unsicherheit des absoluten Werthes. *Scherer* vergleicht nämlich nicht die festen Rückstände des Serums und defibrinirten Blutes, sondern die Menge der coagulablen Bestandtheile beider Flüssigkeiten, um die Zahl der trocknen Blutkörperchen zu finden, und berechnet Salze, Fette und Extractivstoffe für sich. Nach den vergleichenden Untersuchungen von *Hinterberger* liefert die *Scherer'sche* Methode die kleinste Zahl für die Blutkörperchen; der Grund ist leicht einzusehen; denn die trocknen Blutkörperchen *Scherer's* sind nicht blos aller löslichen Bestandtheile beraubt, sondern auch durch die bei der Coagulation angewendete Essigsäure von einer unbestimmten Menge von Erdphosphaten; dazu kommt, dass zuweilen trotz Kochens und Neutralisirens in der Flüssigkeit etwas Pigment gelöst bleibt, welches dann natürlich für die Berechnung der Blutkörperchen verloren geht. Der Hauptgrund für diese Erfahrung mag allerdings, wie *Gorup-Besanez* und *Hinterberger* hervorheben, in *Scherer's* Verfahren liegen, das defibrinirte Blut herzustellen. *Scherer* presst nämlich zur Herstellung defibrinirten Blutes den Blutkuchen aus und mischt die abgelaufene Flüssigkeit mit dem Serum; bei diesem Verfahren dürften wohl immer eine grössere oder geringere Anzahl Blutkörperchen oder wenigstens Rudimente derselben im Faserstoff zurückbleiben und somit für die Bestimmung der trocknen Blutzellenmasse verloren gehen.

Wir kommen nun zu einer Methode, welche den Fehler aller bisher genannten Methoden zu vermeiden und alles Serum von den Blutkörperchen zu trennen scheint. Diese beruht auf der schon oben S. 150 erwähnten Eigenschaft der Glaubersalzlösung, die Blutkörperchen filtrirbar

1) *Simon*, medicin. Chem. Bd. 2, S. 88.

2) *Scherer*, *Otto's* Beitrag z. d. Analysen gesunden Bluts. Würzburg 1848.

zu machen. Sie wurde zuerst von *Figuiet* angewendet, später von *Dumas* und neuerdings von *Hüfle*¹⁾ verbessert. Defibrinirtes Blut wird mit dem 8fachen Volumen concentrirter Glaubersalzlösung versetzt und filtrirt, der Rückstand auf dem Filter mit Glaubersalzlösung ausgesüsst (nach *Dumas* gleichzeitig ein Strom Sauerstoffgas durch die auf dem Filter befindliche Masse geleitet) und endlich die auf dem Filter zurückgebliebene Blutzellenmasse entweder unmittelbar in heissem Wasser coagulirt (*Figuiet*) oder erst in lauem Wasser vom Filter abgewaschen und dann durch Kochen der Waschflüssigkeit coagulirt. So brauchbar und genau dieses Verfahren der Theorie nach wenigstens auf den ersten Blick erscheint, so unzuverlässig ist es in der Praxis. Trotz der von *Dumas* empfohlenen Vorsichtsmaassregeln gehen fast immer einige Blutkörperchen mit durch das Filter, was um so leichter geschieht, je schneller die Blutkörperchen auf demselben zu dunkelrothen Massen zusammenkleben; immer wird man aber, selbst wenn die ablaufende Flüssigkeit wenig gefärbt erscheint, durch das Mikroskop Körperchen genug in derselben wahrnehmen oder wenigstens ein rothes Sediment sich absetzen sehen; die Flüssigkeit geht nicht nur oft, sondern fast gewöhnlich so langsam durch das Filter, dass dieses durch die sich verändernden Blutkörperchen gänzlich verstopft wird. Häufig ist aber dieses Verfahren mit krankhaftem Blute deshalb gar nicht ausführbar, weil dessen Körperchen ungeachtet des Zusatzes von schwefelsaurem Natron eben so leicht das Filter durchdringen als ohne dasselbe (*Didiot* und *Dujardin*²⁾), oder weil das Serum so dickflüssig, fast gallertartig ist, dass es nicht zu filtriren ist; nur in den seltensten Fällen lassen sich diese Uebelstände durch Substitution einer Zuckerlösung anstatt des schwefelsauren Natrons vermeiden (*Poggiale*³⁾). Die Hauptfrage ist aber die: wird auf solche Weise wirklich alles Serum von den Blutzellen getrennt? wäre dies der Fall, so liesse sich diese Methode wenigstens benutzen als Controle der andern (namentlich der *Scherer*'schen) Methoden und man würde auf diesem Wege vielleicht im Stande sein, einen Coëfficienten für die nach den vorerwähnten Verfahrensweisen unvermeidlichen Mängel (wegen des Serumgehalts des Blutkuchens) ausfindig zu machen; allein leider ist dies nicht der Fall; denn die auf dem Filter gesammelten Blutkörperchen werden durch 2- und 3maliges Auswaschen mit Glaubersalzlösung (wie *Hüfle* glaubt) keineswegs serumfrei; denn die abfliessende Flüssigkeit enthält nach 6- bis 8maligem Auswaschen (wenn dies nämlich ohne Zersetzung der Blutkörperchen und ohne Verstopfung des Filters gelingt) noch nicht frei von Serumbestandtheilen; daher rührt es, dass, wie *Gorup* und *Hinterberger* fanden, nach dieser Methode trotz des erwiesenen Verlustes an Blutzellen und Bestandtheilen derselben (die namentlich bei der unvollkommenen Gerinnbarkeit

1) *Hüfle*, Chemie u. Mikrosk. am Krankenbette. S. 132.

2) *Didiot* und *Dujardin*, Compt. rend. T. 23, p. 227.

3) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25, p. 198—201.

des Globulins der Blutzellen mit dem schwefelsauren Natron gelöst bleiben, besonders wenn der zu coagulirenden Flüssigkeit nicht noch etwas Säure zugesetzt worden war) doch mehr trockne Blutzellen, als nach irgend einer andern Methode gefunden werden; erklärlicher wird dieses Plus an Blutzellen noch dann, wenn man sich überzeugt hat, dass (wie ich mehrmals gefunden) klares Blutserum durch eine gesättigte Lösung reinen schwefelsauren Natrons stark getrübt wird. Es addiren sich also trotz des vollständigsten Auswaschens noch Stoffe aus dem Serum den Blutkörperchen bei. *Hinterberger* fand übrigens in der Asche der nach *Hufle* bestimmten Blutzellenmasse noch sehr viel schwefelsaure Salze (was mir jedoch nicht so vorgekommen ist, sobald das Coagulum gehörig mit heissem Wasser ausgewaschen worden war). Allein auch der Theorie nach stellen sich bei genauerer Erwägung der Anwendung dieser Methode einige Einwürfe entgegen. Waschen wir nämlich auch die Blutkörperchen mit einer Flüssigkeit aus, durch welche die Hülle der Blutzellen unverseht erhalten wird, so ist dadurch die Penetrabilität der Hülle noch nicht aufgehoben; dass die löslichen Salze der Blutzellen die Hülle durchdringen, wissen wir; es würde aber höchst merkwürdig sein, wenn die löslichen coagulirbaren Proteinkörper des Zelleninhaltes nach Entfernung alles Serums nicht auch nach endosmotischen Gesetzen die Hüllenmembran theilweise penetriren könnten. Die in den Blutkörperchen zurückgebliebene Substanz verliert übrigens bei ihrer Auflösung in Wasser und nachmaliger Coagulation noch Kali (wie *C. Schmidt* nachgewiesen) und ausser diesem und durch dieses noch organische Materie, so dass also auch diese Methode, selbst wenn sie alles Serum von den Blutkörperchen zu entfernen im Stande wäre, dennoch die festen Bestandtheile der Blutzellen nur unzureichend zu bestimmen vermöchte.

Der erste, welcher die Lösung des Problems, die Bestimmung des Verhältnisses der feuchten Blutzellen zu der Interellularflüssigkeit, versucht hat, ist *C. Schmidt*¹⁾. Dieses Verfahren fusst nicht etwa, wie man erwarten sollte, auf der directen Bestimmung der trocknen Blutkörperchen vermittelt schwefelsauren Natrons, sondern im Gegentheil auf der ursprünglichen Methode von *Prevost* und *Dumas*. Da nach den Untersuchungen der genauesten Analytiker die festen Bestandtheile des Serums in einem constanten Verhältnisse zu denen des Blutkuchens stehen, d. h., da der Blutkuchen um so reicher an festen Bestandtheilen gefunden zu werden pflegt, je concentrirter das Serum ist, so muss die Zahl der nach *Prevost* und *Dumas* berechneten trocknen Blutkörperchen auch in einem wenigstens ziemlich constanten Verhältnisse zu den frischen, im Blute vorkommenden Blutkörperchen stehen. Es kam also darauf an, den constanten Factor ausfindig zu machen, durch den wir aus den nach *Prevost* und *Dumas* gefundenen hypothetischen, trocknen Blutkörperchen die Blutzellen (im morphologischen Sinne) berechnen könnten. *Schmidt* hat diesen

¹⁾ *Schmidt*. Charakteristik der Cholera. S. 8—49.

Coëfficienten = 4 gefunden, so dass man die hypothetischen, trocknen Blutkörperchen nur mit 4 zu multipliciren braucht, um die Zahl für die feuchten Blutzellen (mit den löslichen und unlöslichen Bestandtheilen ihres Inhalts) zu erhalten. Ein um 0,3 grösserer oder geringerer Werth als 4,0 würde nach *Schmidt's* Erfahrungen nicht mehr dem richtigen Verhältnissen entsprechen. *Schmidt* gelangte zur Aufstellung jenes Factors vorzüglich auf drei Wegen:

1) Er ermittelte durch mikrometrische Messung die Volumenverminderung der rothen Blutzellen beim Trocknen. Wurde nämlich die Blutzelle unter Umständen eingetrocknet, welche eine gleichmässige Verdunstung des Wassers nach allen Richtungen hin gestatteten, so fand S. eine constante Raumverminderung; diese betrug 68 bis 69% des Volumens der frischen Zelle; demnach enthält die letztere ungefähr 68 bis 69 Th. Wasser auf 32 bis 34 Th. fester Stoffe, eine Menge, welche beinahe das Vierfache der im Plasma gelösten festen Bestandtheile beträgt.

2) Nachdem sich S. davon überzeugt hatte, dass die zu verschiedenen Zeiten aus dem Blutkuchen ausgepressten Quantitäten Serums gleiche Dichtigkeit und gleiche Zusammensetzung hatten, untersuchte er durch das Mikroskop das Volumenverhältniss, welches in möglichst contrahirtem Blutkuchen zwischen Blutzellen und Intercellularsubstanz (Faserstoff + Serum) stattfand; es ergab sich dieses Verhältniss so, dass auf 100 Vol. Blutkuchen höchstens 20 Vol. Intercellularsubstanz kamen, also $\frac{1}{5}$ des Gesamtvolumens; wurden dann die $\frac{1}{5}$ des Volumens der Körperchen im Blutkuchen mit dem Volumen des Gesamtblutes (Blutkuchen + Serum) verglichen, so zeigte sich, dass das Blut mindestens 40 Volumenprocent frischer Zellen enthalten musste; *Schmidt* fand übrigens bei weitem Vergleichen dieser Art, dass in der Regel das Blut ein grösseres Volumen an Blutzellen enthält, und dass dasselbe bis auf 53 und 54% des Gesamtvolumens steigen kann.

3) Die dritte Bedingungsgleichung, welche *Schmidt* zur Entwicklung jenes Coëfficienten verwendete, beruht auf der Vergleichung der ungleich im Blutkuchen und Serum vertheilten Mineralstoffe. Wir haben schon in dem Obigen ausführlicher gezeigt, dass in der Blutzelle Kalisalze und Phosphate vorwalten, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man eine genaue Aschenanalyse des Blutkuchens oder des fibrinfreien Cruors mit der des entsprechenden Serums zusammenstellt. Da leider das Serum nie ganz frei von Phosphaten und Kalisalzen, die Blutkörperchen aber (in den von *Schmidt* und nach ihm ausgeführten Analysen) nie ganz frei von Chloralkalien und Natronsalzen sind, so kann dieses Verfahren wohl als beste Controle jenes von *Schmidt* aufgestellten Coëfficienten angesehen, aber leider nicht benutzt werden, um im speciellen Falle zu erfahren, ob die nach *Schmidt* ausgeführte Berechnung des Verhältnisses der Zellen zur Zwischenzellflüssigkeit das richtige giebt. Würde es gelingen, im Serum eine diesem so eigenthümliche, chemisch leicht ausscheidbare und quantitativ bestimmbare Substanz nachzuweisen, wie das

Haematins für die Blutkörperchen ist, so würde aus der Analyse des Blutkuchens und dessen Gehalte an jener dem Serum eigenthümlichen Substanz sehr leicht zu berechnen sein, wie viel Serum (dessen Analyse natürlich ebenfalls vorliegen muss) in dem Blutkuchen eingeschlossen war; zöge man alsdann die übrigen dem Serum (nach der Analyse desselben) angehörigen Bestandtheile von den in dem Blutkuchen gefundenen Mengen gleicher Stoffe sowie auch das Fibrin ab, so würde man nach der einfachsten Proportionsrechnung die Menge und die Zusammensetzung der in 100 oder 1000 Th. Bluts enthaltenen Blutkörperchen vor Augen haben. Wäre dies der Fall, so würde das Problem gänzlich gelöst sein, aber leider haben wir weder in den praeformirten Sulphaten noch unter den organischen Materien eine Substanz auffinden können, die gänzlich von den Blutzellen ausgeschlossen wäre. Wir müssen uns daher vorläufig noch mit dem *Schmidt'schen* Coëfficienten als Mittel der höchsten Annäherung begnügen; allein wenn auch nicht andre Theile der Blutanalyse weit weniger scharf wären, so würde doch immer durch diesen Coëfficienten ein hoher Grad von Genauigkeit erreicht werden. Die Physiologie und namentlich die physiologische Chemie wird sicher dieser genialen Combination *Schmidt's* noch die glänzendsten Erfolge verdanken.

Die Berechnungsweise der Blutanalyse nach *Schmidt* ist sehr leicht zu übersehen; die Analyse des Blutkuchens und des Serums und die darnach berechnete Proportion der Bestandtheile des Gesamtblutes liegt vor; das Vierfache der nach *Prevost* und *Dumas* berechneten Zahl trockner Blutkörperchen giebt die Menge der frischen Blutzellen und darnach ihr Verhältniss zur Intercellularflüssigkeit. Man zieht nun von der Gesamtanalyse des Bluts die der gefundenen Menge Intercellularflüssigkeit angehörigen Bestandtheile ab, und hat im Reste alle nur den Blutkörperchen angehörigen Stoffe.

*Vierordt*¹⁾ hat in letzterer Zeit in Folge sehr umfanglicher und ungewöhnlich mühsamer Arbeiten mit grossem Scharfsinn einen Entwurf zu einer Methode der Blutanalyse geliefert, welche manchen jedem Experimentator fühlbaren Mängeln der *Schmidt'schen* Methode Abhilfe zu schaffen verspricht und vorläufig wenigstens als Controle derselben benutzt zu werden verdient. Vermöchten wir in jedem zu analysirenden Blute die numerische Menge und das Volumen der Blutkörperchen zu bestimmen, so würden wir natürlich leicht das Gewichtsverhältniss derselben im Blute und durch eine einfache Berechnung dann aus der weiteren Analyse des Bluts auch die Mengen der den Blutkörperchen zugehörigen Bestandtheile bestimmen können. *Vierordt* hat daher unter Aufwand einer bewundernswerthen Ausdauer Zählungen von Blutkörperchen ausgeführt, und zwar auf doppelte Weise; einerseits wird ein kleines Blutvolumen unvermischten Blutes in einer Capillarröhre gemessen und alsdann das Blut in eine sog. Verdünnungsflüssigkeit (ziemlich concentrirte Eiweiss-

1) *Vierordt*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 11, S. 26—78, 327—329, 547—558 und 854—884.

oder Gummilösung) gebracht, mit der es unter dem Mikroskop ausgebreitet und dann die Durchzählung sämtlicher Körperchen mittelst zweier wo möglich eigends hierzu eingetheilter Glasmikrometer (eines im Ocular, das andere am Objecte) ausgeführt wird. Nach der andern Methode wird ein genau gemessenes Blutvolumen mit einem ebenfalls genau gemessenen Volumen Verdünnungsflüssigkeit gemengt und von diesem Gemisch ein mikroskopisches Volumen zur Zählung verwendet. *Welker*¹⁾ hat jüngst einige Abänderungen der *Vierordt'schen* Methode vorgeschlagen.

Das Volumen der Blutkörperchen bestimmt *Vierordt* nicht durch directe Messungen, sondern durch eine zwar einfache, aber schwerlich genau zutreffende Rechnung. Diese Berechnung so wie die der ganzen Blutanalyse beruht aber im Wesentlichen auf dem Umstande, dass Vergleichsanalysen des geschlagenen blutkörperchenreichen und blutkörperchenarmen Blutes ausgeführt werden; blutkörperchenarm wird das Blut nach *Vierordt* entweder durch Filtriren des geschlagenen Blutes durch Papier oder durch Zusatz einer bestimmten Menge vorher analysirten Serums gemacht. Wer einigermaassen mit mathematischen Anschauungen vertraut ist, wird leicht das sinnreiche Verfahren *Vierordt's* begreifen, zugleich aber auch einsehen, dass zu diesen Berechnungen neben der exacten Zählung der Körperchen bei jeder Analyse das Postulat wenigstens einer, wo nicht zweier Wahrscheinlichkeitsgrößen gestellt wird.

Wenn wir hier auf diese wichtige Frage der physiologischen Chemie, die für die gesammte Physiologie von der höchsten Bedeutung zu werden verspricht, nicht näher eingehen und unser Urtheil zurückhalten, so geschieht dies nicht etwa, weil wir das grosse Verdienst, welches sich *Vierordt* auch um diesen Theil der physiologischen Chemie durch vorliegende Arbeiten erworben hat, nicht genügend würdigten, sondern besonders deshalb, weil wir die Einführung dieser Methode in ein Lehrbuch noch nicht für vollkommen reif halten und weil wir gerade in diesem Werke unser Urtheil wo möglich nur auf eigne Experimente, auf Autopsie zu begründen beflissen sind. Mit Untersuchungen des Blutes in einer andern Richtung beschäftigt, sind wir ausser Stande gewesen, das *Vierordt'sche* Verfahren in seinen Einzelheiten experimentell kritisch zu prüfen. Experimentalkritik ist aber zur Beurtheilung dieser Methode unbedingt nothwendig, da sich bei sorgfältiger Betrachtung derselben eine Menge Bedenken aufdrängen, von denen zwar *Vierordt* so manches beseitigt hat, die aber noch immerhin bedeutend genug sind, um näher durch das Experiment geprüft werden zu müssen. Besonders hat *O. Funke*²⁾ in sehr bedächtiger Weise auf die möglichen Fehlerquellen dieser Methode aufmerksam gemacht. Vorläufig möchten wir noch immer die Methode *Schmid's*, die wir selbst experimentell vielfach geprüft haben, für dasjenige Verfahren der Blutanalyse erklären, welches, abgesehen von einigen wohlerkannten Mängeln, unter allen Methoden noch die relativ sichersten Resultate giebt.

Eine quantitative Bestimmung der farblosen Blutzellen hat man noch nicht auszuführen verstanden; es ist wahrscheinlich, dass deren Ermittlung sich für immer höchstens auf ungefähre Schätzung beschränken wird.

1) *Welker*, Fechner's Centralbl. 1853. No. 12, S. 218 - 222.

2) *O. Funke*, Schmid's Jahrb. d. ges. Medic. Bd. 74, S. 4 - 7 u. Bd. 78, S. 5 - 9.

Von der quantitativen Bestimmung des Fibrins und ihrer Unzuverlässigkeit ist bereits Th. 4. S. 388 die Rede gewesen. Wir fügen hier nur noch einige Worte über *Hinterberger's* Erfahrung bei, wornach man durch Schlagen des Bluts immer weniger Fibrin erhält, als durch Auswaschen des Blutkuchens. Derselbe Autor hält für eine nicht ganz unbedeutende Ursache die während der Coagulation des Blutes stattfindende Wasserverdunstung; dieser Fehler dürfte bei der verhältnissmässig so geringen Menge Faserstoffs im Blute wohl verschwindend klein sein, und von andern Beobachtungsfehlern bei der besten Blutanalyse übertroffen werden; überhaupt sollen aber nach den ersten Regeln der analytischen Chemie tropfbare und verdunstbare Flüssigkeiten, die der quantitativen Analyse zu unterworfen sind, niemals in offenen Gefässen stehen gelassen, ja wo möglich nicht in offenen Gefässen gewogen werden; daher darf man auch ein zur quantitativen Analyse bestimmtes Blut niemals in offenen Gefässen gerinnen und darnach etwa 24 St. lang stehen lassen. Allein auch bei Befolgung dieser analytischen Regel wird man, wie directe Versuche erweisen, aus dem geschlagenen Blute weniger Fibrin erhalten, als aus dem Blutkuchen durch Auswaschen. Wir haben bereits im ersten Theile gezeigt, dass selbst der durch Schlagen gewonnene Faserstoff, da er sich nur unvollkommen auswaschen lässt, niemals reines Fibrin ist; allein noch viel mehr gilt dies von dem Fibrin des Blutkuchens; während in jenem immer etwas Blutpigment zurückbleibt, so enthält das letztere die farblosen Blutkörperchen und die Hüllen sowie den granulösen Inhalt der gefärbten. Die farblosen Zellen und die Hüllen der gefärbten können oft in solcher Menge auftreten, dass sie für den Faserstoff eine ganz falsche Zahl geben; ja wir haben bereits oben im Leber-venenblute einen Fall kennen gelernt, wo sich fast gar kein Fibrin vorfindet, und wo man nur die Zellenmembranen der Blutkörperchen für Fibrin gehalten hat. Die Mehrzahl der feinen Flocken, welche in geschlagenem Blute Leinwandfilter durchdringen, sind solche Hüllenmembranen, allein in der That zu einem geringern Theile Faserstofflückchen; das Pseudofibrin des Leber-venenblutes geht fast vollständig durch das Leinwandfilter. Wir sind also bei der Analyse stets in der traurigen Alternative, entweder Faserstoff zu verlieren oder mit demselben gleichzeitig farblose Blutkörperchen und Hüllenmembranen zu bestimmen; müssen aber demzufolge aus geronnenem Blute, da diese in demselben fester vom Fibrin eingeschlossen sind, constant mehr Faserstoff finden, als in geschlagenem Blute, dessen Fibrin durch ein Leinwandfilter von dem ungewässerten Blute abfiltrirt worden ist. Die Leinwandfilter sind übrigens für die quantitative Analyse des Bluts ein trostloses Mittel; denn entweder lassen sie eine Menge feiner Faserstofflückchen (sei das Fibrin durch Schlagen oder durch Auskneten und Zerdrücken des Blutkuchens erhalten) hindurch gehen, oder sie werden von den Hüllenmembranen mit einer feinen schleimigen Kruste überzogen, von der selbst die weitesten Maschen der Leinwand verstopft werden. Will man daher eine möglichst genaue Blutana-

lyse anstellen, so müssen die Leinwandfilter zur quantitativen Bestimmung gänzlich vermieden werden, und man wird alsdann finden, dass der aus dem Blutkuchen erhaltene Faserstoff nicht mehr beträgt, als der durch Schlagen desselben bestimmte, sowie, dass die über den Einfluss der Bewegung auf die Verminderung des Fibrins von *Marechal* und selbst neuerdings noch von *Corne*¹⁾ angestellten Versuche und davon abgeleiteten Deductionen lediglich auf den Mängeln der analytischen Methode beruhen. Völlig sind jene Mängel allerdings nicht zu vermeiden; denn sammelt man sorgfältig alle sonst durch Leinwandfilter gehende unlösliche Substanzen, so wird eben die Zahl des Fibrins zu gross sein. Der beste Weg, alles Unlösliche, das man einmal Faserstoff zu nennen übereingekommen ist, möglichst (obwohl keineswegs vollkommen) zu sammeln und wägbare zu machen, hat uns folgender geschienen: geschlagenes Blut sehr stark zu wässern und die Flöckchen sich absetzen zu lassen (was aber leider oft sehr unvollkommen geschieht); hierauf die Flüssigkeit, so weit sie klar ist, abzuheben und den trüben Rückstand sammt den gröbern Coagulis wiederholt mit Wasser zu schütteln und die klar gewordene Flüssigkeit zu entfernen, bis die letztere nicht mehr gefärbt wird; nachher ist es möglich, sich (anstatt eines Leinwandfilters) eines Papierfilters zu bedienen, welches die feinen Flöckchen nicht durchdringen, namentlich wenn man vorher die Flüssigkeit mit dem gleichen Volumen Spiritus erhitzt hat (wenn die Flüssigkeit einmal farblos geworden ist, pflegt keine coagulable Substanz mehr im Fibrin gefunden zu werden); der Faserstoff ist alsdann ziemlich leicht filtrirbar und wird am besten mit siedend heissem Spiritus ausgesüsst. Man hat auf diese Weise auch keine genaue Bestimmung des Fibrins; man weiss aber, was man vor sich hat, und dass man immer ein Plus von Fibrin bestimmt, ist aber bei weitem weniger von reinen Zufälligkeiten abhängig, wie das bei der Benutzung von Leinwandfiltern und bei nur theilweisem Wässern des Blutes der Fall ist; hier ist jede Schätzung unmöglich; dort sind wir uns aber stets eines Ueberschusses an Fibrin und eines kleinen Verlustes von Blutkörperchen bewusst. Kenntniss des Fehlers lässt uns hoffen, ihn später noch vermeiden zu lernen; Genauigkeit und Geduld sind freilich zu dieser Fibrinbestimmung unerlässlich. In Fäulniss geht übrigens das Blut bei dieser allerdings etwas umständlichen Operation nicht leicht über, da die zugefügten Wassermengen so oft gewechselt werden.

Rücksichtlich der Bestimmung des Albumins im Serum verweisen wir auf das darüber im 4. Th. S. 322 Bemerkte. Nur möchten wir in Betreff der Anwendung des dort Gesagten auf die Blutanalyse noch dieses hinzufügen: dass es nämlich immer wichtig ist, neben der Bestimmung des Albumins im Serum auch die coagulirbaren Materien des Blutkuchens oder des faserstofffreien Cruors oder des defibrinirten Blutes zu bestimmen und zwar der bei Blutanalysen ganz unentbehrlichen Controle we-

1) *Corne*, Compt. rend. T. 30, p. 440.

gen; so dass gewissermaassen die Methoden von *Becquerel* und *Rodier* oder *Popp* combinirt werden mit der von *Scherer*. *Hinterberger* fand, dass der nach *Becquerel* und *Rodier* ermittelte Albumingehalt (durch Extraction des festen Serumrückstandes mit den verschiedenen indifferenten Lösungsmitteln bestimmt) immer etwas höher ausfällt, als der nach *Scherer* bestimmte: dies ist aber nicht blos bei dem Serum, sondern in noch höherem Grade bei dem fibrinfreien Cruor (Blutkörperchen + eingeschlossenem Serum) der Fall; d. h. auch hier beträgt die durch Coagulation unter Mithilfe von Säuren erhaltene Substanz weniger als der Rückstand, der nach Behandlung der festen Cruorbestandtheile mit Aether, Alkohol und Wasser erhalten wird. Diese bei jeder Blutanalyse zu machende Erfahrung hat theils darin ihren Grund, dass bei der Coagulation unter Hülfe von Säuren durch eben diese der gerinnbaren Substanz eine geringe Menge Erden entzogen werden, die natürlich in der nur mit indifferenten Menstruis behandelten Substanz zurückbleiben, theils aber auch darin, dass durch die Behandlung mit erwähnten Menstruis aus dem Rückstande gewisse Alkalisalze und vielleicht auch organische Materien ausgezogen werden, die bei der Coagulation aus der Flüssigkeit eine gewisse Menge eiweissartiger Substanzen gelöst erhalten, so dass diese der Gerinnung und Abscheidung entzogen wird.

*A. Becquerel*⁴⁾ hat in neuerer Zeit das von *Biot* entdeckte Drehungsvermögen gelösten Albumins für polarisirtes Licht benutzt, um die Quantitäten im Serum gelösten Eiweisses quantitativ zu bestimmen, wie vor ihm schon *Boucharlat* versucht hatte. Der Apparat, dessen Beschreibung hier nicht gegeben werden kann, beruht auf directer Messung der Drehung, welche ein Lichtbündel durch die in der Flüssigkeit enthaltene Eiweissmenge nach links erleidet. Nach *Biot's* Formel ist das Ablenkungsvermögen des Albumins = $27^{\circ} 36'$; im *Becquerel'schen* Apparate, *Albuminometer*, entspricht jede Minute, um welche der Lichtbündel abgelenkt wird, = 0,180 grm. der im Apparate eingeschlossenen Lösung, jeder Grad = 40,800 grm. *Becquerel* hat durch wiederholte Beobachtungen völlige Uebereinstimmung dieser physikalischen mit der chemischen Analyse gefunden: allein einer weiteren Untersuchung bedarf dieser Gegenstand doch, erstens weil die chemische Bestimmung des Albumins nach *Becquerel* eben nicht genau ist, und zweitens weil das Serum immer Spuren von Zucker enthält, welche den Grad der Ablenkung einigermaassen modificiren können.

Im Betreff der quantitativen Bestimmung der Fette und Salze des Blutes gilt das Th. 4. S. 232 und S. 386) Gesagte.

Die Extractivstoffe aus dem Verluste der auf 100 Th. reducirten analytischen Resultate zu berechnen, ist durchaus tadelnswerth; denn man entschlägt sich auf diese Weise eines der wichtigsten Mittel, die ganze Analyse zu controliren. Die Extractivstoffe, d. h. alkoholisches, spiritüöses und wässriges Extract, sind nach Entfernung der Fette aus dem festen zu analysirenden Rückstande für sich zu trocknen, zu wägen und endlich einzuäschern, um die gefundene Asche von der organischen

4) *Becquerel*, Compt. rend. Novbr. 1849.

Materie abzuziehen; nur so kann man hoffen, die für die Physiologie so wichtigen Extractivstoffe wissenschaftlich verwerthen zu können.

Bei jeder Blutanalyse wird man freilich nicht alle hier angedeuteten Controlemittel anwenden können; allein da die wenig beachtete Regel gilt (vergl. Th. 2. S. 2), dass möglichst kleine Mengen zu jeder einzelnen Bestimmung verwendeter Substanz die genauesten Resultate geben, so bedarf es zu einer guten Blutanalyse keineswegs so viel Materials, als man häufig für nöthig gehalten hat; nur zur Aschenanalyse sind grössere Mengen erforderlich, allein auch dies nur in beschränktem Grade, da die Methoden der anorganisch-analytischen Chemie um so genauer sind.

Noch kann etwa der Zucker und der Harnstoff im Blute zuweilen quantitativ bestimmt werden; hierüber vergleiche man das Th. 1. S. 267 und 161 Gesagte.

Was endlich die Bestimmung des specifischen Gewichts betrifft, so werden wir unter »Harn« ausführlicher hierauf zurückkommen, wo wir die verschiedenen Methoden derselben prüfen werden. Rücksichtlich des Blutes sei aber nur so viel bemerkt, dass hier die Dichtigkeitsermittlung des fibrinfreien Cruors und des defibrinirten Blutes wegen der Klebrigkeit dieser Flüssigkeit und der im Blute suspendirten, besonders aber den Gefässen anhaftenden Luftbläschen sehr oft ans Unmögliche grenzt.

Ziehen wir nun alle diese Umstände und Uebelstände der chemischen Analyse in reifliche Erwägung, so dürfte unser Vertrauen selbst zu der relativen Richtigkeit der uns für jetzt vorliegenden Blutanalysen sehr wankend werden, ja wir möchten fast daran verzweifeln, den Schlussfolgerungen und Hypothesen, die man leichten Sinnes auf jene gegründet hat, noch irgend eine Gültigkeit zuzuschreiben. Erinnern wir uns ferner, dass in vielen Krankheiten, wo gerade die Mischung des Blutes am meisten alterirt ist, aus Rücksichten der Humanität gute Analysen des Blutes nicht ausgeführt werden konnten, und dass man sich bei Mittheilung von Blutanalysen meist nur mit Angabe einer abstracten Diagnose begnügt hat, während der Verlauf des individuellen Krankheitsprocesses für die wissenschaftliche Beurtheilung von der höchsten Wichtigkeit ist: so wird man einer auf so schwachen Stützen ruhenden Humoralpathologie keinen grossen Beifall zollen können. Bedenkt man endlich, dass fast bei allen analysirten Blutarten das Ergebniss nicht auf eine neue Umwandlung, Entmischung oder Zersetzung des Blutes, nicht auf den Nachweis neuer heterogener Stoffe hinausging, sondern nur auf grössere oder geringere Schwankungen in den Verhältnissen der Hauptmischungstheile des Blutes, dass wir aber auch über diese, wie wir oben nachgewiesen, chemisch noch keineswegs in wünschenswerther und erforderlicher Weise aufgeklärt sind: so wird man nur die Kühnheit derer bewundern können, welche mit diesem kärglichen Material sich auf einen Standpunkt hinaufschwingen zu können wähnten, von dem aus sie das weite unerforschte Bereich der krankhaften Prozesse mit geistigem Auge beherrschen wollten. Wir wollen durchaus nicht verkennen, wie grossen Dank die Wissenschaft den Männern schuldet, die mit minutiöser Sorgfalt und aufopfernder Anstrengung die ausgedehntesten Untersuchungen durchgeführt haben. allein wir würden die Wissenschaft selbst fälschen, wenn wir uns nicht des wahren Werths jener Resultate bewusst würden.

Von der quantitativen Zusammensetzung des Blutes haben wir schon im Eingange dieses Abschnittes (S. 131) eine allgemeine

Uebersicht zu geben versucht; betrachten wir nun die unter physiologischen und pathologischen Bedingungen wechselnden Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile.

Was zunächst das Verhältniss der Blutzellen (im morphologischen Sinne) zu der Intercellularflüssigkeit betrifft, so ist dieses allen Erfahrungen nach im normalen Zustande unter analogen physiologischen Verhältnissen nur geringen Schwankungen unterworfen. Beim erwachsenen, gesunden *Manne* findet man in 1000 Th. Blut durchschnittlich 542 Th. feuchter Blutkörperchen (nach *Schmidt's* Methode bestimmt); die Schwankungen nach oben und unten übersteigen kaum die Zahl 40, so dass also 472 schon eine sehr niedrige, 542 aber eine sehr hohe Zahl für das Verhältniss der Zellen im Blute des Mannes anzeigen würde. *Vierordt*¹⁾ fand bei seinen Zählungen in 4 Cubikmillimeter (aus einer Stichwunde in den Finger erhaltenen) normalen Bluts durchschnittlich 5055000 Stück Blutkörperchen; *Welker*²⁾ dagegen 4600000.

An sg. trocknen Blutkörperchen wurden nach den oben angedeuteten, verschiedenen Methoden gefunden: von *Prevost* und *Dumas* 129 p. m., von *Lecanu*³⁾ 132,5, von *Andral* und *Gavarret*⁴⁾ 127, von *Richardson*⁵⁾ 134,8, von *Becquerel* und *Rodier*⁶⁾ 144,4, von *Nasse*⁷⁾ 146,5, von *Popp*⁸⁾ nur 120, von *Scherer*⁹⁾ 142.

Kaum bedarf es wohl der Erwähnung, dass aus dem Verhältniss des Serums zum Blutkuchen kein Schluss auf das Verhältniss der Zellen zum Plasma zu ziehen ist; wir haben ja in dem Obigen die Senkungsfähigkeit der Blutkörperchen und andererseits die Contractilität des Fibrins als so variable Grössen kennen gelernt, dass hieraus leicht zu ersehen ist, wie in einem voluminösen Blutkuchen doch wenige Blutkörperchen und in einem minder voluminösen doch verhältnissmässig viel Zellen enthalten sein können.

Im Blute der *Frauen* finden sich durchschnittlich viel weniger Blutzellen als in dem der *Männer*; noch mehr sinkt aber die Zahl der Blutkörperchen bei Frauen herab während der Schwangerschaft, vor dem Eintritte der Menstruation und nach dem gänzlichen Ausbleiben derselben in den spätern klimakterischen Jahren.

Die Ermittlung dieser Verhältnisse verdanken wir besonders *Becquerel* und *Rodier*, deren Durchschnittszahl für die (trocknen) Blutkörperchen des Frauenblutes = 127,2 ist. *Nasse* hat bei Versuchen mit Thierblut dieselben Resultate rücksichtlich der Verschiedenheit der Geschlechter erhalten.

Dass im *Blute verschiedener Thiere* der Gehalt an Blutkörperchen verschieden sein würde, liess sich voraussetzen, und ist auch durch directe

1) *Vierordt*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 44, S. 867—874.

2) *Welker*, Fechner's Centralbl. 1853. No. 42, S. 222.

3) *Lecanu*, Etudes chimiques sur le sang humain. Paris. Novbr. 1837.

4) *Andral* und *Gavarret*, Recherches sur les modifications de quelques principes du sang etc. Paris 1842.

5) *Richardson*, Thomson's Record of general science. T. 4, p. 446—455.

6) *Becquerel* und *Rodier*, Recherches sur la composition du sang etc. Paris 1844.

7) *Nasse*, a. e. a. O.

8) *Popp*, a. e. a. O.

9) *Scherer*, a. e. a. O.

Untersuchungen von *Prevost* und *Dumas*¹⁾, *Berthold*²⁾ und *Simon*³⁾ erwiesen worden; in neuerer Zeit haben besonders *Nasse*⁴⁾, sowie *Andral*, *Gavarret* und *Delafond*⁵⁾ über diesen Gegenstand zahlreiche Untersuchungen angestellt. Die kaltblütigen Thiere scheinen diesen Untersuchungen nach sämtlich weit weniger Blutzellen zu enthalten als die warmblütigen, die Vögel durchschnittlich mehr als die Säugethiere, die fleischfressenden aber nicht mehr als die pflanzenfressenden Säugethiere, am meisten aber das Schwein.

Nasse fand an trocknen Blutkörperchen im Blute des Schweins 445,5 p. m., in dem des Huhns 444,6, in dem der Gans, 424,4, in dem des Hundes 423,8, in dem des Ochsen 424,8, in dem des Pferdes 417,4, in dem der Katze, 413,4, in dem des Kalbes 402,5, des Schaafs 92,4 und der Ziege nur 86,0 p. m. Die durch die andern genannten Forscher erhaltenen Resultate sind nur unter sich vergleichbar, lassen aber keinen Vergleich mit andern zu. Merkwürdig ist, dass *Prevost* und *Dumas* im Blute der Landschildkröte sehr viel Blutkörperchen gefunden haben, ja mehr noch als in dem der Ente, des Raben und einiger Säugethiere; die Richtigkeit dieser Angabe verdient geprüft zu werden, da die Landschildkröten in zootomischer Hinsicht den Vögeln sehr nahe, die Seeschildkröten dagegen näher den Fischen stehen.

Dass im Blute verschiedener Gefässe die Menge der Blutkörperchen verschieden sein muss, lässt sich mit einiger Sicherheit voraussetzen; denn wenn z. B. die Harnsecretion lebhaft von Statten geht, so werden sicher im Nierenvenenblute relativ mehr Blutzellen gefunden werden als in dem Arterienblute derselben Organe. Da in der Milz wesentliche Veränderungen mit den Blutkörperchen vorgehen, so wird auch hier das Venenblut dieses Organs sich von dem Arterienblute desselben nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ betreffs der Blutzellen wesentlich unterscheiden. Im Allgemeinen enthält nach den Untersuchungen von *Mayen*, *Hering*, *Nasse* und neuerdings von *Clement*⁶⁾ das Arterienblut weniger Blutkörperchen als das Venenblut. Im Pfortaderblute fand *Chr. Fr. Schmid* bei weitem weniger als im Jugularvenenblute; ich fand dagegen im Lebervenenblute nicht nur weit mehr als im Pfortaderblute, sondern auch als in dem der Jugularvene, Hohlvene und Milzvene.

Im Lebervenenblute eines Pferdes, welches 4 Stunden vor der Tödtung noch gefressen hatte, fand ich 743 p. m. feuchter Blutzellen, während in dem Blute desselben Thieres aus der äusseren Jugularvene = 592, in dem aus der Hohlader = 664, in dem aus der Pfortader = 573 und in dem der Milzvene nur 322 enthalten waren.

Dass dürftige Nahrung sowie längere Entziehung aller Nahrungsmittel

1) *Prevost* und *Dumas*, Bibliothèque nouvelle. T. 4, p. 425.

2) *Berthold*, Beiträge zur Zootomie u. s. w. Göttingen 1834.

3) *Simon*, Lehrb. d. Ch. Bd. 2, S. 235.

4) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 4, S. 438 u. Journ. f. prakt. Ch. Bd. 28, S. 446.

5) *Andral*, *Gavarret* und *Delafond*, Ann. de Chim. et de Pharm. 3me Sér. T. 8. Juillet 1842.

6) *Clement*, Compt. rend. T. 34, p. 289—294.

die Zahl der Blutkörperchen beschränken, geht ebensowohl aus einzelnen Erfahrungen als aus analogen physiologischen Beobachtungen hervor.

Nach dem, was wir über die Function der Leber (Th. 2. S. 85) und über den Einfluss des Fettes auf die Zellenbildung (Th. 1. S. 250) gesagt haben, darf es uns nicht wundern, dass *Popp* nach längerer Anwendung von *Leberthran* die Zahl der Blutkörperchen und zwar die der farblosen vermehrt fand.

Dass wiederholte *Blutentziehungen* eine Verminderung der Blutkörperchen herbeiführen würden, liess sich erwarten, ist aber auch durch directe Untersuchungen von *Andral* und *Gavarret*, *Simon*, *Becquerel* und *Rodier*, *Zimmermann*, *Popp*, *Nasse* erwiesen worden. Obgleich die Richtigkeit dieser Thatsache durch alle darüber angestellten Untersuchungen gewährleistet worden ist, so hat sich doch selbst keine auch nur ungefähre Proportion zwischen der Verminderung der Blutkörperchen und der Menge des entzogenen Bluts oder der Zahl der Aderlässe ausfindig machen lassen.

Nur wenn es gelingen sollte, die einzelnen Grössen aller coincidirenden Momente genau zu bestimmen, dürfte man sich schmeicheln, eine bestimmte Proportion zwischen Abnahme der Blutzellen und dem Blutverluste selbst zu finden. Dass dies für jetzt nicht möglich ist, dürfte nicht schwer sein einzusehen: denn die Regeneration der Intercellularflüssigkeit wird in einem Falle (z. B. bei dürftiger Nahrung, bei bereits abgemagertem, heruntergekommenem Organismus) langsamer von Statten gehen, als in einem andern, und deshalb eine minder grosse Differenz zwischen Blutzellen und Plasma sich herausstellen; andererseits könnte die Reproduction der Blutzellen unter besonders günstigen Verhältnissen rascher als gewöhnlich von Statten gehen, und darum würde man auch in einem solchen Falle ein minder ungünstiges Verhältniss zwischen Plasma und Zellen vorfinden. Endlich ist es auch denkbar, dass in einem Organismus die Blutzellen schneller als in einem andern zu Grunde gehen; und dadurch wiederum die Ermittlung dieses für die Physiologie sehr wichtigen Verhältnisses erschwert wird. Gewöhnlich hat man aber Versuche dieser Art während des Vorgangs krankhafter Processe angestellt, deren verschiedene Natur und Ablauf nicht in Rechnung zu bringen war.

Da die gefärbten Blutzellen höchst wahrscheinlich aus den farblosen hervorgehen, so ist es nicht zu verwundern, dass man nach wiederholten oder sehr starken Blutentziehungen (*Remak*) die farblosen Zellen den gefärbten gegenüber erheblich vermehrt findet, oder wenigstens die farblosen in geringerem Grade vermindert, als die farbigen.

Auch in verschiedenen für sich aufgefangenen Portionen eines und desselben Aderlasses hat man nicht einmal ein constantes Verhältniss zwischen Blutzellen und Plasma gefunden. *Becquerel* und *Rodier* haben hierüber specielle Untersuchungen angestellt, sind aber auch hier zu keinem bestimmten Zahlenverhältnisse gelangt. In der grossen Mehrzahl der Fälle fand man in dem später ausfliessenden Blute die Blutkörperchen vermindert, zuweilen jedoch auch vermehrt. Man wird aber auch hierüber so lange im Dunkeln bleiben, als man noch in Unkenntniss ist über die physikalischen Verhältnisse zwischen der Blutmasse und der übrigen Stoffmasse des thierischen Körpers.

Was nun die Zahl der Blutkörperchen in krankhaftem Blute betrifft, so sind wir auch hierin noch weit davon entfernt, für bestimmte physiologisch begreifbare Prozesse Bedingungsbeziehungen der Vermehrung oder Verminderung derselben aufzustellen. Constant vermehrt fand man die Blutzellen in der sog. Plethora, bei minder vorgeschrittenem Herzleiden, bei Spinalirritation (*Popp*), bei asthmatischen Beschwerden (an einem Pferde *Clement*), bei Cholera (*C. Schmidt*); es ist leicht begreiflich, dass eine Verminderung weit häufiger vorkommt, vorzüglich in allen anaemischen Zuständen, wie sie nach reichlichen Diarrhoeen, bei unversiegbaren Eiterungen, in Folge von langwierigen Wechselfiebrern, von Typhus, nach massigen Exsudaten, wuchernden Aftergebilden, Hirnaffectionen, chronischen Metallvergiftungen und nach andern schweren Krankheiten einzutreten pflegen, kurz in allen solchen Fällen, wo die Bildung des Blutes geringer ist als dessen Verbrauch. In der Chlorose, die eigentlich nichts als eine Anaemie ist, deren nächste Ursachen man nicht kennt (daher spontane Anaemie genannt), sind gewöhnlich die farbigen Blutzellen ausserordentlich vermindert, obgleich *Becquerel* und *Rodier*¹⁾ drei Fälle dieser Krankheit beobachtet haben wollen, in welchen das chlorotische Blut reich an Körperchen war. Im Anfange des Typhus, den ersten 8 bis 10 Tagen, findet stets eine Vermehrung der Blutkörperchen statt, während nachher, wenigstens bis zum 21. Tage eine nicht unbedeutende Verminderung eintritt. In den übrigen Krankheiten sind die Schwankungen im Gehalte des Bluts an Körperchen nicht erheblich; auch sind in dieser Hinsicht die Resultate der Experimentatoren nicht sehr übereinstimmend; bei heftigen Entzündungen, Pneumonie und acutem Gelenkrheumatismus wurden jedoch von *Becquerel* und *Rodier*, so wie von *Popp* die Körperchen übereinstimmend verringert gefunden.

Bei Chlorose hat man die Menge der trocknen Blutkörperchen auf 80, ja auf 46,2 p. m. herabsinken sehen. Bei Spinalirritation fand *Popp* wenigstens 120,5 p. m. (während nach *Popp* 120 das Mittel ist); im Maximum aber 440,5 p. m.; bei Plethora fand derselbe Forscher die Körperchen weit weniger vermehrt als bei Spinalirritation. *Schmidt*, der im normalen männlichen Blute 513 feuchte Blutzellen fand, sah die Zahl derselben in der Cholera auf 559 steigen; im weiblichen Blute, (dessen Mittelzahl für die Blutkörperchen nach ihm etwa 400 ist), stieg die Zahl derselben auf 484. Diese nackten Ergebnisse der Analysen können aber so lange keinen physiologischen Werth erlangen, als nicht erwiesen ist, in welchen Fällen die Zunahme der Körperchen eine absolute und in welchen dagegen dieselbe nur eine relative ist; für jetzt können wir fast nur errathen, in welchen Zuständen die Vermehrung der Blutzellen eine absolute, in welchen sie dagegen eine relative ist. In der Cholera ist das scheinbare Plus von Körperchen nur ein relatives; denn die vortrefflichen Untersuchungen *Schmidt's* und Anderer über das Cholerablut zeigen uns, dass das Blut in dieser Krankheit hauptsächlich Wasser und Salze verliert, dass das Serum demzufolge dichter wird, aber an Volumen verliert, und dass es deshalb in ein geringeres Verhältniss zu den Blutzellen treten muss; im Ganzen aber gehen nach *Schmidt's* Berechnung in der Cholera auch eine Menge Blutkörperchen zu Grunde, so dass im

1) *Becquerel* und *Rodier*, Gazette de Paris 1852. No. 24. 25. 26. 30. 31.

keineswegs ein constantes Verhältniss zwischen Wassergehalt der Blutzelle und Wassergehalt des Serums; dies war aber auch bei der verschiedenen chemischen Constitution der Blutzellen durchaus nicht zu erwarten. Es steht nur soviel fest, dass mit Abnahme des Wassers im Serum auch eine Abnahme desselben in den Blutzellen und mit Zunahme in jenem auch eine Vermehrung in diesen statt zu finden pflegt. Man hat aus den bisherigen, namentlich mit krankem Blute angestellten Untersuchungen gewöhnlich den allgemeinen Satz ableiten zu dürfen geglaubt: der Wassergehalt des Blutes stehe im umgekehrten Verhältnisse zur Zahl der Blutkörperchen; es ist aus dem Angeführten leicht zu entnehmen, wie dieser Satz gedeutet werden muss, zumal da Ausnahmen genug von dieser Regel beobachtet werden; die Abnahme der festen Bestandtheile beschränkt sich in diesen Fällen nicht bloß auf die festen Stoffe der Blutzellen, sondern in entsprechender Proportion auf die des Serums. Es versteht sich aber bei einer absoluten Verminderung der Blutzellen und bei Vermehrung des Serums von selbst, dass das Blut in summa reicher an Wasser erscheinen muss, wenn die schwereren morphologischen Elemente in Abnahme sind. Wir werden beim Serum Näheres über die Verhältnisse angeben, welche einen grössern oder mindern Wassergehalt des Blutes bedingen.

Die Zusammensetzung der Blutkörperchen ist aber auch verschieden rücksichtlich ihrer nähern festen Bestandtheile. Wir haben gesehen, dass das sog. Haematin in den farbigen Blutzellen nicht in einem bestimmten Zahlenverhältnisse zu dem eisenfreien Inhalte der Blutzellen steht. Das Haematin der verschiedenen Thiere scheint nach *Mulder* vollkommen identisch zu sein, und man würde daher aus dem Eisengehalte der Blutkörperchen auf die Menge desselben schliessen können. Nach *Schmidt's* theils directen Untersuchungen theils aus fremden Analysen abgeleiteten Berechnungen kommen im menschlichen Blute auf 1 Th. metallischen Eisens 230 (nach *Becquerel* und *Rodier* berechnet 254), im weiblichen Blute 229, im Blute des Ochsens 196,5, im Blute des Schweins 223 und des Huhnes 307 Th. Blutkörperchen. Im ersten Stadium des Typhus, wo die Zahl der Blutkörperchen vermehrt ist, fand *Schmidt* jene Proportion = 1 : 220, also die Haematinmenge vermindert, dagegen in Zuständen, wo die Zahl der Blutkörperchen vermindert ist, das Haematin relativ vermehrt; denn das Verhältniss zwischen Eisen und trocknen Blutzellen fand er durchschnittlich bei Pneumonie = 1 : 248, bei Chlorose 1 : 269, in der Schwangerschaft = 1 : 249. Eben so machte *Schmidt* die oben berührte interessante Beobachtung, dass die Blutkörperchen nach wiederholten Aderlässen, wo das Blut wässriger wird, ärmer an eisenfreier coagulabler Materie (sog. Globulin) und dagegen reicher an Haematin werden.

Schmidt fand in Fällen, wo 3 Venaesectionen angestellt wurden bei Pneumonie (direct nach eigener Bestimmung), bei Tuberculose (nach *Becquerel* und *Rodier* berechnet) und in einem nicht specialisirten Falle (nach *Becquerel* und *Rodier* berechnet) folgende Proportionen:

	Pneumonie	Tuberculose	Nicht specialisirt
1. Venaesection	248 : 4	256 : 4	252 : 4
2. „	233 : 4	252 : 4	247 : 4
3. „	224 : 4	234 : 4	242 : 4

Es steigt also bei auf einander folgenden Proportionen der relative Eisengehalt der Blutkörperchen. Die Deutung dieser Erfahrung ist sehr einfach: für das Haematin ist allen Erfahrungen nach die Hüllenmembran der Blutzellen impermeabel, dagegen wird sie für den eiweissartigen Inhalt penetrabel sein; verliert nun das Blut feste Bestandtheile, so wird das Serum reicher an Wasser; es wird sich ein Diffusionsstrom einer verdünnteren Lösung in die Blutzelle hinein bilden, und dagegen ein concentrirterer aus der Blutzelle heraus; da nun Haematin die Zellenwand nicht durchdringen kann, so muss der Verlust an festen Bestandtheilen, welchen die Blutzelle erleidet, hauptsächlich die eisenfreie coagulable Substanz treffen, und das Haematin wird in ein solches Verhältniss zu dieser + Hüllenmembran treten, dass es relativ vermehrt erscheint.

Im arteriellen Pferdeblute fand ich den Haematingehalt der Blutzellen etwas grösser als in dem Blute der äussern Jugularvenen; dagegen war constant der Haematingehalt der Blutzellen des Lebervenenblutes bei weitem geringer, als der des Pfortaderblutes.

Im arteriellen Pferdeblute wurde von mir das Verhältniss von Eisen zu trockenen Blutkörperchen = 4 : 394, in dem der Jugularvene = 4 : 390, in dem der Pfortader = 4 : 342 und in dem der Lebervenen = 4 : 500 im Mittel mehrerer Versuche gefunden. Der Mindergehalt der arteriellen Blutzellen an Haematin gegenüber denen des Jugularvenenblutes ist nicht blos aus dem grössern Reichthum des arteriellen Blutes abzuleiten, sondern mehr noch und vielleicht ganz aus dem erheblichen Verluste an Fett, den die venösen Blutkörperchen beim Arteriellwerden, d. h. durch die Respiration erleiden.

Wir haben schon oben, als wir von der Blutzellenbildung in der Leber sprachen, darauf aufmerksam gemacht, dass von dem Eisen, welches mit den Blutzellen der Pfortader der Leber zugeführt wird, ein kleiner Theil mit der Galle abgeschieden wird, dass aber der übrige Theil auf die in der Leber neu entstandenen Blutkörperchen sich gleichmässig zu vertheilen scheint, so dass das Eisen von 400 Blutkörperchen der Pfortader sich auf ungefähr 450 Blutkörperchen der Lebervenen ausbreitet; somit müssen die Blutzellen der Lebervenen ein Drittel Eisen weniger enthalten, als die der Pfortader.

Auch in dem Gehalte an *Fetten* müssen die Blutkörperchen Verschiedenheiten zeigen, da der Fettgehalt des Blutes bei verschiedenen Thieren und bei Menschen in verschiedenen Zuständen so ausserordentlich variabel ist. Ich habe in dieser Hinsicht besondere Aufmerksamkeit auf die Verschiedenheit des Fettgehalts der Blutkörperchen aus verschiedenen Gefässen eines und desselben Thieres gerichtet und gefunden, dass 400 Theilchen Blutzellen aus der Carotis eines Pferdes = 0,608 Th., aus der äussern Jugularvene = 0,652 Th., aus der Pfortader = 0,752 Th., aus der Lebervene = 0,684 Th. Fett im Mittel mehrerer Versuche enthielten. In den durch schwefelsaures Natron dargestellten trocknen Körperchen arteriellen Blutes vom Pferde fand ich 4,824% Fett, dagegen in denen des venösen 3,595%. Diese Erfahrungen weisen wohl deutlich genug darauf hin, dass eine weitere Untersuchung dieses Gegenstandes noch die besten Aufschlüsse über die Fettmetamorphose und die Function der Blutzellen erwarten lässt. Es ist wenigstens, wie wir glauben, hierdurch der erste

Schritt gethan, um auch eine chemische Umwandlung nachzuweisen, welche die Blutzellen in den Lungencapillaren durch den inspirirten Sauerstoff erleiden.

Dass die Blutkörperchen variable Mengen besonders *löslicher Salze* enthalten, geht schon aus *C. Schmidt's* oben (S. 156) angeführten Untersuchungen hervor, in welchen er die verschiedenen Proportionen der Kalisalze und Phosphate in den Blutzellen zu den Natron- und Chlorverbindungen des Serums für das Blut verschiedener Thierspecies ermittelte. Ich fand aber auch im Blute verschiedener Gefässe eines und desselben Thieres den Gehalt der Blutzellen an Salzen constant verschieden, so enthielten z. B. 100 grm. frischer Blutzellen aus der Temporalarterie eines Pferdes = 0,806 grm., aus der äussern Jugularvene = 0,632 grm., aus der Pfortader = 0,729 grm. und aus den Lebervenen = 0,893 grm. Salze (das Eisenoxyd der Asche abgerechnet). Es stellt sich also zwischen der Constitution der Zellen des arteriellen und venösen Blutes rücksichtlich des Salzgehaltes eine sehr erhebliche Differenz heraus; die des erstern enthalten mehr Salze, als die gewöhnlichen venösen Blutes. Auffallender ist aber noch das Verhältniss zwischen den Zellen des Pfortader- und Lebervenenblutes; denn während das Serum des Pfortaderblutes bei weitem reicher an Salzen ist, als das des Lebervenenblutes, so tritt diese erhebliche Differenz im Salzgehalte der Zellen beider Blutarten um so mehr hervor.

Dass die arteriellen Blutzellen mehr Salze enthalten, als die venösen, ist wohl nur aus dem Verluste an andern Substanzen, namentlich Fett und vielleicht auch extractartigen Substanzen zu erklären, einem Verluste, den die venösen Blutzellen bei ihrem Durchgange durch das Lungencapillarnetz erleiden; die Zunahme der Salze beim Arteriellwerden der Blutzellen wird also wohl nur eine relative sein. Ganz anders verhält es sich mit dem Salzgehalte der Zellen des der Leber zufließenden und abströmenden Blutes. Werden in der Leber, wie wir dies aus unsern Untersuchungen mehr als wahrscheinlich gemacht zu haben glauben, wirklich neue Blutkörperchen gebildet, so geht aus jener Thatsache hervor, dass die jüngern Blutkörperchen mehr Salze und weniger Haematin, als die ältern Zellen des Blutes aus andern Gefässen enthalten, und dass eine gewisse Menge Salze aus dem Serum der Pfortader in die Blutzellen der Lebervene übergegangen ist. Diese Vermehrung der Salze in den Blutzellen des Lebervenenblutes erstreckt sich hauptsächlich auf Phosphate und Chlorverbindungen, wie ich in drei vergleichenden Untersuchungen constant gefunden habe. In 100 Th. frischer Blutzellen des Pfortaderblutes fand ich durchschnittlich 0,4593 Th. Chlor und 0,0578 Th. an Alkalien gebundener Phosphorsäure, in 100 Th. der Lebervene aber 0,1796 von jenem und 0,0644 von dieser.

Hauptsächlich hat aber *Schmidt* durch seine Untersuchungen über die Constitution des Blutes bei *excessiven Transsudationsprocessen* diesen Gegenstand beleuchtet, und die Verschiedenheit des Gehalts der Blutzellen an Salzen dargethan. In der Cholera, wo durch die excessive Darmcapillartranssudation das Blut neben Wasser sehr grosse Verluste an Salzen erleidet, werden auch die Blutkörperchen in Mitleidenschaft gezogen. Die Intercellularflüssigkeit verliert besonders viel Wasser und Chlornatrium; rückwirkend entzieht diese den Blutzellen nicht nur einen Theil ihres

Wassergehalts, sondern auch einen Theil ihrer Salze; da Kaliumverbindungen und Phosphate in den Blutzellen vorwalten, so gehen vorzugsweise diese in das Plasma über, und man findet daher im Serum des Cholera-blutes mehr von diesen Verbindungen als in dem des gesunden Blutes. Die Blutkörperchen werden daher während der Cholera relativ reicher an fester organischer Materie, verlieren aber einen Theil der ihnen zukommenden löslichen Salze. *Schmidt* fand in der Blutzelle des gesunden Blutes das Verhältniss von Wasser zu den festen Bestandtheilen = 2,44 : 1, in der des Cholera-blutes = 1,77 : 1; das Verhältniss der organischen Bestandtheile zu den anorganischen in den Zellen gesunden Blutes = 40 : 1, in denen des Cholera-blutes = 58 : 1. Ein analoges nur graduell verschiedenes Verhältniss fand übrigens *Schmidt* auch im Blute nach Anwendung drastischer Laxanzen, da hier der mechanische Stoffwechsel ganz dem des Cholera-processes entspricht. In andern Transsudationsprocessen, wo sich der Verlust, den das Blut erleidet, hauptsächlich auf die Albuminate, also auf die organischen Materien, bezieht (Dysenterie, Bright'sche Krankheit, Wassersucht aus verschiedenen Ursachen), hat *Schmidt* gerade entgegengesetzte Verhältnisse gefunden; so wie in dem Plasma die organischen Materien abnehmen, das Verhältniss der mineralischen aber zum Wasser sich ziemlich gleich bleibt, so auch in den Blutzellen. Das Verhältniss des Wassers zu den festen Bestandtheilen in den Blutzellen kann auf 2,4 : 1 kommen, das Verhältniss der organischen Stoffe aber zu den anorganischen auf 28 : 1. Die Salze bleiben aber nach *Schmidt's* Untersuchungen in der Zelle solchen Blutes in demselben Verhältnisse zu einander, wie in der des gesunden Blutes.

Rücksichtlich der sog. *Extractivstoffe* der Blutzellen ist nur wenig Positives bekannt; in 100 Th. frischer Blutzellen des Pfortaderblutes von Pferden fand ich durchschnittlich 0,482 Th., in denen des Lebervenenblutes aber 0,988 Th. salzfreier Extractivstoffe. In weit höherm Grade werden wir diese Stoffe in der Intercellularflüssigkeit des Lebervenenblutes gegenüber der des Pfortaderblutes vermehrt finden.

Die farblosen Blutkörperchen stehen im gesunden Blute der Zahl nach zu den gefärbten (nach *Henle*) in dem Verhältniss von 4 : 80. Da die rothen Körperchen durch Zusatz von Wasser zum Blute unsichtbar gemacht werden, so kann man auf diese Weise ihre Menge annäherungsweise bestimmen, in der Entzündungscruste dagegen am besten durch Essigsäure, von welcher das Fibrincoagulum unter dem Mikroskop ganz durchsichtig und die darin eingebetteten Zellen weit deutlicher erkennbar gemacht werden. Während der Verdauung nimmt ihre Menge im Blute erheblich zu; beim Hungern verschwinden sie dagegen fast ganz, wie man wenigstens an hungernden Fröschen beobachten kann. Von einer Verminderung derselben sind sonst weniger Fälle bekannt, als von einer Vermehrung. *Remak* hob ihre ausserordentliche Vermehrung nach starken Blutverlusten hervor. Nach *Nasse* und *Popp* vermehren sie sich in Pneumonien und bei Tuberculose oft erheblich, aber nicht constant; in Typhus

und Chlorose scheinen sie weder eine merkbare Vermehrung noch Verminderung zu erleiden. In der Pyaemie sind diese Zellen im Blute allerdings oft sehr vermehrt, obwohl man auf diese Vermehrung mehr aus den sog. metastatischen Abscessen geschlossen, als sie direct beobachtet hat. Indessen kommt zuweilen in Zuständen, wo an eine sg. Eiterresorption nicht zu denken ist, z. B. bei mit Ausschlägen behafteten Hunden, im Blute eine ausserordentlich grosse Menge farbloser Körperchen vor.

Hauptsächlich findet man aber in jener von *Virchow* zuerst erkannten und *Leuchaemie* genannten Krankheit eine solche Vermehrung der farblosen Zellen im Gesamtblute, dass das Verhältniss zwischen farblosen und farbigen Blutkörperchen oft 4 : 3 ist und demzufolge das Blut blassroth erscheint.

Dass ferner das Milzvenenblut reicher als das jedes andern Blutgefässes an farblosen verschiedengestalteten Zellen ist, wurde besonders von *Funke*¹⁾ nachgewiesen. Dass ich das Blut der Lebervenen viel reicher an farblosen Zellen, als das der Pfortader fand, ist bereits oben (S. 86) erwähnt worden.

Wir gehen nun zur Betrachtung der Modificationen in der chemischen Zusammensetzung der Intercellularflüssigkeit über, wie sie unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen gefunden worden ist, und suchen auch hier diese nach der Zu- oder Abnahme der einzelnen Bestandtheile vor Augen zu führen. Wir beginnen daher mit dem Faserstoffe, von dem jedoch das Wichtigste bereits früher (Th. 4, S. 339 ff.) mitgetheilt worden ist. Wir haben daher hier nur noch Weniges hinzuzufügen.

Ueber die quantitative Differenz des Faserstoffs im Venen- und im Arterienblute ist man bis heute noch nicht völlig einig; doch stimmen *Lecanu*, *Nasse* und *Clement*²⁾ darin überein, dass das Arterienblut reicher an Fibrin ist, als das Venenblut; auch meine Versuche am Pferdeblute stimmen damit überein; ich fand im Arterienblute = 6,844 p. m., im Jugularvenenblute = 5,384 p. m. Fibrin; während aber der Fettgehalt der Blutzellen und der des Serums in beiden Blutarten verschieden war, fand ich denselben im arteriellen und im venösen Fibrin fast vollkommen gleich (nämlich = 2,154 % im venösen und 2,168 % im arteriellen, trocknen Fibrin); in dem des Arterienblutes fand ich etwas mehr Asche (= 2,172 %), als in dem des Venenblutes (= 1,907 %). Das Fibrin des Arterienblutes gerinnt aber schneller als das des Venenblutes. In beiden Blutarten entsteht, wenn sie vom Pferde herrühren, in der Regel eine oberflächliche Fibrinschicht, diese ist aber viel bedeutender beim venösen Blut und mehr vom Blutkuchen abgegrenzt, als beim arteriellen, was hier also wohl hauptsächlich vom schnellern Gerinnen des arteriellen Fibrins

1) *O. Funke*, Diss. inaug. Lips. 1850. und Zeitschr. f. rat. Medic. N. F. Bd. 4, S. 472—248.

2) *Clement*, Compt. rend. T. 34, p. 290.

abhängig ist, weniger von der langsamern Senkung der Zellen des arteriellen Blutes; denn diese sind specifisch schwerer (weil ärmer an Fett und reicher an Haematin) als die venösen Blutkörperchen und sollten sich daher schneller senken.

Was den Unterschied im Faserstoffgehalte des *Pfortaderblutes* und des *Lebervenenblutes* betrifft, so ist schon oben erwähnt worden, dass ich im Pfortaderblute 4 bis 6 % Fibrin gefunden habe, während im Lebervenenblute sich nur Spuren oder gar kein eigentliches Fibrin vorfinden. Im Faserstoff des Pfortaderblutes fand ich 6,4 bis 7,8, *Fr. Chr. Schmid* 7,4 bis 8,7% Fett. Auch im Milzvenenblute wurde von *Funke* verhältnissmässig wenig wahres Fibrin gefunden.

Schmid beschreibt das Fibrin des Pfortaderblutes als eine schmierige, schleimartige oder gallertartige Masse; bei Pferden, die 5 bis 10 Stunden vor der Tödtung gefressen hatten, fand ich dasselbe ganz so beschaffen, wie im Jugularvenenblute; auch bildete es im geronnenen Pfortaderblute stets eine sehr dichte und consistente Cruste; so habe ich auch eine leichtere Löslichkeit dieses Fibrins in Salpeterwasser nicht finden können.

Von dem verschiedenen Faserstoffgehalte des Blutes in Krankheiten ist ebenfalls bereits Th. 1, S. 340 die Rede gewesen. Aus *Becquerel's* und *Rodier's*¹⁾ neuesten Analysen geht nur hervor, dass der Faserstoff selbst in einer und derselben Krankheitsgruppe sehr schwanken kann, so dass er bald über, bald unter der Mittelzahl erscheint; z. B. bei *Wassersuchten* und *Herzkrankheiten* der verschiedensten Art; in der *Chlorose* ist der Faserstoffgehalt entweder normal oder geht um 0,4 bis 0,2% über das Normale hinaus; umgekehrt in *anaemischen* Zuständen, wo öfter eine Verminderung dieses Stoffs beobachtet wird. Während bei acuter *Bright'scher Krankheit* keine Zunahme des Fibrins beobachtet wurde, stellte sich dieselbe ziemlich constant in chronischen Fällen jener Krankheit ein.

Im *Skorbut* fanden *Becquerel* und *Rodier* eine constante Verminderung des Fibrins; allein leider nennen diese Autoren eben den Zustand einen skorbutischen, in welchem in Folge anderer schwerer Krankheiten die Faserstoffmenge des Blutes unter 0,2% sinkt; dagegen fanden sie im acuten idiopathischen Skorbut eher eine Vermehrung des Fibrins. Bei solcher Unklarheit über die Begriffe gewisser Krankheiten und dem wirren Durcheinanderwerfen verschiedener Charaktere derselben scheint uns die pathologische Chemie aller Mühen und Anstrengungen ungeachtet nicht gefördert werden zu können. Wir glauben, dass, wenn *B.* und *R.* an einem einzigen Kranken neben der Analyse des Blutes die Excrete und einige Secrete gleichzeitig und mit Rücksicht auf den jeweiligen Zustand des Kranken untersucht hätten, der Pathologie weit mehr Raum gewonnen worden wäre, als durch diese eben so zahlreichen als mühsamen Bestimmungen des Blutes in gleich benannten, allein nicht einmal analogen Krankheitszuständen.

Nicht ganz mit Stillschweigen können die von *Abeille*²⁾ betreffs des *Einflusses gewisser Aussenverhältnisse auf die Faserstoffmenge des Blutes* aufgestellten Schlüsse und etwas abenteuerlich klingenden Behauptungen übergangen werden. Nach der blos im Resumé gemachten Mittheilung soll 4) geschlagenes Blut mehr Fibrin als

1) *Becquerel* und *Rodier*, *Gaz. de Paris* 1852. No. 24, 25, 26, 30 u. 31.

2) *Abeille*, *Compt. rend. T. 32*, p. 378.

spontan geronnenes enthalten und dabei noch sonderbarer Weise die Fibrinziffer im Verhältniss zur rothen Farbe des Bluts stehen; 2) soll auf 60° erwärmtes Blut beim Schlagen mehr Fibrin liefern, als bei gewöhnlicher Temperatur geschlagenes; dabei soll aber 3) das Schlagen des Bluts einen grössern Einfluss auf die Ziffer des Fibrins haben, als die Erhöhung der Temperatur; 4) sollen Eiskälte, Ruhe und verbinderter Luftzutritt eine Verminderung des gerinnenden Fibrins bedingen; 5) am Blute desselben Aderlasses soll man diese Differenzen recht deutlich wahrnehmen; 6) soll das bei 0° geronnene Blut weniger Fibrin, als das bei gewöhnlicher Temperatur geronnene enthalten. Die Angabe der Detailuntersuchungen, auf welche diese Behauptungen begründet sind und nach denen wenigstens der objective Thatbestand beurtheilt werden könnte, sind mir wenigstens nicht zu Gesicht gekommen: allein wären die Untersuchungen auch noch so sorgfältig ausgeführt, so beweisen diese Schlussfolgerungen doch, dass man ohne einen Begriff von dem, was der sog. Faserstoff eigentlich ist, ohne vorgängige Einsicht in die chemischen und mechanischen Verhältnisse, die bei der Gerinnung des Bluts zu berücksichtigen sind, ohne alle naturwissenschaftliche Anschauung eine Arbeit unternommen hat, die zu nichts weiter führen konnte, als nur den Unrath zu vermehren, den man das wissenschaftliche Material der Humoralpathologie nennt.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung der Bestandtheile des Serums und zwar zuvörderst des Wassergehalts desselben in verschiedenen Zuständen. Auch über diesen Gegenstand verdanken wir vorzüglich *Nasse* die genauesten Angaben. Es bedarf hier nicht einer Wiederholung des bereits oben Erwähnten, dass der Wassergehalt des Serums sich auch auf den der Blutzellen reflectirt, und dass somit die folgenden Angaben über die Zunahme oder Abnahme des Wassers gleichzeitig auch auf das Gesamtblut bezogen werden können. Alle Experimentatoren ohne Ausnahme stimmen darin überein, dass das Blutserum der *Frauen* wasserreicher ist als das der *Männer*; dies hat z. B. auch die neueste Vergleichung beider Blutarten von *Schmidt* bestätigt; derselbe fand im Serum männlichen Blutes = 90,884%, in dem weiblichen Blutes = 94,715% Wasser. In der *Schwangerschaft* wird das Blut noch reicher an Wasser. Das Blutserum der *Placenta* enthält nach *Poggiale*¹⁾ weniger Wasser, als das der *Neugeborenen*; das Blut der Neugeborenen aber wiederum weniger, als das Erwachsener; im höhern Alter, namentlich im Greisenalter, nimmt der Wassergehalt wieder erheblich zu. *Nasse* hat dagegen das Blut des Embryo reicher an Wasser gefunden als das des Mutterthiers.

Bei *Thieren* ist der Wassergehalt des Serums und Blutes ebenfalls ziemlich verschieden; *Prevost* und *Dumas*, *Berthold*, *Nasse* und neuerdings *Poggiale* haben grössere Reihen von vergleichenden Untersuchungen angestellt; trotz mancher Differenzen im Einzelnen stimmen die Resultate dieser Beobachter darin überein, dass das Blutserum der Amphibien den höchsten Wassergehalt hat, das der Vögel aber durchschnittlich einen höhern als das der Säugethiere, dass aber unter den Säugethiern das Blutserum der Schweine am wenigsten, das der Ziegen und Schaafe am meisten Wasser enthält.

1) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25, p. 198—201.

Berücksichtigen wir den Wassergehalt des Blutserums *verschiedener Gefässe*, so ergibt sich Folgendes wenigstens als Regel: das Serum des Arterienblutes ist (trotz der entgegengesetzten Behauptung von *Lecanu* und *Letellier*) nach den Erfahrungen der meisten Beobachter wässriger und daher specifisch leichter, als das des Venenblutes; ich fand erst jüngst in dem Serum des Bluts aus der Temporalarterie eines Pferdes 89,333%, in dem aus der äussern Jugularvene 86,822% Wasser. Aehnliches fand auch *Clement*¹⁾ ebenfalls bei Pferden.

*Zimmermann*²⁾ fand das Serum aus Venen der hintern oder untern Extremitäten (bei Menschen und Thieren) ärmer an Wasser, als das der vordern oder obern.

Das *Pfortaderblutserum* ist nach den übereinstimmenden Erfahrungen von *Schulz*, *Simon*, *Fr. Chr. Schmid* reicher an Wasser, als das anderer Venen; dies hängt meinen Erfahrungen nach ebensowohl davon ab, ob die Thiere gerade in der Verdauung begriffen waren, als davon, ob sie vor der Tödtung viel Flüssigkeit zu sich genommen hatten oder nicht. Ich fand unter diesen verschiedenen Verhältnissen 92,342% bis 88,684% Wasser im Serum des Pfortaderblutes. Das Serum des Lebervenenblutes ist stets weit reicher an festen Bestandtheilen, als das des Pfortaderblutes; ich fand den Wassergehalt desselben in 5 Fällen nur schwankend zwischen 89,420% und 89,298%; eine Erfahrung, auf deren Wichtigkeit für die Leberfunction wir schon in dem Obigen (S. 87) aufmerksam gemacht haben.

Dies veranlasst uns, auf das Verhältniss des Wassergehalts des Serums und des Blutes im Allgemeinen zu der Zahl der Blutkörperchen zurückzukommen. Es ist eine auffallende Erscheinung, dass *gewöhnlich* ein Blut, dessen Serum viel Wasser enthält, desto weniger Blutzellen führt; diese Erfahrung machen wir ebensowohl am Blute unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen (ja selbst an dem aus verschiedenen Gefässen), als besonders auch an krankhaftem Blute; demnach wird das Blut, je reicher es an Wasser ist, auch desto mehr Serum oder Intercellularflüssigkeit enthalten; dies ist jedoch eine Regel, keineswegs ein Gesetz; denn es kommen nicht blos Ausnahmen hiervon vor, sondern es lässt sich auch selbst nach den genauesten in Bezug hierauf angestellten Analysen durchaus nicht etwa eine generelle Gleichung für dieses Verhalten aufstellen. So können z. B. im Lebervenenblute neben 100 Th. eines Serums, welches 89,3 bis 89,4% Wasser enthält, ebensowohl 137 als 351 Th. frischer Blutzellen vorkommen. In krankhaftem Blute stossen wir auf ähnliche Fälle noch häufiger. Es hängt also die eine Eigenschaft des Blutes wohl nicht von der andern ab, sondern es sind coordinirte Erscheinungen, d. h. die Bedingungen, welche auf eine Verminderung der festen Bestandtheile des Serums hinwirken, pflegen meistens gleichzeitig auch eine Verminderung der farbigen Blutzellen herbeizuführen.

1) *Clement*, *Compt. rend. T. 31*, p. 290.

2) *Zimmermann*, *Arch. f. phys. Heilk. Bd. 6*, S. 587—600.

Ob reichliches Getränk eine zeitweilige Vermehrung des Wassergehalts des Serums hervorbringe, lässt sich gewiss sehr schwer nachweisen, da ein wirklicher Ueberschuss von Wasser aus dem Blute so schnell entfernt wird. *Schultz*¹⁾ glaubt sich durch directe Versuche an Ochsen von einer Vermehrung des Wassergehalts im Blute nach reichlicherer Aufnahme von Wasser überzeugt zu haben; *Denis* läugnet dagegen diese Erfahrung, wenigstens beim Menschen. Dass dagegen bei Entziehung eigentlicher Nahrungsstoffe das Serum eine Verminderung an festen Bestandtheilen erleiden und demnach eine Zunahme von Wasser eintreten wird, war zu erwarten, und bestätigt sich durch alle Untersuchungen, die mit dem Blute Gesunder oder Kranker angestellt wurden, wenn diese sich längere Zeit aller Nahrungsmittel enthalten oder nur kärgliche Nahrung zu sich genommen hatten.

Da in der grossen Mehrzahl von *Krankheiten* die Aufnahme von Nahrungsmitteln wegen Appetitlosigkeit oder ärztlich verordneter Diaet sehr beschränkt, die Verdauung gestört ist, die Resorption von Nahrungsmitteln nur unvollkommen von Statten geht oder endlich wesentliche Nährstoffe durch profuse Excretionen, durch starke Säfteverluste (auch wohl wiederholte Aderlässe) u. s. w. verloren gehen, so muss bei unvollkommenem Wiederersatz des normaler oder abnormer Weise untergegangenen Stoffes immer eine Armuth an festen Bestandtheilen im Blute eintreten. Deshalb lauten die Analysen des Blutes von den meisten *Krankheiten* dahin, dass es specifisch leichter, d. h. ärmer an festen Bestandtheilen befunden worden ist, als normales Blut. Diese Armuth des Blutes an festen Bestandtheilen ist in der Regel nicht mit einer Verminderung der Gesamtmasse oder des Volumens des in den Gefässen kreisenden Blutes verbunden; denn wir werden bei der Betrachtung des mechanischen Stoffwechsels zu dem Resultate gelangen, dass das Blut fortwährend sein ursprüngliches Volumen zu erhalten sucht, so lange nicht der ganze Mechanismus gestört ist. Wenn daher in *Krankheiten* dem Blute feste Stoffe entzogen und nicht wieder ersetzt werden, so erscheint dasselbe nicht nur wässriger, weil es weniger feste Bestandtheile zurückgehalten hat, sondern auch weil es noch mehr Wasser aufgenommen hat, als es im normalen Zustande enthielt. Der Wassergehalt des Blutes ist in solchen Zuständen nicht bloss relativ, sondern auch absolut vermehrt. Schon im Beginn der meisten, namentlich acuten *Krankheiten* finden wir das Blut wässriger (mit Ausnahme der ersten 40 Tage des Typhus, des ersten Stadiums des Scharlachs und der Masern und der Cholera); allein nicht selten finden wir dabei das Serum dichter und reicher an festen Bestandtheilen oder wenigstens ebenso, wie bei normaler Mischung. Es muss hieraus geschlossen werden, dass nach dem ersten Auftreten gewisser *Krankheiten* zunächst die Blutkörperchen in grösserer Zahl zerstört oder wenigstens nicht hinreichend wieder ersetzt werden, dass deren Umwandlungsproducte im Se-

1) *Schultz*, Hufelands Journ. 1838. H. 4, S. 294.

rum einige Zeit verweilen und somit dessen feste Bestandtheile vermehren oder wenigstens dessen Verlust an solchen wieder ausgleichen. Im weitern Verlaufe der acuten Krankheiten (mit Ausnahme der Cholera) werden stets auch die festen Bestandtheile des Serums vermindert und sein specifisches Gewicht sinkt mehr oder weniger unter das normale. Hiervon machen nur der acute Gelenkrheumatismus, das einfache Erysipelas und die Puerperalperitonitis eine Ausnahme; in diesen Krankheiten nehmen nämlich die Blutkörperchen ausserordentlich ab, so dass das Gesamtblut wässriger erscheint, während das Serum dichter wird und mehr feste Bestandtheile enthält, als im normalen Zustande.

Man hat nun gewisse chronische Zustände, welche sich in Folge von schweren acuten Krankheiten, hauptsächlich aber solchen, die mit bedeutenden Säfteverlusten, colliquativen Ausleerungen oder vollkommen gestörter Ernährung verbunden sind, mit dem Namen *Anaemie* und *Hydraemie* belegt. Die Begriffe, welche man mit diesem Namen verbunden hat, sind oft mit einander verwechselt worden, und an sich zum Theil weder logisch noch factisch wohl begründet. Man hat zunächst die Krankheitsform, welche man Chlorose zu nennen pflegt, mit jenen beiden Zuständen und namentlich mit der Anaemie zusammengeworfen; soll aber unter Anaemie eine absolute Verminderung des Bluts und seiner festen Bestandtheile verstanden werden, so gehört die Chlorose nicht zu den anaemischen Zuständen; denn abgesehen von den pathologischen Gründen, so spricht auch die chemische Zusammensetzung des Blutes dagegen; denn in diesem ist nur die Zahl der Blutkörperchen vermindert, nicht aber das Gesamtvolumen des Bluts und nicht der Gehalt des Serums an festen Bestandtheilen. *Becquerel* und *Rodier*¹⁾ haben dem Blutserum in verschiedenen Krankheiten eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und dabei das Serum Chlorotischer von ganz normaler Constitution gefunden. Sollte Plethora wirklich von einer absoluten Vermehrung des in den Gefässen kreisenden Blutes herrühren, so würde auch die bei Chlorose nicht allzu selten vorkommende Plethora gegen jede Identificirung der Begriffe Chlorose und Anaemie sprechen. Ob eine wahrhafte Verminderung der gesammten Blutmasse vorkomme, ist wissenschaftlich nicht bewiesen und aus den Sectionsbefunden keineswegs zu schliessen; kommt daher eine wahrhafte Blutverminderung nicht vor, so würde der Begriff Anaemie mit dem der Hydraemie vollkommen zusammenfallen; am Krankenbette wird er aber sicherlich in den meisten Fällen mit Hydraemie verwechselt. Die Ursachen der Hydraemie, d. h. eines grossen Wasserreichthums des Blutes und des Serums insbesondere, sind aus dem Obigen ersichtlich. So wie Hydrops nur die Folge des Leidens gewisser Organe ist, so auch Hydraemie; denn die eine folgt der andern mit Nothwendigkeit, da rein physikalische Gesetze die eine wie die andere bedingen; wird das Blut

1) *Becquerel* und *Rodier*, *Gaz. de Paris* 1846. No. 33 u. 36 und 1852. 24, 25, 26, 28, 31.

wässriger, so transsudirt das Eiweiss leichter durch die Capillaren dieser oder jener Organe, besonders dort, wo die Blutbewegung etwas gehemmt ist; daher Oedem der Füsse so häufig. Geht Eiweiss durch den Harn, so wird das Blut ärmer an festen Bestandtheilen und das Serum transsudirbarer; daher der Bright'schen Krankheit steter Begleiter Hydrops ist. Tritt dagegen Hydrops eher auf als Hydraemie, so wird letztere die nothwendige Folge des erstern sein, wenn reichliche Eiweisstranssudate das Blut wasserreicher machen, ohne dass dieses genügenden Ersatz an Nährstoffen von aussen erhält (C. Schmidt¹).

Eine entschiedene und zwar absolute *Verminderung des Wassers* im Serum und Blute überhaupt wird eigentlich nur in der Cholera beobachtet; hierin stimmen alle Beobachter ohne Ausnahme überein; aus der wässrigen Beschaffenheit der Choleraejektionen, welche oft nur 0,3 bis 0,5 % feste Bestandtheile enthalten, ist jene Erfahrung leicht erklärlich.

Ausser den oben erwähnten Fällen von acutem Gelenkrheumatismus, Puerperalperitonitis und Erysipelas kommt eine Verminderung des Wassers des Serums, und zwar nur eine relative, bei chronischen Herzkrankheiten vor. Sind aber bereits hydropische Erscheinungen eingetreten, so findet man das Serum stets reicher an Wasser als im normalen Zustande.

Ehe wir diesen Gegenstand verlassen, müssen wir bemerken, dass man neben dem Satze: das Wasser des Blutes stehe im umgekehrten Verhältnisse zu den Blutkörperchen, auch den Aphorismus aufgestellt hat: der Wassergehalt des Blutes sei direct proportional dem Gehalte desselben an Faserstoff. Zunächst müssen wir bemerken, dass diese Behauptung nicht wörtlich, d. h. nicht in mathematischem Sinne, zu nehmen ist, d. h. an eine durch eine Formel ausdrückbare Gleichung ist nicht zu denken. Vergleicht man die vorliegenden genauesten Analysen, so finden wir ebenso häufig den Faserstoff weit mehr in Zunahme, als die festen Bestandtheile des Blutes und des Serums in Abnahme, und ebenso oft die letztern weit mehr abgenommen, als den Faserstoff vermehrt. Es ist daher auch nicht möglich gewesen, die Vermehrung des Fibrins in Entzündungen aus der Abnahme des Albumins direct abzuleiten, d. h. die Zunahme des Faserstoffs durch eine zu jähe Umwandlung des Albumins in Fibrin zu erklären, wie man dies wohl versucht hat. Jener Satz lässt sich nur so fassen: in denjenigen physiologischen und pathologischen Zuständen, welche von einer grössern oder geringern Vermehrung des Faserstoffs begleitet sind, pflegt man bei gleichzeitiger Abnahme der farbigen Blutkörperchen das Wasser des Blutes in sehr verschiedenem Grade vermehrt zu finden, keineswegs aber immer auch das Wasser des Serums; denn z. B. im acuten Gelenkrheumatismus, wo das Fibrin oft so sehr vermehrt ist, finden wir im Gegentheil den Wassergehalt des Blutes (relativ zu der Menge fester Serumbestandtheile) vermindert; bei Hydraemie

1) C. Schmidt, Charakteristik der Cholera. S. 116—151.

ist der Wassergehalt des Serums ausserordentlich vermehrt, während das Fibrin kaum die normalen Grenzen überschreitet.

Gehen wir zu dem Albumin über, von dessen Vorkommen und Verhalten im Blute im Allgemeinen schon (Th. 1, S. 326) die Rede gewesen ist.

Der Eiweissgehalt des Serums pflegt in der Regel mit den übrigen festen Bestandtheilen desselben zu- und abzunehmen; doch sind leider die meisten Blutuntersuchungen nur auf die Bestimmung des festen Serumrückstandes beschränkt, so dass über das Verhältniss desselben zum Albumingehalte oft gar nichts ermittelt ist; ja die meisten Untersuchungen krankhaften Bluts sind (bis auf die von *Scherer* und *C. Schmidt*) nicht recht schlussfertig, nicht blos weil die Bestimmungsweise des Albumins eine unpassende war, sondern auch, weil man das Verhältniss der Inter-cellularflüssigkeit zu den Blutzellen zu wenig berücksichtigte oder nicht genau zu erforschen verstand. Um einen wissenschaftlichen Schluss aus solchen Untersuchungen ziehen zu können, reicht es keineswegs blos hin, eine absolute oder relative Vermehrung oder Verminderung nachzuweisen; es ist vielmehr nothwendig, speciell zu ermitteln, in Bezug auf welche Bestandtheile des Blutes eine Zunahme oder Abnahme des Albumins stattgefunden hat; erst wenn diese an sich höchst wichtigen Verhältnisse bis ins Detail verfolgt sind, lässt sich durch Induction eine Folgerung auf die Art der pathologischen Umwandlungen begründen. Ein solches nach allen Richtungen hin ausgedehntes Studium der quantitativen Verhältnisse des Albumins im krankhaften Blute wird erst der Schlüssel, durch den wir eine wahre Humoralpathologie eröffnen können; gehen doch zweifelsohne vom Albumin alle Metamorphosen im Blute aus. Denken wir nur daran, durch wie vielfache Verhältnisse die Zahl des Albumins im Blute verändert werden kann, z. B. durch Vermehrung oder Verminderung des Serums, durch Zunahme und Abnahme von Wasser nicht blos, sondern auch von Salzen oder Extractivstoffen, durch Aufnahme von Albumin aus der übrigen Säftemasse oder durch Verluste von solchen durch Exsudate oder reichliche Excrete, durch reichliche Nahrung, durch Aufnahme von Bestandtheilen untergegangener Blutzellen u. s. w. Man überschau die Analysen, wo der Eiweissgehalt des Blutes wirklich nach einer guten Methode bestimmt ist, und man frage sich, ob man darnach jene Fragen zu beantworten sich erkühnen würde.

Der Albumingehalt des Venenblutes nimmt während der *Verdauung* bedeutend zu.

Im Serum des Jugularvenenblutes fand *Fr. Chr. Schmid* bei Pferden, welche längere Zeit vor dem Töden *gehungert* hatten, durchschnittlich = 6,68 %, bei solchen, welche vor der Tödtung gefüttert worden waren, = 9,08 %.

Im arteriellen Blute ist weniger Albumin enthalten als im *venösen*; dies fand schon vor längerer Zeit *Fz. Simon* und hat nächst andern For-

schern auch *Clement*¹⁾ neuerdings bestätigt. Im Serum venösen Pferdeblutes bestimmte ich 41,428% und in dem des arteriellen 9,247% Albumin. Im Serumrückstande des venösen Blutes kamen aber auf 100 Th. Albumin 45,3 Extractivstoffe und Salze, im arteriellen dagegen auf 100 Th. Albumin 45,7 Extractivstoffe.

Das Serum des *Pfortaderblutes* pflegt ärmer an Albumin zu sein, als das des *Jugularvenenblutes*; *Schmid* fand in dem von hungernden Pferden durchschnittlich = 5,19%, in dem von gesättigten = 6,71% Albumin; ich bei Pferden 5 und 10 Stunden nach der Fütterung zwischen 6,045 bis 6,997%. Im festen Rückstande des *Pfortaderblutserums* verhält sich meinen Untersuchungen nach (5 St. nach der Fütterung) das Albumin zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100 : 22,5.

Der Gehalt des *Lebervenenblutserums* an Albumin bei Pferden, mochten dieselben 5 oder 10 Stunden vorher gefüttert worden sein, schwankte nur zwischen 10,487% und 10,702%; das Serum des *Lebervenenblutes* ist also bei weitem reicher an Albumin als das der *Pfortader* und der *Jugularvene*; vergleicht man aber die andern festen Bestandtheile des *Serums* mit dem Albumin, so findet sich eine Verminderung des Albumins im Serum der *Lebervene* gegenüber dem der *Pfortader*; denn während ich in letzterer das Verhältniss von Albumin zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100 : 22,5 fand, war es in dem der *Lebervene* constant = 100 : 38,4. Dass aber das Albumin im *Lebervenenblute* nicht blos relativ, sondern auch absolut vermindert ist, geht auch aus der Zusammensetzung des *Gesamtblutes* hervor; im *Pfortaderblute* findet sich weit mehr Serum als im *Lebervenenblute*, so dass ich durchschnittlich das Verhältniss von Albumin des *Pfortaderblutes* zu dem der *Lebervene* = 3 : 2 fand.

Wenn die *Intercellularflüssigkeit* von 1000 Th. *Pfortaderblut* = 24,453 Th. Albumin enthielt, so wurden in der der *Lebervene* = 16,553 Th. gefunden; (= 100 : 67,7), in einem andern Falle war das Verhältniss = 29,606 : 49,806; (= 100 : 66,9), in einem dritten Falle (10 St. nach dem Füttern) = 44,380 : 32,447 (= 100 : 73,4). Es kann also diesen Zahlen nach nicht bezweifelt werden, dass in der *Leber* durchschnittlich 30,2% des diesem Organe zugeführten Albumins in andere Substanzen umgewandelt und wohl vorzugsweise zur *Zellenbildung* verwendet werden.

Dass *Simon*²⁾ im *Lebervenenblute* so wenig Blutkörperchen gefunden hat, liegt lediglich an der von ihm angewendeten, analytischen Methode.

Den Albumingehalt des *Serums* hat man in folgenden *Krankheiten* vermindert gefunden: in einfachen ephemeren und remittirenden Fiebern (nur wenig vermindert), bei heftigen Entzündungen im spätern Verlaufe des Typhus (*Becquerel* und *Rodier*) erheblich vermindert bei Skorbut (*Andral* und *Gavarret*, *Becquerel* und *Rodier*, *Favre*³⁾), bei Malaria (*Salvagnoli*

1) *Clement*, Compt. rend. T. 34, p. 290.

2) *Simon*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 22, S. 448.

3) *Favre*, Compt. rend. T. 25, p. 4436.

und *Gozzi*¹⁾, Puerperalfieber (*Scherer*²⁾, in Dysenterie (*Leonard* und *Folley*³⁾, *C. Schmidt*), in Bright'scher Krankheit und Hydrops aus verschiedenen organischen Leiden (*Becquerel* und *Rodier*, *C. Schmidt* u. A.). Vermehrt wurde der Albumingehalt des Serums gefunden: bei intermittirenden Fiebern (*Becquerel* und *Rodier*), nach drastischen Laxanzen und in der Cholera (*C. Schmidt*).

Was den Grad der Abnahme des Albumins in Wassersuchten betrifft, so stellen *Becquerel* und *Rodier*⁴⁾ den Satz auf, dass die Transsudation albuminöser Flüssigkeiten, d. h. Wassersucht beginnt, wenn der Gehalt des Serums an Albumin unter 6% sinkt, und dass sie in demselben Maasse wächst, als diese Zahl unter 6% herabsteigt.

Auf den Fettgehalt des Serums ist im Allgemeinen nur ein geringerer Werth gelegt worden, und wir wissen daher bei dem Mangel guter positiver Unterlagen nur sehr wenig über die wechselnden Verhältnisse dieser Stoffe in physiologischen und pathologischen Zuständen. In den meisten Fällen, wo eine Bestimmung des Fettes vorgenommen wurde, ist der Fettgehalt des Gesamtblutes ermittelt worden, so dass über dessen Vertheilung auf Blutzellen und Serum nicht viel vorliegt.

Der Gehalt des normalen Blutserums an Fett beträgt nach den Erfahrungen von *Simon*, *Nasse*, *Becquerel* und Anderen ungefähr 0,2%, und 2,22% des festen Serumrückstandes.

Ogleich der Genuss von Fett nach den früher erwähnten Untersuchungen von *Boussingault* keine Vermehrung des Fettes im Blute hervorzubringen scheint, so ist doch die Nahrung nicht ohne Einfluss auf den Fettgehalt des Blutes; denn man hat während der Dauer des Verdauungsprocesses nicht nur den Chylus und das Pfortaderblut reicher an Fett (neuerdings besonders *Bruch*⁵⁾, sondern zuweilen auch das Serum des Blutes im Allgemeinen von Fett sogar getrübt gefunden (*Thomson*⁶⁾). Auch fand *Schmid* im Serum gefütterter Pferde fast noch einmal soviel Fett als in dem hungernder.

Von einem Pferde, welches 3 Tage lang mit Stärkmehlbolis gefüttert worden war, hatte ich vor dieser Fütterung und nach dieser Fütterung aus der Carotis und aus der Jugularvene Blut entzogen, und dasselbe analysirt; in folgender Weise lässt sich das Resultat dieser Untersuchung rücksichtlich des Fettgehalts vielleicht am besten übersehen:

Fettgehalt des		vor der Fütterung	nach der Fütterung
Blutkuchens	aus der Carotis	1,996	1,665
	aus der Jugularvene	2,924	1,366
Serums	aus der Carotis	2,479	1,465
	aus der Jugularvene	2,984	2,326

1) *Salvagnoli* und *Gozzi*, *Gaz. di Milano*. No. 30. 1843.

2) *Scherer*, *Untersuchungen etc.* S. 74—96.

3) *Leonard* und *Folley*, *Rec. des mém. de chir. et de pharm. milit.* T. 60. 1846.

4) *Becquerel* und *Rodier*, *Gaz. de Paris* 1852. No. 26.

5) *Bruch*, *Zeitschr. f. wiss. Zoologie*. Bd. 4, S. 292.

6) *Thomson*, *Philos. Mag.* 3 S. T. 26, p. 322 u. 418.

Es leuchtet aus diesem Versuche nicht blos der constante Unterschied zwischen arteriellem und venösem Blute ein, sondern auch der Einfluss einer unvollkommenen Nahrung, wie die des reinen Stärkmehls, auf die Verminderung des Fettes im Blute. Die für den Fettgehalt des venösen Blutkuchens nach der Fütterung mit Stärkmehl erhaltene Zahl mag übrigens wohl auf einem Beobachtungsfehler beruhen.

Das Blut der Frauen ist nach *Becquerel* durchschnittlich etwas reicher an Fett, als das der Männer.

Im Serum des arteriellen Blutes ist weniger Fett enthalten, als in dem des venösen; meine Erfahrungen stimmen in dieser Hinsicht mit denen *Simon's* überein; so fand ich in dem arteriellen Serum eines Pferdes = 0,264% (oder 2,479% des festen Rückstandes), in dem venösen = 0,393% (oder 2,984% des festen Rückstandes). *Schmid* fand im *Jugularvenenblutserum* hungernder Pferde durchschnittlich nur 0,07% (0,93% des f. R.), in dem gefütterter = 0,43% (4,44% d. f. R.).

Es könnte hier die Differenz meiner Versuchsergebnisse und der von *Schmid* angeführten auffallen; ich muss aber bemerken, dass das Blut dieses Pferdes, welches zu vergleichenden Versuchen des arteriellen und venösen Blutes vor und nach einer 3tägigen Fütterung mit reinem Stärkmehl diente, fettreicher war, als ich selbst sonst das Pferdeblut gefunden; das leuchtet auch aus einem Vergleiche der weiter unten von mir für den Fettgehalt des Pfortader- und Lebervenenblutes angegebenen Zahlen ein, die theilweise geringer ausgefallen sind, während doch diese Blutarten sonst mehr Fett als das gewöhnliche arterielle oder venöse Blut enthalten. In den Blutzellen desselben Pferdes war, wie aus den weiter oben angeführten Zahlen zu ersehen ist, der Fettgehalt keineswegs in ähnlicher Weise vermehrt, so dass also der grössere Fettreichtum, durch den venöses wie arterielles Blut jenes Pferdes sich auszeichnete, nur auf das Serum beschränkt war. Ich finde übrigens in meinen Diarien nicht, dass das Blutserum dieses Pferdes trüb gewesen wäre oder unter dem Mikroskop Fetttropfen hätte wahrnehmen lassen.

Das Serum des *Pfortaderblutes* ist nach *Schultz* und *Simon* weit reicher an Fett, als das des *Jugularvenenblutes*; *Schmid* fand in dem von hungernden Pferden durchschnittlich 0,40% (4,36% des f. R.), in dem von gefütterten Pferden = 0,24% (2,06% des f. R.); ich fand in solchem Serum von Pferden, die 5 bis 10 St. vorher gefüttert worden waren, durchschnittlich 0,2843% Fett (3,645% des f. R.).

Nächst den von uns hier und früher mitgetheilten Thatsachen hat auch *Bruch*¹⁾ in neuester Zeit sich durch zahlreiche mikroskopische Beobachtungen überzeugt, dass das Pfortaderblut gefütterter, namentlich junger Thiere stets durch einen grossen Reichthum an Fettmoleculen ausgezeichnet ist.

Das Serum des *Lebervenenblutes* enthielt weniger Fett als das der Pfortader, aber weit mehr als das der Jugularvenen; durchschnittlich fand ich darin 0,2722% (= 2,568% des f. R.).

Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, dass bei einer Vergleichung des Gesamtblutes (Serum + Blutzellen) sich die Differenz im Fettgehalte beider Blutarten noch bedeutender herausstellt, da das Pfortaderblut überwiegend viel Serum, das

1) *C. Bruch*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 4, S. 292.

Lebervenenblut aber verhältnissmässig wenig enthält; man vergl. die S. 86 angeführten bezüglichen Zahlen.

Ueber den Fettgehalt des Serums in *Krankheiten* haben *Becquerel* und *Rodier* noch die sorgfältigsten Untersuchungen angestellt; es ergibt sich aus denselben, dass fast schon im Beginne jeder acuten Krankheit die Fette des Blutes vermehrt sind, vorzugsweise das Cholesterin. Unter den chronischen Krankheiten wurde das Fett und wiederum hauptsächlich das Cholesterin besonders bei Leberaffectionen, daher bei Ikterus und bei Trunksucht, so wie bei Bright'scher Krankheit, Tuberculose und Cholera vermehrt gefunden.

Im *Thierblute* scheint die Menge des Fettes unter scheinbar gleichen Verhältnissen sehr variabel zu sein; wenigstens hat oft ein und derselbe Beobachter (z. B. *Nasse*) im Blute derselben Thierspecies sehr verschiedene Quantitäten Fett gefunden.

*Nasse*¹⁾ fand im Blute der Ziegen und Schaafes am wenigsten Fett, etwas mehr in dem der Pferde; mehr bei Hunden; Schweinsblut enthielt aber nicht mehr als das der Hunde. Jüngerer Hunde Blut enthielt mehr Fett als das älterer; umgekehrt war jedoch das Verhältniss beim Ochsen und Kalbe.

Auch auf die Mengen der Extractivstoffe im Blutserum ist nur von wenigen Analytikern Rücksicht genommen worden; wenigstens wurden sie immer zugleich mit den Salzen bestimmt; ihre Zahl würde sich wohl aus manchen Analysen berechnen lassen, wenn man nicht fürchten müsste, einerseits durch Zurechnung des Verlustes der ganzen Analyse eine zu grosse Ziffer oder wegen geschehener unvollkommener Austrocknung eine bei weitem zu kleine Ziffer zu erhalten. Allein auch, wo die Menge der Extractivstoffe direct bestimmt wurde, finde ich nach eignen und fremden Untersuchungen deren Zahl sehr differirend, zwischen 0,25 und 0,42%. Wenn man erwägt, was alles zu den Extractivstoffen gezählt wird, und wie dieselben bald durch die Producte der progressiven, bald durch jene der regressiven Metamorphose vermehrt werden, so dürfte dies nicht zu verwundern sein.

Nasse hat im Blute von *Kindern* und *jungen Thieren* (gleich wie *Scherer* im Harn) mehr Extractivstoffe gefunden, als in dem Erwachsener; in dem von Menschen am meisten, etwas weniger in dem von Pferden und weit weniger in dem von Rindern.

Im *arteriellen* Blute sind nach den wenigen von mir mit Pferdeblut angestellten Untersuchungen mehr Extractivstoffe enthalten, als im venösen; während die festen Bestandtheile des venösen Blutserums durchschnittlich 3,617% Extractivstoffe enthielten, wurden in denen des arteriellen 5,374% gefunden.

Das Serum des *Pfortaderblutes* enthält mehr Extractivstoffe (stets salzfrei durch Einäschern der aetherischen, durch Wasser von Fett befreiten, alkoholischen und wässrigen Auszüge bestimmt), als das des Jugu-

1) *Nasse*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 48, S. 446.

larvenenblutes; am meisten Extractivstoffe enthält aber das Serum des *Lebervenenbluts*. Bei Pferden, die 5 bis 40 St. vorher gefressen hatten, fand ich durchschnittlich im festen Rückstande des Serums vom Pfortaderblut = 7,442% (salzfreie) Extractivstoffe; mehr noch (= 10%), wenn die Thiere 24 St. lang gehungert hatten; vom Lebervenenblute aber ziemlich constant etwas über 18% (18,1 bis 18,5%).

In *Krankheiten* hat man besonders bei Puerperalfieber (*Scherer*) und bei Skorbut die Extractivstoffe vermehrt gefunden.

Zur quantitativen Darlegung der im Blutserum enthaltenen Salze wäre es vor allen Dingen nothwendig, dass man genau das Verhältniss kenne, in welchem die Zahl der durch Einäschern erhaltenen Mineralstoffe zu der Zahl der im Blute praeformirten Salze steht, und in welcher Weise die Säuren und Basen der Asche in dem frischen Serum grupirt sind; wir wissen aber aus dem Früheren, dass wir je nach der Methode der Verkohlung und Einäschierung thierischer Substanzen die Asche leider oft sehr verschieden constituirt finden. Daher rührt es, dass trotz der Sorgfalt, welche so viele Forscher auf die Bestimmung des Salzgehaltes im Blute verwendet haben, die bezüglichen Resultate doch wenig vergleichbar unter einander oder wenigstens so beschaffen sind, dass sie uns verhindern, weitere Schlussfolgerungen darauf zu begründen.

Nach den besten Analysen dürfte die Asche des Serums etwa folgende Zusammensetzung haben:

Chlornatrium	= 61,087
Chlorkalium	= 4,054
Kohlensaures Natron	= 28,880
Phosphorsaures Natron ($\text{Na}_2 \text{P}$)	= 3,195
Schwefelsaures Kali	= 2,784
	<hr/>
	100,000.

Das Blutserum der Männer enthält durchschnittlich etwas mehr Salze, als das Blut der Frauen; das erstere durchschnittlich 8,8%, das letztere 8,1%; indessen ist die Breite, zwischen welcher die Schwankungen im Salzgehalte des Serums bei beiden *Geschlechtern* im normalen Zustande stattfinden, ziemlich ausgedehnt.

Nach *Nasse* und *Poggiale*¹⁾ sind im Serum Erwachsener mehr Salze enthalten, als in dem von Kindern oder jüngern Thieren.

Der Gehalt des Thierblutes an Salzen scheint nach den Untersuchungen von *Nasse* und *Poggiale* nicht von den diaetetischen Kategorien abzuhängen; das Blut der Katzen, Ziegen, Schaaf und Kälber enthält nach diesen Forschern am meisten Salze, dann folgt das Blut der Vögel, dann das der Menschen und Schweine; am wenigsten enthält aber das der Hunde und Kaninchen.

Nasse fand die meisten *Alkaliphosphate* in der Blutasche von Schweinen, Gänsen und Hühnern, am wenigsten in der von Ziegen und Schaafen; am meisten *schwefel-*

1) *Poggiale*, *Compt. rend.* T. 25, p. 409–413.

saures Natron in der von Schaafen, am wenigsten in der von Hühnern und Gänsen, die grösste Menge *kohlensaures Alkali* in der von Schaafen, die geringste in der von Gänsen und Hühnern, am meisten *Chloralkalien* in der von Ziegen und Hühnern, am wenigsten in der von Kaninchen.

Auch das Blutserum *verschiedener Gefässe* enthält verschiedene Mengen Salze; nach *Nasse's* und meinen eignen Erfahrungen enthält das arterielle Blutserum etwas mehr Salze als das venöse. *Schultz, Simon* und *Schmid* fanden im Pfortaderblute weit mehr Salze als im Jugularvenenblute (*Schmid* wenigstens die Hälfte mehr). Das Serum des Pfortaderblutes enthält aber auch bei weitem mehr Salze als das des Lebervenenblutes; während in ersterem bei Pferden durchschnittlich 0,850% (= 10% des festen Rückstandes) enthalten sind, finden sich in letzterem nur 0,725% (= 7% des f. R.). Nimmt man dazu, dass im Blute der Lebervene weit weniger Serum enthalten ist, als in dem der Pfortader, so erscheint das Blut der letzteren noch weit reicher an Salzen als das der ersteren.

Durch längern Genuss von kochsalzreichen Nahrungsmitteln wird das Blut reicher an Salzen und namentlich an Chlornatrium (*Poggiale* und *Plouviez*¹⁾).

*G. Zimmermann*²⁾ hat in 5 an Menschen angestellten Versuchen und einer an einem Pferde gemachten Beobachtung gefunden, dass in der letzten Portion Blut eines und desselben Aderlasses die löslichen Salze in grösserer Menge enthalten sind, als in der ersten Portion, dass diese Vermehrung sich aber hauptsächlich auf die Chloralkalien bezieht, während die übrigen Salze abgenommen haben.

In *Krankheiten* sind die alkalischen Salze des Blutes erheblichen Schwankungen unterworfen; indessen lassen auch hinsichtlich dieser die meisten der bisherigen Blutanalysen noch vieles zu wünschen übrig; es steht nur soviel fest, dass bei heftigen Entzündungen diese Salze sehr vermindert, bei acuten Exanthen dagegen und im Typhus sehr vermehrt gefunden werden. Ausserdem hat besonders *C. Schmidt* die erhebliche Verminderung der löslichen Salze im Serum des Cholerablutes, und deren Vermehrung bei Dysenterie, Bright'scher Krankheit und allen Arten von Hydrops und Hydraemie nachgewiesen. *Leonard* und *Folley* endlich, so wie *Salvagnoli* und *Gozzi* fanden in mehreren endemischen Krankheiten: Dysenterie, Malaria, bösartigen Wechselfiebern, Skorbut u. dergl. m. die Salze oft um das Doppelte vermehrt.

Höchst wichtig wäre es, den Gehalt des Blutes an Gasen unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen zu kennen; ja es scheint uns, dass gerade von diesem Punkte aus erst eine rationelle Untersuchung des Blutes ausgehen muss, ehe die übrige Constitution desselben uns ein höheres Interesse darbieten kann. Alle Schlüsse, die man

1) *Poggiale* und *Plouviez*, Compt rend. T. 25, p. 109—113.

2) *G. Zimmermann*, Heller's Arch. Bd. 3. S. 522—530.

aus den Analysen des Blutes ziehen zu dürfen glaubt, bleiben Conjecturen, so lange durch genaue Bestimmungen des Gasgehalts des Blutes nicht gewissermaassen die Probe auf das Exempel gemacht worden ist. Wer eine gute Blutanalyse anzustellen versteht, dem werden auch die Mittel nicht fehlen, eine quantitative Untersuchung der Gase des Blutes in Krankheiten auszuführen; ist eine solche Analyse auch schwierig, so ist sie doch ausführbar, sobald die nur scheinbar rationelle Mode, gar keinen Aderlass zu machen, unter den Aerzten nicht noch mehr um sich greift. Für jetzt ist ausser den schon oben S. 160 angeführten Zahlenresultaten, wie sie vorzüglich *Magnus* erhalten hat, nichts Sicheres bekannt.

Wir haben nur noch auf einige ungewöhnlichere oder sparsamere Bestandtheile des normalen oder krankhaften Blutes aufmerksam zu machen. Es wurde bereits oben des Zuckers als eines integrierenden Bestandtheils des Blutserums Erwähnung gethan. Im Rindsblute fand *C. Schmidt* 0,00069% bis 0,00074% gährungsfähigen Zucker, im Blute eines Hundes 0,0045%, im Blute einer Katze 0,0024%. Im Serum des Pfortaderblutes fand ich in den Fällen, wo bei den geringen Mengen desselben der Zucker nachweisbar war, 0,00038 bis 0,00052%, im Leber-venenblute 0,0044 bis 0,0059%; im Blute von Diabetikern, wo dessen Existenz schon öfter dargethan worden ist, habe ich nie mehr als 0,047% Zucker nachweisen können. Dieses ist um so auffallender, als *v. Becker*¹⁾ in Folge zahlreicher, in meinem Laboratorium ausgeführter und mehrfach abgeänderter Versuche gefunden hat, dass wenigstens bei Kaninchen Zucker nicht eher im Harn nachweisbar ist, als wenn das Blut ungefähr 0,5% Zucker enthält. Dass übrigens zuckerreiche Nahrung von Einfluss auf den Zuckergehalt des Blutes ist, hat *v. Becker* ebenfalls durch directe Versuche nachgewiesen. So fand er z. B. im Blute von nur mit Mohrrüben gefütterten Kaninchen 0,584% Zucker, während in dem mit Hafer gefütterter Thiere 0,109% und in dem seit 24 St. nüchternen Kaninchen nur 0,045% gefunden wurden. Im Blute eines Kaninchens, dem mehrere Stunden lang von Zeit zu Zeit so viel Zucker beigebracht worden war, dass derselbe in die festen Excremente überging, wurden 4,498% Zucker gefunden.

Dass die Nahrung einen directen Einfluss auf den Zuckergehalt des Blutes hat, war hier um so mehr hervorzuheben und durch directe Versuche zu erweisen, als gerade im Pfortaderblute weder von mir noch *O. Funke* noch *Bernard* Zucker nachgewiesen werden konnte. Man hätte sonst aller Unwahrscheinlichkeit ungeachtet leicht auf den Gedanken kommen können, aller Zucker, der im Blute gefunden wird, rühre nur von der Leber her, und der bei der Verdauung gebildete werde schon im Darmcanale anderweit umgewandelt. Im 3. Th. unter »Verdauung« kommen wir auf diesen Gegenstand zurück. Uebrigens beweist auch eine sorgfältige Beobachtung am Krankenbette, dass wenigstens bei Diabetikern zuckerhaltige Nahrung alsbald von Einfluss auf den Zuckergehalt des Harns sich zeigt.

Was die Bestimmung des Zuckergehaltes des Blutes betrifft, als Höhengrenze, wo noch kein Zucker in dem Harn erscheint, so hat dieselbe manche Schwierig-

1) *V. Becker*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Jahrg. 1853.

keiten, aus denen vielleicht auch erklärlich werden könnte, warum ich bei einem Diabetiker im Blute so bedeutend weniger Zucker fand, als *v. Becker* bei theils piquirten, theils bei andern Kaninchen fand, deren Blut zuckerreich gemacht worden war; bis jetzt fand *v. Becker*, dass bei einem Zuckergehalte des Bluts von 0,4 % in den Harn kein unveränderter Zucker übergang, wohl aber eine entschiedene Zuckerreaction im ausgepressten Harn wahrzunehmen war bei einem Gehalte des Bluts von 0,6%. Dass bei Kaninchen ein so hoher Zuckergehalt des Blutes nöthig ist, damit derselbe im Harn erscheint, während ich beim Diabetiker so wenig Zucker im Blute vorfand, könnte wohl von der verschiedenen Natur des Harns herrühren; der alkalische Harn des Kaninchens setzt, wie uns directe Versuche ausserhalb des Organismus lehrten, den Zucker weit schneller in Säure um, als der menschliche Harn; nimmt man nun noch dazu, dass der diabetische Harn so arm an gährungserregenden Stoffen ist, dass er nur sehr langsam in Gährung übergeht, so möchte wohl darin jene Differenz eine Deutung finden. Ich¹⁾ habe übrigens schon vor längerer Zeit nachgewiesen, dass der Harn bei ausgebildetem Diabetes frisch gelassen ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist, mehrere der gewöhnlichen Extractivstoffe normalen Harns gar nicht enthält, und erst beim Stehen an der Luft allmählig saure Reaction erhält.

Von den Quantitäten, in welchen nach *Garrod* im normalen und krankhaften Blute Harnsäure vorkommen soll, ist bereits Th. 4. S. 202 die Rede gewesen.

Der Harnstoffgehalt im Blute hat sich noch nicht quantitativ bestimmen lassen; wäre aber, wie behauptet worden ist, in 4 Unzen gesunden Blutes Harnstoff nachweisbar (Th. 4. S. 165), so würde derselbe gewiss in krankhaftem Blute mit Leichtigkeit bestimmt werden können: was aber nicht der Fall ist.

Kieselsäure hat zuerst *Henneberg* im Blute der Hühner nachgewiesen und *Millon* deren Mengen bestimmt (vergl. Th. 4. S. 404).

Von dem Gehalte des krankhaften Blutes an kohlensaurem Ammoniak wurde bereits im 4. Th. (S. 448) gesprochen; eine quantitative Bestimmung desselben ist nicht versucht worden. Zu dem früher Bemerkten haben wir nur hinzuzufügen, dass dasselbe neuerdings auch im Blute *Cholerakranker* von *C. Schmidt*, so wie auch von mir nachgewiesen worden ist. Während Harnstoff im Blute auch solcher *Cholerakranker* von mir nachgewiesen werden konnte, welche vor dem Eintritte jener Symptomengruppe, die man *Uraemie* nennt, unterlagen, fand ich stets das Blut ammoniakhaltig und die Magenschleimhaut im Leichname stark alkalisch, sobald die der *Uraemie* eigenthümlichen Cerebralsymptome eingetreten waren. Auch aus den analogen Erfahrungen, die ich am Blute *Bright'scher Kranker* und *Scarlatinakranker* gemacht habe, möchte ich den Schluss ziehen, dass nicht Harnstoff-, sondern Ammoniakgehalt des Blutes die Erscheinungen der *Uraemie* bedingt; dafür sprechen auch die Versuche *Cl. Bernard's* und *Barreswil's*²⁾, der bei Hunden die nachtheiligen Folgen der Nierenexstirpation erst dann eintreten sah, wenn der Magensaft alkalisch abgesondert wurde.

1) *Lehmann*, De urina diabetica. Diss. inaug. Lips. 1835.

2) *Cl. Bernard* und *Barreswil*, Arch. génér. de médec. Avril 1847.

*Stannius*¹⁾ fand nach Extirpation der Nieren und selbst nach gleichzeitiger Injection von Harnstoff in den Secretionen, d. h. im Magen- und Darmsafte, in der Galle niemals Harnstoff, wohl aber im serös-blutigen Exsudate der Bauchhöhle; dagegen wurde nach dem Tode der Thiere Magensaft und Galle, so wie alle Ausscheidungen ausserordentlich reich an Ammoniaksalzen gefunden; *Stannius* hat demnach den sichersten Beweis geliefert, dass wenigstens von blosser Harnstoffretention die Erscheinungen der Uraemie nicht herrühren können. *St.* läugnet übrigens die Möglichkeit des Uebergangs von Harnstoff in die Magenflüssigkeit gänzlich; ich glaube mich dagegen, gleich *Marchand*²⁾, von der Gegenwart dieses Stoffs im Mageninhalte und dem Ausgebrochenen nephrotomirter Hunde ganz entschieden überzeugt zu haben.

Die Mengen Gallenpigments, Gallensäuren und abnormer Pigmente, welche man zuweilen in krankhaftem Blute gefunden hat, haben nicht quantitativ bestimmt werden können.

Wir haben in dem Vorhergehenden eine Uebersicht über die quantitativen Verhältnisse der Blutbestandtheile unter verschiedenen äussern und innern Bedingungen zu geben versucht; wir haben dabei jeden einzelnen Bestandtheil für sich näher ins Auge gefasst und die Zunahme und Abnahme desselben verfolgt, so weit die bisherigen Untersuchungen ausreichten; wir glaubten, dass wir auf diesem Wege allein eine tiefere Einsicht in die Metamorphosen des Blutes und den thierischen Stoffwechsel überhaupt erlangen könnten; denn wie können wir über das Ganze Aufschluss erwarten, sobald nicht seine einzelnen Theile in allen ihren Beziehungen gehörig geprüft sind? Besteht doch der Stoffwechsel im Blute eben nur in den verschiedenen Beziehungen, in welche die Bestandtheile des Blutes unter verschiedenen Umständen in qualitativer und quantitativer Rücksicht zu einander treten. Wir hielten es daher (und aus den bereits S. 5 angeführten Gründen) für rationeller, für förderlicher dem Studium und der Wissenschaft, wenn wir in unserer Darstellung der Constitution des gesunden und krankhaften Blutes von seinen Bestandtheilen ausgingen, wenn wir das Blut nach chemischen Kategorien behandelten. Indessen dürfte doch eine kurze Zusammenstellung der bisher erlangten Ergebnisse der Blutuntersuchung nach physiologischen und einigen in der Pathologie recipirten Kategorien ebenso sehr die Uebersicht über das Ganze befördern, als die Anwendung auf einzelne physiologische und pathologische Prozesse erleichtern. Wir fügen daher, so unpassend an sich eine Wiederholung des bereits, wenn auch in anderer Form, Gesagten erscheinen mag, eine kurze Darlegung der verschiedenen Constitution des Blutes während verschiedener physiologischer und pathologischer Vorgänge bei, indem wir auf diese Weise zugleich der gewöhnlichen Behandlungsweise dieses Gegenstandes und den etwaigen Erwartungen der Praktiker Rechnung zu tragen versuchen.

Das Blut zeigt zunächst Verschiedenheiten seiner Zusammensetzung rücksichtlich des verschiedenen Geschlechts. Das Blut der Frauen ist meist etwas lichter roth gefärbt, als das der Männer; es ist specifisch leichter und entwickelt mit Schwefelsäure (nach *Barruel* und *C. Schmidt*) behandelt einen weniger intensiven Schweissgeruch; es enthält mehr Wasser als das des männlichen Geschlechts bei Menschen wie bei Thieren; hauptsächlich ist die Zahl der Blutkörperchen geringer; dagegen zeigt sich im Faserstoffgehalte des Blutes beider Geschlechter keine merkliche Differenz; daher wird das Serum geronnenen Frauenbluts überwiegender sein

1) *Stannius*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 9. S. 201—219.

2) *Marchand*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 9. S. 499.

über den Blutkuchen oder die Blutzellen als das von Männerblut. Weniger als das Gesamtblut unterscheidet sich das Serum des Blutes von beiden Geschlechtern; doch pflegt das des weiblichen in der Regel etwas mehr Wasser zu enthalten und demnach auch ein etwas geringeres specifisches Gewicht zu haben. Da das Serum im weiblichen Blute überwiegend ist, so findet sich in diesem durchschnittlich mehr Albumin als im cruorreichen männlichen Blute; dasselbe Verhältniss gilt auch von den meisten andern Bestandtheilen des Serums, z. B. den Fetten und Extractivstoffen; anders verhält es sich mit den Salzen; vergleichen wir das Serum des männlichen Bluts mit dem weiblichen, so ergeben sich für ersteres mehr Salze; wird dagegen das Gesamtblut beider Geschlechter verglichen, so finden sich im weiblichen mehr lösliche Salze.

Die Schwangerschaft pflegt folgende Einwirkung auf die Constitution des Bluts der Frauen auszuüben: es ist meist dunkler gefärbt als im nichtschwangeren Zustande; das specifische Gewicht desselben sinkt, da es reicher an Wasser und bedeutend ärmer an farbigen Blutkörperchen wird; der Gehalt an Fibrin ist relativ vermehrt, weshalb in dieser Periode des weiblichen Lebens das Blut beim Gerinnen meist einen sehr kleinen Blutkuchen und oft eine oberflächliche Fibrinschicht bildet. Der Eiweissgehalt des Blutserums ist ebenfalls vermindert. Rücksichtlich der Fette und Salze liegen keine sicheren Unterlagen vor. Bemerkenswerth ist, dass nach *Guillot* und *Leblanc*, so wie *Panum* jener Stoff, den sie für Casein ansprechen, zu Ende der Schwangerschaft und im Anfange des Wochenbettes im Frauenblute in erheblich vermehrter Menge enthalten ist.

Das Blut im kindlichen Alter, namentlich von Neugeborenen, zeichnet sich durch einen grössern Reichthum an festen Bestandtheilen aus, besonders an Blutkörperchen und Eisen, während es ärmer an Fibrin ist, Fett und Eiweiss aber in ziemlich gleicher Menge wie das Erwachsener, dagegen weit mehr Extractivstoffe und weniger Salze enthält.

Im höhern Alter und beim weiblichen Geschlechte nach dem Ausbleiben der Menstruation wird das Blut ärmer an Blutkörperchen, auch das Serum wird ärmer an festen Bestandtheilen; das Cholesterin soll dagegen etwas zunehmen.

Suchen wir das Blut der Wirbelthiere seiner Zusammensetzung nach zu vergleichen, so ergiebt sich zuerst, dass unter den *Säugethieren* die *Omnivoren* am meisten Blutkörperchen und dem entsprechend das meiste Eisen und die meisten löslichen Phosphate enthalten; Fibrin findet sich ebenfalls in grösserer Menge, als in dem Blute einer andern diaetischen Kategorie; auch die festen Bestandtheile des Serums sind im Blute dieser Thiere überwiegend; an Salzgehalt steht das Serum der *Omnivoren* dem vieler anderen Säugethiere nach.

Die *Carnivoren* enthalten im Allgemeinen nicht viel weniger Blutzellen als die *Omnivoren*; Faserstoff findet sich in geringerer, Fett dagegen in grösserer Menge im Blute dieser Thiergruppe, als in dem der *Herbivo-*

ren. Rücksichtlich der andern Blutbestandtheile ist bei verschiedenen Species dieser Classe das quantitative Verhältniss ziemlich verschieden; dasselbe gilt auch von dem Blute der *Herbivoren*, das durchschnittlich etwas weniger Blutkörperchen als das der Fleischfresser enthält, aber bei verschiedenen Species ebenso grossen Schwankungen, wie dieses, unterliegt. Indessen lässt ein genaueres Studium erwarten, dass doch noch bestimmtere Unterschiede zwischen der Zusammensetzung des Blutes dieser drei Thiergruppen ermittelt werden können.

Das Blut der Vögel ist reich an Blutkörperchen und steht in dieser Hinsicht dem des Schweines am nächsten; es enthält aber mehr Fibrin und Fett, dagegen weniger Eiweiss als das der Säugethiere.

Das Blut der kaltblütigen Wirbelthiere ist bei weitem ärmer an Blutkörperchen und reicher an Wasser, als das aller andern Vertebraten.

Obgleich die Weichthiere noch ein Gefässsystem, aus Arterien und Venen bestehend, und ein Aortenherz besitzen, so ist das Blut dieser Thiere doch sehr von dem der nächst höhern Thierclassen verschieden; es bildet einen weissen oder bläulichen Saft. C. Schmidt¹⁾ fand das Blut der Teichmuschel (*Anodonta cygnea*) farblos und schwach alkalisch; es schied ein blasses Faserstoffgerinnsel aus und setzte beim Verdunsten schöne dem Gaylyssit ähnliche Krystalle ab, welche aus kohlen-saurem Kalk und etwas kohlen-saurem Natron bestanden; das Albumin war grösstentheils an Kalk gebunden; dieses Blut enthielt nur 0,854% fester Bestandtheile und darunter 0,033 Th. fibrinähnlicher Substanz, 0,565 Th. Albumin, 0,489 Th. Kalk, 0,033 Th. phosphorsaures Natron, Chlornatrium und Gyps und 0,034 Th. phosphorsauren Kalk.

E. Harless und v. Bibra²⁾ untersuchten das Blut von *Helix pomatia* und das einiger Cephalopoden (*Loligo* und *Eledone*), sowie mehrerer Tunicaten (namentlich einiger Ascidien). Das Blut der Weinbergsschnecke enthielt ihren Untersuchungen nach 8,398% organische und 6,42% mineralische Substanzen, unter letzteren 0,033 Kupferoxyd. Dieses Blut zeichnet sich besonders dadurch aus, dass es an der Luft durch den Zutritt von Sauerstoff blau, durch Kohlensäure aber wieder farblos wird; Alkohol gibt ein farbloses Coagulum; Ammoniak hebt die blaue Farbe auf, Neutralisation mit Salzsäure stellt sie wieder her; Alaun und Ammoniak praecipitiren das blaue Pigment; schon bei 50° wird dasselbe zerstört. Das Blut der Ascidien und Cephalopoden verhielt sich rücksichtlich der Färbung gerade umgekehrt wie das der Weinbergsschnecke; es wurde weder durch Sauerstoff noch durch Stickstoff blau gefärbt, wohl aber durch Kohlensäure und zwar sehr intensiv; durch Sauerstoff verschwand die blaue Färbung nur zum grössten Theile, Aether und Alkohol machten das ursprünglich farblose Blut augenblicklich blau. Bibra fand in solchem Blute 4,7% organische und 2,63% mineralische Stoffe, darunter kein Ei-

1) C. Schmidt, Zur vergleichenden Physiol. Mitau 1846. S. 58—60.

2) E. Harless und v. Bibra, Müller's Arch. 1847. Nr. 2. S. 448—457.

sen, wohl aber Kupfer. Neuerdings hat auch *Genth*¹⁾ die Asche des Blutes von *Limulus Cyclops*, welches frisch eine himmelblaue Farbe hat, untersucht und einen bedeutenden Kupfergehalt neben einem geringen Eisengehalte nachgewiesen; er fand in der Asche solchen Blutes 0,297%, das andre Mal 0,083% Kupferoxyd neben Spuren von Eisenoxyd, 72,907% Chlornatrium (d. a. M. 83,507%), 0,683% Phosphorsäure (d. a. M. 0,284%) u. s. w. Das Blut hatte übrigens ein spezifisches Gewicht von 4,0347 und lieferte 3,327% feste Aschenbestandtheile.

Ueber das Blut der Insecten und zwar der Lepidopteren im Zustande der Larve habe ich²⁾ einige Versuche angestellt. Sobald man die Haut einer Raupe an der Bauchseite durchschneidet, quillt ein glasbeller, dickflüssiger, schwachgelblich grün gefärbter Saft hervor; in diesem erkennt man immer unter dem Mikroskop rundliche Zellen ohne deutlichen Kern, deren Hüllenmembran gleich der der Eiterkörperchen wie getüpfelt erscheint, im Durchmesser $\frac{1}{350}$ ''' bis $\frac{1}{200}$ '''; verdünnte Essigsäure lässt diese Zellen unverändert, concentrirte löst sie auf; durch Aetzkali werden sie, gleich den meisten Zellen und selbst den Hefekügelchen, in Haufen zusammengeklebt, etwas aufgelockert, verzerrt und mehr körnig, so dass sie den Körnchenzellen gleichen. Salmiak verändert sie nicht. Ausser diesen Zellen finden sich häufig, jedoch nicht immer, grössere, rundliche und ovale Zellen mit deutlichem Kern, nicht unähnlich manchen Pflaster-epithelialzellen; durch Essigsäure oder Aetzkali werden diese nicht verändert. Seltner finden sich birnförmige, spindelförmige und andre unregelmässig geformte Zellen. Fettbläschen fehlen nie in jener Flüssigkeit; diese könnte man von dem den Magen umhüllenden Fettpolster herleiten, wenn sie nicht auch in der Flüssigkeit des Rückengefässes enthalten wären.

Die Intercellularflüssigkeit des Insectenblutes färbt sich an der Luft dunkelbraungrün bis schwarz und trübt sich dabei unter Ausscheidung feinsten Molecularkörnchen; sie reagirt schwach alkalisch, entwickelt an der Luft sehr bald Ammoniak, gerinnt beim Kochen sowohl als auf Zusatz von Mineralsäuren oder wässriger Jodlösung ohne Abscheidung eines Serums zu einer dichten weissen Masse; auch durch Wasser wird sie getrübt und gleicht dann unter dem Mikroskope einem feinkörnigen Brei, in dem zuweilen lange Fäden sich kenntlich machen; Salmiak löst die Trübung nicht wieder auf, durch Aetzkali oder Essigsäure wird sie nur wenig gehoben; verdünnte Essigsäure macht die unvermischte Flüssigkeit gelatiniren, hebt aber die schwarzgrüne Farbe, wenn sie an der Luft schon eingetreten, wieder auf. Auch Aetzkali verwandelt die klare Flüssigkeit in eine farblose zusammenhängende Gallert. Zuweilen, jedoch nicht immer, lässt sich Zucker in jener Flüssigkeit nachweisen. Da die Raupen wohl unter allen Thieren das meiste Fett in kürzester Zeit erzeugen, so ist auch ihr Blut am fettreichsten; es enthielt in einem Versuche

1) *Genth*, Keller's u. Tiedemann's Nordam. Monatsschr. Bd. 3. S. 438—444.

2) *Lehmann*, Göschen's Jahresb. B. 2. S. 49.

27,5% des festen Rückstandes. Die Flüssigkeit des Rückengefässes der Insecten scheint nicht wesentlich verschieden von dem eben beschriebenen Saft zu sein; sie enthält ganz dieselben Elemente wie dieser, nur scheinen in ihm die kernhaltigen, in Essigsäure und Aetzkali unveränderlichen Zellen zu fehlen.

Das Blut der Arterien unterscheidet sich von dem der Venen durch eine geringere Menge den Blutzellen angehöriger fester Bestandtheile; dieselben enthalten aber relativ mehr Haematin und Salze als die Blutzellen venösen Blutes, aber bei weitem weniger Fett. Die Interzellularflüssigkeit des Arterienblutes ist etwas reicher an Fibrin, als die des Venenblutes; das Serum des ersteren enthält etwas mehr Wasser und daher weniger Albumin; denn vergleicht man die festen Rückstände des Serums beider Blutarten rücksichtlich ihres Albumingehalts, so berechnet sich für jedes gleich viel Albumin; anders verhält es sich mit den Fetten, Extractivstoffen und Salzen; die Fette sind im arteriellen flüssigen Serum und auch in dessen festem Rückstande sehr vermindert, die Extractivstoffe erheblich, die Salze nur wenig vermehrt. Uebrigens enthält das Arterienblut relativ mehr freien Sauerstoff als das Venenblut.

Das Pfortaderblut hat je nach dem Ablaufe des Verdauungsprocesses eine verschiedene Constitution; *während der Verdauung* ist es, wenn gleichzeitig getrunken wird, reicher an Wasser und Interzellularflüssigkeit; die Zahl der Blutkörperchen ist daher gering, das Fibrin ein wenig, Fett erheblich, Albumin, Extractivstoffe und Salze mässig vermehrt; das Fibrin ist übrigens während der Verdauung ganz so beschaffen wie das anderer Gefässe, während es ausser der Verdauungszeit leicht zerreisbar ist und nur einen lockern, bald zerfliessenden Blutkuchen bildet.

Im Vergleich mit dem Jugularvenenblute ist das Pfortaderblut stets ärmer an Blutzellen sowie an festen Bestandtheilen überhaupt; die Blutzellen sind zum Theil flockig und werden ausserhalb des Körpers leicht verzerrt und zackig; sie sind reicher an Haematin und ärmer an Globulin, enthalten aber doppelt so viel Fett als die Zellen des Jugularvenenblutes. Die Interzellularflüssigkeit enthält einen fettreicheren Faserstoff, dessen Menge jedoch weit geringer ist, als im Blute der Jugularvene; das Serum enthält durchschnittlich weniger feste Bestandtheile, namentlich Albumin, dagegen mehr Fett, Extractivstoffe und Salze. Gallenstoffe sind im Pfortaderblute nicht nachzuweisen, Zucker nur selten.

Das Lebervenenblut hat eine von dem Blute jedes andern Gefässes durchaus verschiedene Constitution; im Vergleich zum Pfortaderblute ist es bei weitem ärmer an Wasser; setzt man die festen Bestandtheile in beiden Blutarten gleich, so verhält sich der Wassergehalt des Pfortaderblutes zu dem des Lebervenenblutes während der Verdauung ohne viel Getränk = 4:3, nach vollendeter Verdauung oft = 42:5. Der Blutkuchen des Lebervenenblutes ist voluminös und leicht zerrührbar; wenn 100 Th. Pfortaderblut = 34 Th. Serum abscheiden, so geben 400 Th.

Lebervenenblut nur 15 Th. Serum. Das Lebervenenblut ist bei weitem reicher an Blutzellen, als das der Pfortader, und zwar ebensowohl an farbigen, als an farblosen; die letzteren finden sich in den verschiedensten Grössen und Gestalten (F. T. 9 F. 5); die ersteren sind in Haufen von deutlich violettrother Farbe; ihre Hüllen werden durch Wasser weniger leicht zerstört, als die des Bluts anderer Gefässe; wenn im entsprechenden Pfortaderblute auf 100 Th. Intercellularflüssigkeit 444 Th. feuchter Blutzellen kommen, so finden sich im Lebervenenblute auf 100 Th. Intercellularflüssigkeit = 347 Th. Blutzellen. Die Blutzellen des Lebervenenblutes sind ärmer an Fett und an Salzen, besonders aber arm an Haematin oder wenigstens an Eisen, dagegen etwas reicher an Extractivstoffen. Ihr specifisches Gewicht ist höher als das der Pfortaderblutzellen (trotz des verminderten Eisengehalts); vergleicht man das Eigengewicht beider Blutarten aber mit dem Serum, so sind die der Lebervenen ihrem Serum gegenüber leichter, als die des Pfortaderblutes dessen Serum gegenüber. Die Intercellularflüssigkeit des Lebervenenblutes ist bei weitem dichter, als die des Pfortaderblutes; dem entsprechend enthält sie viel mehr feste Bestandtheile; das Fibrin aber fehlt ihr entweder ganz oder ist nur in verschwindend kleinen Mengen vorhanden. Wenn im Pfortaderserum auf 100 Th. Wasser = 8,4 Th. fester Stoffe kommen, so sind im Lebervenen-serum neben 100 Th. Wasser = 14,8 Th. fester Materien enthalten. Vergleichen wir aber die festen Bestandtheile des Serums beider Blutarten unter sich, so finden wir zunächst weniger Albumin und Fett im Lebervenenblute und weit weniger Salze, dagegen ist die Menge der Extractivstoffe und darunter der Zucker erheblich vermehrt. Im festen Rückstande des Lebervenenblutes von Pferden fand ich (in drei Bestimmungen, indem das alkoholische Extract mit Hefe in Gährung versetzt und aus der entwickelten Kohlensäure der Zucker = $C_{12} H_{12} O_{12}$ berechnet wurde), = 0,635, 0,893 und 0,776% Zucker, während ich im Rückstande des entsprechenden Pfortaderblutes nur einmal Zucker nachzuweisen vermochte und darin nur 0,055% vorfand.

Das Milzvenenblut, welches nur von *Béclard*¹⁾ und *O. Funke*²⁾ chemisch untersucht und mit dem Jugularvenenblute bei Pferden und Hunden verglichen worden ist, enthält mehr Wasser als das Blut der letztern Vene (im Mittel von 44 Untersuchungen bei Hunden = 77,845% schwankend zwischen 74,630 und 82,684%; das entsprechende Jugularvenenblut enthielt durchschnittlich 4,608% Wasser weniger, als das der Milzvene; in 2 an Pferdeblut angestellten Paralleluntersuchungen enthielt das Milzvenenblut 0,4 bis 0,5% mehr Wasser, als das Jugularvenenblut); die Blutkörperchen sind etwas vermindert im Milzvenenblute, dagegen das Fibrin und der Serumrückstand etwas vermehrt. *Funke's* sehr sorgfältige Untersuchungen des Milzvenenblutes von Pferden haben leider we-

1) *Béclard*, Gazette médic. 1848. Janv. Nr. 4. p. 22.

2) *O. Funke*, Zeitschr. f. rat. Medicin. Neue Folge. Bd. 4, S. 172—218.

der eine Bestätigung noch eine Widerlegung der *Béclard'schen* Schlussfolgerungen geliefert; gegenüber den von mir angestellten Untersuchungen des Arterienbluts derselben Thiere (von denen das Milzvenenblut entlehnt worden war) zeigten sich so differente Resultate, dass auch nicht über einen einzigen Punkt eine allgemeinere Schlussfolgerung statthaft war. Der aus der Milz ausgepresste Saft, welchen *J. Scherer*¹⁾ analysirte, bestand grösstentheils aus Blut, den Milzcapillaren entsprossen; *Scherer* fand darin neben den albuminösen Materien und Salzen Lienin, Hypoxanthin, zweierlei verschiedene eisenhaltige Pigmente, sehr viel freies, nicht an einen Farbstoff gebundenes Eisen, Essigsäure, Ameisensäure und Milchsäure (vergl. unten Blut bei *Leuchaemie*).

Jene Untersuchung *Funke's* liefert uns wenigstens den Beweis, dass man in seinen Schlussfolgerungen aus einzelnen Analysen und Untersuchungen einzelner Flüssigkeiten ohne Berücksichtigung der gleichzeitigen Constitution andrer thierischer Säfte äusserst vorsichtig sein muss. Mancher hübsche Schluss hätte aus den Analysen des Milzvenenblutes gezogen werden können, wenn nicht gleichzeitig das Arterienblut damit vergleichbar gewesen wäre.

*Ecker*²⁾ fand übrigens im Milzvenenblute die von *Kölliker* in dem Milzsaft entdeckten Blutkörperchen enthaltenden Zellen; namentlich war das Milzvenenblut der Pferde reich daran; von einer Hülle waren 4 bis 5 Blutkörperchen oder kleine gelbe Körnchen eingeschlossen. *Funke* fand nur ein einziges Mal eine blutkörperchenhaltige Zelle im Milzvenenblute (*F. T. 9. F. 6*), im Uebrigen aber dieselben morphologischen Elemente, wie *Ecker*, namentlich die verschieden gestalteten farblosen Körperchen verschiedener Grösse bald in begrenzten Haufen bald mehr isolirt.

Das Menstrualblut enthält, wie *Jul. Vogel*³⁾ an einem mit Prolapsus uteri behafteten Individuum nachgewiesen und neuerdings auch *C. Schmidt*⁴⁾ gefunden hat, keinen Faserstoff; es liefert ein farbloses, deutlich alkalisches Serum und einen rothen Absatz von Blutkörperchen; ausser den rothen Zellen finden sich auch viele farblose darin, aber keine Spur von sg. Faserstoffschollen. Es enthält ungefähr 46% fester Bestandtheile.

Henle glaubt, dass das Menstrualblut nur deshalb nicht zu gerinnen scheine, weil jeder einzelne Tropfen für sich ein Coagulum bilde, so dass die Summe der Tropfen dann immer eine ziemlich flüssige Masse darstelle: allein mikroskopisch ist in dem gewöhnlichen Menstrualblute keine coagulirte Substanz neben und zwischen den Blutkörperchen wahrzunehmen. Dagegen hat *E. H. Weber* in dem Leichname eines Mädchens, das sich während der Menstruationsperiode selbst getödtet hatte, geronnenes Blut auf der Uterinschleimhaut gefunden.

Das Blut der Placentargefässe enthält nach *Stas*⁵⁾ wenig Albumin und Fibrin, an deren Stelle aber sehr viel sogenanntes Casein (vergl. Th. 1. S. 359). Auch glaubt *Stas* Harnstoff in solchem Blute gefunden zu haben.

1) *J. Scherer*, Verh. d. physik.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 323.

2) *Ecker*, R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. 4, S. 146.

3) *Jul. Vogel*, R. Wagner's Lehrb. d. Physiol. 2. Aufl. S. 230.

4) *C. Schmidt*, Diagnostik verdächtiger Flecke. Mitau u. Leipzig 1848. S. 8 u. 41.

5) *Stas*, Compt. rend. T. 31, p. 630.

Während der Verdauung wird das Blut reicher an festen Bestandtheilen; die Zunahme verbreitet sich ziemlich gleichförmig auf Blutzellen und Plasma; die farblosen Zellen sind aber relativ zahlreicher als die farbigen; die Blutzellen gewinnen an festen Bestandtheilen überhaupt, verlieren aber relativ an Haematin (*Fr. Chr. Schmid*); der Faserstoff der Interellularflüssigkeit wird kaum merklich vermehrt, pflegt aber etwas langsamer zu gerinnen und daher leichter eine Cruste auf dem Blutkuchen zu bilden; übrigens ist er reicher an Fett, als im Blute nüchternen Thiere; das Serum ist dichter, zuweilen sogar milchig getrübt von Fettbläschen und farblosen Blutzellen; auch im Serum ist das Fett, das Albumin, die Extractivstoffe und Salze in ziemlich gleichen Proportionen vermehrt.

Längeres Hungern, starke Blut- oder andre Säfteverluste haben ganz analoge Wirkung auf die Constitution des Blutes, so auch Stoffe, welche die Verdauung oder Resorption und Blutbildung beeinträchtigen, z. B. manche Metallsalze, vorzugsweise Bleipräparate, Säuren u. dergl. mehr. In diesen Zuständen nimmt die Zahl der Blutkörperchen verschiedenem Grade ab, das Plasma wird wässriger, namentlich an Albumin und andern organischen Bestandtheilen ärmer, dagegen reicher an Salzen; das Blut hat ziemlich dieselbe Mischung wie das Blut sog. Anaemischer.

Insbesondere hat *C. Schmidt*¹⁾ durch ebenso sorgfältige als zahlreiche Versuche den Satz zu erhärten gesucht, dass bei Verlust von Albumin aus dem Blute die Stelle desselben durch in gewisser Beziehung correspondirende Mengen von Salzen, namentlich Chlornatrium, vertreten wird. Wir finden nämlich überall, wo Albumin aus dem Blute verloren geht, sei es durch zufällige oder absichtliche Blutentziehungen, durch krankhafte Ausscheidung mittelst der Capillaren seröser Häute (Hydrops) oder mittelst der Nieren (Albuminurie) oder durch andre Säfteverluste, deren Wirkung sich durch eine Albuminverminderung im Blute reflectirt, dass gewisse Quantitäten im Blute fehlenden Albumins durch gewisse Mengen von löslichen Salzen ersetzt werden, wobei jedoch in Anschlag zu bringen, dass die Salze immer von einer andern bestimmten Quantität Wasser begleitet zu sein pflegen, als das Albumin. Einen neuen Beweis für die Richtigkeit dieser Erfahrungen haben jüngst die Versuche von *Kierulf*²⁾ geliefert, indem er fand, dass nach bedeutenden Wasserinjectionen in die Venen der Salzgehalt des Blutes rasch und dauernd zunimmt.

Den Einfluss der Blutentziehung auf die Blutconstitution betreffend, haben *Nasse* an gesunden Thieren, *Becquerel* und *Rodier*, *Zimmermann* und *Andre* an kranken Menschen zahlreiche Versuche angestellt: die spezifische Wärme sowie das spezifische Gewicht des Blutes werden geringer, die Farbe heller roth; das Blut gerinnt früher, presst aber das Serum

1) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera. S. 69.

2) *Kierulf*, Mitth. d. naturf. Ges. z. Zürich. Juli 1852.

weniger vollkommen aus; das Serum wird röthlich trüb oder weisslich; die rothen Blutkörperchen, deren Zahl sehr vermindert wird, zeigen grössere Neigung zusammenzukleben; die farblosen Blutzellen werden zahlreicher (*Nasse, Remak*); der Wassergehalt vermehrt sich bedeutend, in dessen wird mit jedem Aderlasse das Blut ärmer an Blutzellen als an festen Serumbestandtheilen; die Faserstoffmenge wird bei gesunden Thieren kaum vermehrt, in Krankheiten ist sie von der Blutentziehung gänzlich unabhängig; die Blutzellen werden ärmer an Globulin und daher relativ reicher an Haematin (*C. Schmidt*).

Hiermit steht in einigem Zusammenhange die verschiedene Constitution der einzelnen Portionen Blut eines und desselben Aderlasses, die vorzüglich von *Prevost* und *Dumas*, *Zimmermann* sowie von *Becquerel* und *Rodier* untersucht worden ist. Nach Verlust der ersten Portion Blut (circa 400 grm.) sind die festen Bestandtheile des Bluts in der zweiten Portion in keinem Falle vermehrt, sondern sie nehmen immer fast gleichmässig ab, wogegen eine dritte Portion in vielen Fällen im Verhältniss zur zweiten eine Zunahme an fester Substanz zeigt (*Zimmermann*). Die Abnahme der festen Substanz hängt von der Flüssigkeitsresorption ab; dieselbe besteht jedoch natürlich nicht in der Aufnahme reinen Wassers, sondern in der von Lymphe, flüssigem Exsudate und parenchymatöser Flüssigkeit, die leichter sind als das Blut. Die Grösse der Wasseraufnahme ist aber in speciellen Fällen sehr verschieden. In *Becquerel's* Versuchen nahm der Wassergehalt des Bluts mit jeder Portion später ausfliessenden Blutes fast gleichmässig zu.

Entzündliche Krankheiten bedingen constant eine Vermehrung des Fibrins, jedoch nur, wenn die Entzündung von Fieber begleitet ist. Am meisten und constantesten steigt die Ziffer des Faserstoffs im acuten Gelenkrheumatismus und in Pneumonien. Die Entzündung eines Gewebes braucht nicht sehr ausgedehnt zu sein, um schon eine bedeutende Vermehrung des Fibrins herbeizuführen, z. B. erysipelatöse Entzündungen. In jeder einzelnen Krankheit steigt der Faserstoffgehalt des Blutes mit dem Grade und mit der Dauer der Entzündung. Die Vermehrung dieses Stoffs ist unabhängig vom Kräftezustande des Kranken ebensowohl als von der Zu- oder Abnahme der andern festen Stoffe des Blutes. Selbst bei vollkommenster Anaemie oder Hydraemie bedingt Entzündung noch Zunahme des Fibrins. Da das Blut in Leichnamen an acuten Hirnleiden Verstorbener nie coagulirt gefunden wird, so scheint es nicht überflüssig, zu bemerken, dass bei Meningitis u. s. w. das dem Lebenden entzogene Blut ebenso reich an Fibrin gefunden wird, als bei jeder andern Entzündung.

Während des fieberhaften Entzündungsprocesses nimmt die Zahl der farbigen Blutzellen ab; diese Verminderung erreicht jedoch nie einen hohen Grad, wenn nicht gleichzeitig andre pathologische Processe eine erhebliche Abnahme der Blutzellen mit sich führen. Bei erheblicher Zunahme des Fibrins wird oft kaum eine Verminderung der Blutzellen beobachtet.

Je heftiger eine Entzündung auftritt, desto mehr fällt die Verminderung der festen Bestandtheile des Serums in die Augen; sie ist um so bedeutender, je massigere Exsudate ausgeschieden worden sind. War

das Exsudat nicht erheblich, so hat man oft auch keine Verminderung der festen Bestandtheile beobachtet, ja sogar zuweilen eine geringe Vermehrung derselben (z. B. bei Bronchitis). Die Verminderung des Serumrückstandes rührt lediglich von der Abnahme des Albumins her; denn die Salze fand' man im Serum unverändert, ja die Fette oder vielmehr das Cholesterin sogar bedeutend vermehrt.

Ob jene die meisten acuten Krankheiten begleitende Symptomen-Gruppe, die man Fieber nennt, von gewissen constanten Veränderungen in den relativen Mengen der Blutbestandtheile begleitet sei, muss zur Zeit dahingestellt bleiben; nur so viel ist durch alle Untersuchungen dargethan, dass der so leicht veränderliche Faserstoffgehalt des Blutes durch das Fieber als solches durchaus nicht vermehrt noch auch vermindert wird. Ob jene Blutmischung, welche *Becquerel* und *Rodier* im Entwicklungsstadium jeder acuten Krankheit gefunden haben wollen, als dem Fieber eigenthümlich anzusehen ist, lässt sich nach den vorliegenden Untersuchungen nicht entscheiden. Diese Blutmischung soll aber nach genannten Autoren folgende sein: das Blut ist im Allgemeinen etwas wasserhaltiger, als normales; die Körperchen sind etwas vermindert, unter den Fetten vorzugsweise das Cholesterin und die phosphorhaltigen vermehrt; Extractivstoffe und lösliche Salze finden sich in normaler Quantität, wogegen die phosphorsauren Erden sehr vermehrt sind.

Bei sogenannten einfachen ephemeren und remittirenden Fiebern fanden aber dieselben Forscher gerade die Blutkörperchen in normaler Menge, so auch den Faserstoff und die löslichen Salze des Serums; nur das Albumin war um ein geringes vermindert und das Cholesterin vermehrt.

Bei leichten intermittirenden Fiebern fand *Zimmermann* den Faserstoff nur selten etwas vermehrt, häufiger noch vermindert, gewöhnlich aber in normalem Verhältnisse; der Faserstoff schien in geradem Verhältniss zur Dauer des Fiebers zuzunehmen. *Becquerel* und *Rodier* fanden in Wechselfiebern in der Mehrzahl der Fälle das Fibrin vermindert.

In endemischen Wechselfiebern sind die Blutkörperchen fast nur bei Recidiven wesentlich vermindert, oft aber vermehrt; Faserstoff nur bei entzündlicher Affection vermehrt, niemals vermindert; die Serumbestandtheile nehmen zu, wenn die Krankheit einen intermittirenden Typus hat, ab dagegen, wenn sie nur Remissionen zeigt. Die Verminderung im letztern Falle bezieht sich hauptsächlich auf das Albumin, während die Serumsalze constant vermehrt sind.

Bei Sumpffiebern (Malaria) sind (*Salvagnoli* und *Gozzi*, *Luderer*) die Blutkörperchen erheblich vermehrt, dagegen Faserstoff, Albumin und Fette beträchtlich vermindert; neben viel Cholesterin wird auch viel Gallenpigment gefunden.

Bei Cholera wird das Blut besonders dicht und zäh; die Zahl der Blutkörperchen ist relativ vermehrt, sie sind aber ärmer an Salzen; Fibrin ist nicht vermehrt noch vermindert; das Serum bei weitem dichter,

ärmer an Wasser und Salzen, relativ aber sehr reich an Albumin, enthält mehr Kalisalze und Phosphate als normales Blutserum, meist etwas Harnstoff und einen Extractivstoff, durch welchen Harnstoff sehr bald in kohlensaures Ammoniak umgewandelt wird.

Bei Dysenterien wird das Blut ärmer an Blutkörperchen; das Fibrin wird gewöhnlich etwas vermehrt, jedoch nicht constant; die festen Bestandtheile des Serums nehmen ab, besonders das Albumin; dagegen sind die Salze in bedeutender Zunahme.

In der Bright'schen Krankheit erleidet das Blut nicht nur eine bedeutende Abnahme an Blutzellen, sondern vorzüglich auch an Serumbestandtheilen; das Cholesterin des Serums sowohl als dessen Salze sind indessen vermehrt; fast immer lassen sich darin Spuren oder auch grössere Mengen von Harnstoff nachweisen. Durchschnittlich enthält solches Blut etwas mehr Fibrin, als normales, indessen tritt nur bei entzündlichen Affectionen der Nieren, d. h. im ersten Stadium dieser Krankheit, eine erhebliche Vermehrung des Fibrins ein.

Das hydraemische Blut, wie es bei verschiedenen Arten von Hydrops gefunden wird, ist sehr dünnflüssig, oft fast nur fleischwasserähnlich, blass, bildet beim Gerinnen einen sehr lockern (wie man zu sagen beliebt, serös infiltrirten) gallertartigen Blutkuchen; es ist dem in der Bright'schen Krankheit höchst ähnlich zusammengesetzt, und unterscheidet sich von diesem fast nur durch den Mangel an Harnstoff; denn ohne gleichzeitige Nierenaffection dürfte derselbe im hydraemischen Blute ebensowenig als in hydropischen Exsudaten gefunden werden, wie ich wenigstens aus meinen eignen Erfahrungen schliessen muss.

Verstehen wir unter Anaemie schlechtweg Verminderung des Blutgehaltes der Gefässe (also etymologisch richtiger *Olichaemie*), so kann in diesen Zuständen das Blut nicht eine vollkommen gleiche, ja kaum eine analoge Zusammensetzung haben; diese muss nothwendiger Weise dem Krankheitsprocesse entsprechen, welcher der Blutverminderung voranging; denn die Eigenschaften, welche man gewöhnlich dem anaemischen Blute zuschrieb, gehören eigentlich mehr dem hydraemischen an; es lässt sich wenigstens voraussetzen, dass das Blut bei einer Anaemie, die von einer excessiven Haemorrhagie herrührt, anders zusammengesetzt sein muss, als bei jener, deren Ursachen wuchernde Geschwülste, übermässige geistige Anstrengungen, schlechte Nahrung, Vergiftungen sind; dazu kommt die auffallende Erfahrung, dass Anaemie nach Carcinom, Typhus, Haemorrhagien und andern Säfteverlusten so leicht in Hydraemie übergeht, während bei Tuberculose fast niemals hydraemisches Blut neben den entsprechenden serösen Exsudaten gefunden wird. Anaemisches Blut kann also keine eigenthümliche Blutmischung bezeichnen. Nur in der Verminderung der farbigen Blutzellen stimmt die Mischung solchen Blutes mit dem hydraemischen und chlorotischen überein.

Bei Chlorose bildet das Blut einen kleinen, festen, oft mit Speckhaut versehenen Blutkuchen, der in vielem klaren Serum schwimmt. Die

Blutkörperchen und das Eisen werden vermindert gefunden, jedoch ist die Verminderung bald nur sehr gering, bald ausserordentlich bedeutend, ohne dass sie jedoch in einem bestimmten Verhältnisse zur Intensität der Krankheit steht. Die Faserstoffmenge ist wenig über dem Normalmittel, der Albumingehalt nur im Verhältniss zu den Blutzellen erhöht; Fette und Salze durchaus normal.

In der sogenannten Plethora wurden die Blutkörperchen immer etwas vermehrt gefunden; das Serum aber wie der Faserstoff ziemlich normal; der Albumingehalt des Blutwassers stieg nur wenig über das Mittel. Wie Anaemie sich zu chronischen Rückenmarksleiden, so scheint sich Plethora zur sogenannten Spinalirritation zu verhalten, nur dürfte hier die Vermehrung der festen Bestandtheile und vorzugsweise der Blutkörperchen etwas erheblicher sein, als in jener.

Das Blut im Typhus erleidet durchaus keine solchen Veränderungen, dass man diese Krankheit eine Dyskrasie zu nennen berechtigt wäre. Vom 5. bis 8. Tage, also fast so lange das typhöse Exanthem steht, finden wir im Blute eine der Plethora höchst ähnliche Mischung; die Blutkörperchen sind vermehrt, ebenso die festen Bestandtheile des Serums, besonders das Albumin; selbst der Faserstoff pflegt in dieser Periode etwas vermehrt zu sein. Vom 9. Tage der Krankheit an erhält die Blutconstitution einen ganz andern Charakter; das Blut wird leichter, hauptsächlich durch eine Verminderung der Blutkörperchen; der Serumrückstand wird aber mit jedem Tage der Dauer der Krankheit vermindert und zwar um so mehr, je bedeutender die Darmaffection ist und je erheblicher die Ausscheidungen durch die Darmgeschwüre sind; Salze und Extractivstoffe sind dabei eher relativ vermehrt, als absolut vermindert. Tritt nicht eine der so häufigen Folgekrankheiten des Typhus oder die manche Epidemien desselben begleitende Anaemie ein, so beginnt mit dem Anfange der vierten oder fünften Woche wieder eine Vermehrung der festen Bestandtheile, die sich bald mehr auf die Blutkörperchen bald mehr auf die festen Serumstoffe erstreckt; selbst der Faserstoff wird dann zuweilen vermehrt gefunden.

In acuten Exanthenen tritt eine Verminderung der Blutzellen und eine dieser entsprechende Vermehrung der Intercellularflüssigkeit ein; das Serum ist aber zugleich dichter geworden; die Salze sind darin in weit grösserer Zunahme, als die organischen Stoffe.

Das Blut im Puerperalfieber ist je nach dem Verlaufe und dem Charakter der Krankheit verschieden (wie dies eigentlich bei den meisten Arten von Krankheiten der Fall ist); die Verminderung der Blutkörperchen ist hier sehr erheblich, das Fibrin namentlich bei Peritonitis sehr vermehrt, aber weich und gallertartig, fast immer eine Cruste bildend; in den meisten Fällen sind die festen Bestandtheile des Serums sehr vermindert (*Scherer* sowie *Becquerel* und *Rodier*), zuweilen auch vermehrt (*Andral* und *Gavarret*); die Extractivstoffe sind sehr vermehrt (*Scherer*);

zuweilen findet sich darin Gallenpigment (*Heller*), nicht selten freie Milchsäure (*Scherer*).

Bei Pyaemie ist der Faserstoff vermindert und die farblosen Blutzellen vermehrt; im Uebrigen ist das Blut in dieser Krankheit nicht genau untersucht.

Bei Leucaemie, die gewöhnlich von einem bedeutenden Milztumor begleitet zu sein pflegt, zeigt das Gesamtblut ausserordentlich viel Aehnliches vom Milzvenenblute (*Virchow, Scherer*). Das Blut aus den verschiedensten Gefässen ist blassroth, oft mit weisslichen Streifen versehen, sehr reich an farblosen Blutkörperchen; innerhalb des Körpers gerinnt es in gallertartigen Flocken; an der Luft gerinnend scheidet es sehr wenig Serum ab, es reagirt alkalisch, beim Gerinnen zeigt jedoch die vom Coagulum abfiltrirte Flüssigkeit saure Reaction; nach *J. Scherer's* Untersuchung enthält dieses Blut wahrhaftes Glutin, ferner einen zwischen Glutin und Albumin stehenden Körper, einen eiweissartigen phosphor- und eisenhaltigen Stoff, Hypoxanthin, so wie endlich Ameisensäure, Essigsäure und Milchsäure (vergl. oben Milzvenenblut S. 225). Im Uebrigen hatte es nach *Scherer's* Analyse¹⁾ fast dieselbe quantitative Zusammensetzung rücksichtlich der Hauptbestandtheile, wie normales Blut, nur der Eisengehalt schien etwas vermindert.

Beim Skorbut hat man das Blut eigentlich noch nicht genau untersucht, sondern mehr aus dem physikalischen Verhalten desselben auf seine Zusammensetzung geschlossen; aus der unvollkommenen Gerinnung schloss man auf die Fibrinverminderung, aus den jeweiligen Ursachen auf Vermehrung der Salze. Die wenigen vorliegenden Untersuchungen skorbutischen Blutes geben kein bestimmtes Bild von der Constitution des Blutes in dem Zustande, den man Skorbut genannt hat.

Becquerel und *Rodier* glauben zu Folge ihrer neuesten, nicht eben sehr schlussfertigen Analysen, den »wesentlichen anatomischen Charakter des Skorbutis in einer ursprünglichen Modification des Faserstoffs suchen zu dürfen,« wobei sie in der acuten Form der idiopathischen Krankheit eine Vermehrung des Fibrins nachgewiesen haben, »dessen Austritt durch ein Ueberwiegen der Natronsalze im Blute bedingt werde.« (Vergl. oben S. 204).

Die Mischung des Blutes bei Tuberculose ist wenig oder gar nicht verändert gefunden worden; die Modificationen derselben, so weit sie chemisch bisher nachweisbar waren, sind nur von den jene Krankheit begleitenden Zuständen abhängig; bei entzündlichen Affectionen hat das Blut die Zusammensetzung des Entzündungsblutes; finden durch Haemoptysis starke Blutverluste statt, treten Darmgeschwüre mit profusen Absonderungen auf oder haben sich colliquative Schweisse eingestellt, so nehmen alle festen Bestandtheile des Blutes ausser den Salzen ab, mehr aber und schneller die Blutzellen; obgleich zu Tuberculose sich nur selten Hydrops gesellt, so gleicht das Blut alsdann doch sehr dem hydraemischen.

1) *J. Scherer*, Verh. d. physik.-medic. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 324—325.

Bei Carcinom ist das Blut eigentlich noch nicht sorgfältig untersucht worden; merkwürdig ist nur, dass *Popp* wie *Heller*, sowie neuerdings auch *v. Gorup-Besanez*¹⁾ bei Carcinom, selbst ohne fieberhafte Affectionen, eine Vermehrung des sogenannten Fibrins fanden (es ist freilich nicht nachgewiesen, ob jenes Plus, was man fand, wirklich Fibrin war). Die Zahl der Blutkörperchen ist etwas vermindert. Tritt Hydrops zum Krebse, so wird das Blut hydraemisch. Auch die festen Serumstoffe nehmen nur selten zu, so dass von einer serösen oder albuminösen Krase auch in dieser Hinsicht beim Carcinom nicht die Rede sein kann.

Ogleich man wohl im Diabetes eine eigenthümliche Veränderung in der Constitution des Blutes erwarten sollte, so hat sich doch eine solche durchaus nicht gefunden; denn ausser dem vermehrten Zuckergehalte des diabetischen Blutes besitzt es fast vollkommen dieselbe Zusammensetzung wie normales Blut; nur ist es etwas wässriger, enthält namentlich weniger Fibrin, dagegen sind die Blutzellen und festen Serumbestandtheile nur unbedeutend vermindert (*v. Gorup-Besanez* fand sie vermehrt). Zuweilen ist das Serum diabetischen Blutes milchig getrübt (*Thomson*).

Der Begriff Scrophulosis ist eben so wenig festgestellt, als der des chronischen Rheumatismus und der Arthritis; es kann daher nicht von einer wissenschaftlichen Untersuchung des Blutes in den so benannten Zuständen die Rede sein; denn wird nicht das Blut eine andre Beschaffenheit haben müssen, wenn die sog. scrophulösen Anschwellungen der Halsdrüsen von Geschwüren auf der Rachenschleimhaut herrühren, als wenn dieselben durch tuberculöse Ablagerungen bedingt sind? Die Blutconstitution wird eine andre sein, wenn harnsäurehaltige Concremente sich in den Gelenken ablagern, als wenn in Folge von Periostitis Nekrose, Osteoporose oder Osteosklerose sich ausbildet. Doch hat man vom scrophulösen Blute behauptet (*Nicholson*²⁾), dass es durch Armuth an Blutzellen, und vom arthritischen (*Garrod*³⁾), dass es durch Harnsäure- und Harnstoffgehalt sich auszeichne.

Unmittelbar nach Aetherinhalationen findet man das Blut reicher an Wasser, ärmer an Blutkörperchen und auffallend reich an Fett (*Lassaigne*⁴⁾), *v. Gorup-Besanez*⁵⁾.

Nach den zahlreichen Untersuchungen von *Gorup-Besanez*⁶⁾ ist eine bestimmte Beziehung des Jugularvenengeräusches zu der chemischen Constitution des Blutes nicht vorhanden; dieses Geräusch kann ebensowohl bei einer Vermehrung aller oder einzelner fester Bestandtheile des Blutes, als bei einer Verminderung, sowie auch bei ganz normaler Zusammensetzung vorkommen.

Die Menge des Blutes im lebenden Körper hat bis jetzt noch

1) *v. Gorup-Besanez*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 8, S. 523—525.

2) *John Nicholson*, The Lancet. Novbr. 1845, p. 454.

3) *Garrod*, Lond. med. Gaz. T. 34, p. 88.

4) *Lassaigne*, Gaz. de Paris. Nr. 44. 1847.

5) *v. Gorup-Besanez*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 8, S. 515—523.

6) *Ders.*, ebendas. S. 532—543.

nicht mit Genauigkeit bestimmt werden können, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil das Blut nicht vollständig aus den Gefässen eines Körpers entfernt und somit direct gewogen werden konnte; man hat sich daher genöthigt gesehen, auf indirecte Weise die Quantität des im thierischen Organismus enthaltenen Bluts zu bestimmen. *Herbst* versuchte aus der Menge von Injectionsmasse, die zur Füllung der Venen und Arterien nöthig war, die Menge in den Gefässen befindlichen Bluts zu berechnen. Wer Injectionen selbst gemacht oder wenigstens injicirte Leichname genau untersucht hat, wird die Ueberzeugung theilen, dass auf diesem Wege selbst die blossе Schätzung sehr unsicher ist. *Vogel*¹⁾, *Dumas*²⁾ und *Weisz*³⁾ haben Bestimmungsweisen angegeben, aber nicht ausgeführt. Einen sehr sinnreichen Weg zu diesem Zwecke hat *Valentin*⁴⁾ eingeschlagen, der darin besteht, dass einem Thiere, dessen Gewicht bekannt ist, zunächst Blut entzogen und dessen feste Bestandtheile bestimmt werden, dann aber sogleich dem Thiere in die Vene eine bestimmte Quantität reines Wasser gespritzt, von Neuem Blut entzogen und dessen fester Rückstand mit grösster Sorgfalt ermittelt wird. Aus dem Unterschiede des Gehalts an festen Bestandtheilen in den zwei verschiedenen Blutarten berechnete *Valentin* das Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht bei Hunden und Schaafen; bei ersteren fand er es = 4 : 4½, bei letzteren = 4 : 5. Diese Methode würde recht genau sein, wenn die Wände der Blutgefässe nicht für ein dünneres Plasma permeabler wären, als für ein dichteres wenn die übrige Säftemasse nicht rücksichtlich ihres Wassergehalts in einem solchen Verhältnisse zum Blute stünde, dass in ihr sich der Zustand des Blutes fast augenblicklich reflectirte (wie wir dies ja schon aus der verschiedenen Zusammensetzung der einzelnen Portionen eines und desselben Aderlasses ersehen; vergl. oben S. 227), wenn das Blut nicht an die Nieren und andre Ausscheidungsorgane continuirlich Wasser abgäbe, wenn mit einem Worte die Blutgefässe wasserdichte Canäle wären (im vorliegenden Falle ohne Pforten zur Abfuhr des Wassers und Zufuhr fester Theile).

Wie different die Ansichten der Physiologen über die Menge des im Körper eines erwachsenen Menschen enthaltenen Bluts sind, geht daraus hervor, dass *Blumenbach* die Quantität zu 4 bis 5 Kilogramm, *Reil* dagegen zu 20 Kilogramm schätzte; jetzt schlägt man das Gewicht des Blutes meist zu 10 Klgrm. an, so dass es den sechsten bis achten Theil des ganzen Körpergewichtes ausmachen würde. Darf ich meine subjective, auf zwei an hingerrichteten Verbrechern angestellten Versuche gestützte Ueberzeugung aussprechen, so möchte ich die Menge des Bluts im Körper jugendlicher Männer etwas geringer, nämlich zu 8 bis 8,5 Kilogramm schätzen.

1) *Vogel*, Pathol. Anat. des menschl. K. Leipz. 1845. S. 59.

2) *Dumas*, Chim. physiol. et médicale. Paris 1848. p. 326.

3) *Weisz*, Zeitschr. d. k. k. Gesellschaft d. Aerzte. Decbr. 1847. S. 203—229.

4) *Valentin*, Repert. der Physiol. Bd. 3, S. 284—293.

Mein Freund, *Ed. Weber*, bestimmte unter meiner Mitwirkung das Körpergewicht zweier Verbrecher vor und nach der Hinrichtung durch das Schwert; auf diese Weise wurde die Menge des ausgelaufenen Bluts bestimmt; hierauf injicirten wir in die Gefässe des Rumpfes wie des Kopfes Wasser, bis die aus den Venen ablaufende Flüssigkeit nur noch sehr blässröthlich oder gelblich gefärbt war, und aus dem festen Rückstande derselben, der mit dem des frisch ausgelaufenen Blutes verglichen wurde, wurde die Menge des in dem Körper zurückgebliebenen Blutes berechnet. Beispiels halber führe ich nur die bei dem einen Versuche erhaltenen Zahlen an; der lebende Körper des einen Verbrechers wog = 60440 grm., derselbe Körper nach der Enthauptung = 54600 grm.; also waren 5540 grm. Blut ausgelaufen; 28,560 grm. desselben hinterliessen = 5,36 grm. festen Rückstand; 60,5 grm. blutiges Wasser, nach der Injection gesammelt, enthielten 3,724 grm. feste Stoffe; im Ganzen wurden 6050 grm. aus den Venen wieder ausgelaufenes blutiges Wasser gesammelt, welche 37,24 grm. festen Rückstand enthielten, welcher = 4980 grm. Blut entspricht; demnach enthielt dieser Körper (5540 grm. durch Enthauptung auslaufendes und 4980 grm. im Körper zurückbleibendes Blut) = 7520 grm. Blut; und das Verhältniss der Blutmasse zum Körpergewicht würde fast genau = 4 : 8 sein. Bei den andern Versuchen wurde ein ganz ähnliches Resultat erhalten.

Es ist uns nicht in den Sinn gekommen, diese Versuchsmethode etwa für sehr genau zu halten; sie schien uns aber wenigstens den Vortheil zu haben, dass man auf diese Weise das Minimum des Blutgehalts eines erwachsenen Menschen erhält; denn wenn auch aus dem Parenchym der von Blutcapillargefässen durchsetzten Organe von dem injicirten Wasser feste Stoffe aufgenommen wurden, die nicht dem Blute angehörten, wird doch das dadurch erhaltene Plus durch das Minus des in den Capillaren noch zurückgebliebenen und zum Theil wohl auch transsudirten Bluts so vollkommen aufgehoben, dass unsre Rechnung sicher den Blutgehalt des menschlichen Körpers um ein wenig geringere angiebt, als er in Wahrheit ist.

Nach folgender Methode glaube ich, dass man auch eine ungefähre Schätzung der Blutmenge bei Thieren ausführen könne, indem wir uns an den Zuckergehalt des Blutes halten; wenn wir wissen, wie viel das Blut im günstigsten Falle Zucker enthalten kann, ohne dass dieser im Harn erscheint? ferner wie viel das Blut bei gewöhnlicher Kost normaler Weise Zucker enthält? so werden wir aus der Menge Zucker, die durch Injection in die Jugularis oder auf eine andre Weise zugeführt werden muss, damit solcher in den Harn übergeht, berechnen können, welche Menge Blut das betreffende Thier enthält. Wir wissen nun namentlich aus *v. Becker's* Untersuchungen (s. oben S. 247), dass 0,5% ungefähr jenes Summum des Zuckergehalts des Bluts ist ohne Uebergang dieses Stoffs in den Harn, dass ferner nach Genuss zuckerhaltiger Wurzeln das Blut bereits 0,67% Zucker enthält (s. oben S. 248); nun finde ich nach meinen, *Uhle's* und *v. Becker's* Injectionen von Zucker (immer Krümelzucker), dass 0,2 grm. ins Blut injicirten Zuckers bei Kaninchen mittlerer Grösse (400 grm. schwer) schon nach 25' im Harn vorübergehende Zuckerreaction bedingen. Nehmen wir nun an, dass bei einem 4 Klgrm. schweren Kaninchen durch 0,45 grm. in das Blut injicirten Zuckers dieses mit solchem so weit gesättigt werde, dass der Zucker nicht als solcher im Harn erscheint, so wird 4 Klgrm. Kaninchen = 95,8 grm. Blut enthalten. *Dr. v. Becker* ist eben mit genauern Versuchen der Art beschäftigt; bei der Unsicherheit aller Methoden den Blutgehalt des thierischen Körpers zu bestimmen, dürfte vielleicht selbst eine Methode wie diese, welche keineswegs grosse Garantien für ihre Genauigkeit bietet, doch nicht ganz zu übersehen sein, da wir durch die Uebereinstimmung der Resultate verschiedenartiger Methoden doch einen höhern Grad von Wahrscheinlichkeit für einen bestimmten Blutgehalt einzelner thierischer Organismen erlangen können.

Ob fette Menschen und Thiere weniger Blut enthalten, als magere,

ist trotz des Glaubens der älteren Aerzte und *Schultz's* Versuchen¹⁾ an fetten und magern Ochsen (in den letztern fand er 20 bis 30 Pfd. mehr Blut) noch keineswegs entschieden.

Ueber die Quellen, denen das Blut entströmt, über seine Bildung und Rückbildung im Einzelnen wie im Ganzen, über seine gesammte physiologische Dignität werden wir ausführlicher erst bei Betrachtung der thierischen Prozesse und des Stoffwechsels insbesondere sprechen; ist doch das Blut das Centrum, um welches der ganze thierische Stoffwechsel sich dreht und in dem er völlig aufgeht. Da ferner von der Entstehung und Umwandlung der chemischen Bestandtheile des Bluts schon im 4. Th. die Rede gewesen ist, so bleibt uns hier nur übrig, die Genesis und Bestimmung der morphologischen Blutelemente, obwohl mehr der histologischen Physiologie angehörig, doch kurz zu berücksichtigen.

Nach den Forschungen der ausgezeichnetsten Physiologen unsrer Zeit ist es höchst wahrscheinlich geworden, dass es mehr als eine Bildungsstätte der farblosen Blutzellen giebt. Hauptsächlich werden sie zweifelsohne im Chylus gebildet, ferner aber, wie wir oben angedeutet, in der Leber, wenigstens unter gewissen Verhältnissen; doch ist ihre Bildung oder wenigstens ihre Ausbildung und Entwicklung sicher nicht blos an einen bestimmten Ort gebunden, sondern geht auch in den mittlern Gefäßen der verschiedensten Organe vor sich. Nach den ältern Beobachtungen von *J. Müller*, *E. H. Weber*, *Schwann*, *Henle*, *Reichert* und Andern haben in neuerer Zeit die Entwicklung der farblosen Blutzellen im Chylus besonders *H. Müller*²⁾ und *Kölliker*³⁾ studirt. Wir finden im Chylus eine Menge verschiedener morphologischer Elemente, deren Deutung als embryonale Blutkörperchen und deren Entwicklungsformen die Physiologen zu sehr verschiedenen Ansichten geführt hat. *H. Müller*, abhold der *Schleiden-Schwann'schen* Zellentheorie, denkt sich nach seinen Beobachtungen die Entstehung jener Körperchen aus dem Chylusplasma ungefähr auf folgende Weise: Schon in den feinsten Milchgefäßen scheiden sich aus dem Chylus Klümpchen (solide Körperchen ohne gesonderte Zellenmembran) aus, in denen bereits dichtere Körnchen neben einer dieselbe zusammenhaltenden zähen Materie beobachtet werden; aus diesen Klümpchen bilde sich durch eine gewisse Differenzirung des chemischen Substrats zunächst die Anlage zu Schaale und Kern heraus; der Kern erscheine daher in den jüngern Formationen mehr granulös, da er durch Zusammentreten der unlöslichen dichtern Körnchen entstanden sei, während die Schaale sich zu einer membranösen Hülle verdichte. Da noch am Ende des Milchbrustganges Klümpchen vorkommen, die erst in Zellenbildung begriffen sind, so sei es nicht unwahrscheinlich, dass diese im Blute erst sich in wahrhafte Zellen, d. h. in farblose Blutkörperchen

1) *C. H. Schultz*, System der Circulation. Stuttgart 1836.

2) *Heinr. Müller*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 3, S. 204—278.

3) *Kölliker*, ebend. Bd. 5, S. 442—444.

umwandeln; gleich diesen könne aber die erste Anlage zu solchen Zellen auch im Blute aus dessen Plasma geschehen. *Müller* macht noch darauf aufmerksam, dass die farblosen Zellen des Blutes der Mehrzahl nach dreitheilige Kerne enthalten, so dass sie auch in dieser Hinsicht den Eiterkörperchen gleichen; indessen findet man im Blute immer auch Zellen mit einfachem Kern (gleich den Schleimkörperchen gesunder Schleimhäute) und umgekehrt im Chylus Zellen mit mehrfachem Kern. Es dürfte vielleicht eine geringe Differenz in der chemischen Constitution des Chylusplasma einerseits und des Blut- oder Exsudatplasmas (bei Eiterung) andererseits die Ursache sein, dass sich in ersterem leichter ein einfacher, in letzterem ein gespaltener oder mehrfacher Kern bildet. *Kölliker* tritt *H. Müller's* Ansichten entschieden entgegen; er hält dafür, dass die *Schwann'sche* Theorie auf die Entwicklung der farblosen Blutkörperchen ihre volle Anwendung finde; in den Anfängen der Chylusgefäße, aber nie im Ductus thoracicus, sah er theils freie, theils mit Körnchen umgebene Kerne, und so auch schon junge mit leicht zerstörbaren, kaum vom Kern abstehenden Hüllen; die Existenz der Kernkörperchen behauptet er bestimmt. Neben dieser Entstehung der Lymphkörperchen in den feinsten Chylusgefäßen nimmt *Kölliker* auch eine Vermehrung derselben in den mittlern Gefäßen von sich aus an; er lässt es aber unentschieden, ob durch endogene Bildung oder Theilung. Im Ductus thoracicus unterscheidet *Kölliker* grössere und kleinere Lymphkörperchen; nur von den letzteren glaubt er, dass sie sich in Blutkörperchen umwandeln, während die grössern sich im Blute allmählig auflösen sollen.

Für die Entstehung der Blutzellen des Embryo in der Leber haben sich vorzugsweise *Reichert*¹⁾ vor langer Zeit und später besonders *E. H. Weber*²⁾ und *Kölliker*³⁾ ausgesprochen; *Weber* wies insbesondere nach, dass im Frühling die Leber der Frösche eine ganz andre Farbe annehme und zu dieser Zeit eine rege Bildung neuer Blutzellen in jenem Organe vor sich gehe. In neuester Zeit hat aber *Gerlach*⁴⁾, dem *Schaffner*⁵⁾ eignen Beobachtungen nach beigetreten ist, zu beweisen gesucht, dass die Milz die vorzüglichste Bildungsstätte der Blutzellen sei, obwohl die vortrefflichen chemischen Untersuchungen von *Scherer* weit mehr für die von *Kölliker* und nach ihm von *Ecker*⁶⁾ vertretene Ansicht sprechen, dass die Blutkörperchen in der Milz zumeist ihren Untergang finden. So viel steht aber fest, dass die Bildung der Blutkörperchen nicht an bestimmte Organe gebunden ist; denn wir sehen in der Keimhaut des Embryo die Blutkörperchen früher entstehen, als Gefäße und Drüsen sich gebildet

1) *Reichert*, Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. S. 22.

2) *E. H. Weber*, de pulsu u. s. w. Leipzig 1838.

3) *Kölliker*, Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. 4, S. 147—159.

4) *Gerlach*, ebendas. Bd. 7, S. 75—82.

5) *Schaffner*, ebendas. Bd. 7, 345—354.

6) *Ecker*, ebendas. Bd. 6, S. 264—265.

haben. In der Area vasculosa bilden sich Blutkörperchen und Gefässe aus Zellen, die nach *Reichert* sich durch nichts von einander unterscheiden. Es unterliegt also wohl keinem Zweifel, dass die farbigen Blutzellen aus den farblosen hervorgehen können, unentschieden ist aber noch, ob dies immer geschieht und wie dies geschieht.

Wenn wir die farblosen Blutkörperchen bloß als Bildungsübergänge zu den farbigen betrachten, so würden wir hierin allein ihre Bestimmung, ihren physiologischen Werth zu suchen haben; allein so ephemere auch ihr Bestehen im Blute sein mag, so darf doch ihre Bedeutung für den chemischen Stoffwechsel nicht völlig geläugnet werden, zumal da viele derselben in der That nicht in die farbigen überzugehen scheinen. Diese Körperchen sind lebensthätige Zellen, welche in sich selbst einen lebhaften Stoffaustausch mit dem Blutplasma unterhalten und somit auch nicht ohne Einfluss auf die Gesamtmischung des Blutes und den Stoffwechsel im Allgemeinen sein können.

Ueber die den morphologischen Process des Uebergangs farbloser Blutkörperchen in farbige begleitenden chemischen Erscheinungen wissen wir nur eben, dass sich Haematin allmählig in ihnen ausbildet; wir müssen uns daher hier nur begnügen, die den morphologischen Process betreffenden Ansichten der neuern Physiologen (mit Uebergang der älteren Hypothesen) kurz anzudeuten.

Die sehr verbreitete Ansicht, dass die rothen Blutkörperchen sich aus den Kernen der Lymph- und Chyluskörperchen durch Verschwinden von deren Hüllen bilden, hat in letzterer Zeit keine Vertheidiger mehr gefunden; dagegen ist *H. Müller* der Ansicht beigetreten, dass die farblosen Zellen unmittelbar in die rothen Blutkörperchen übergehen; derselbe glaubt nämlich, dass die kleinen Lymphkörperchen, wie sie sich namentlich im Ductus thoracicus finden, entstanden sind, indem sie an flüssig granulösem Inhalt so verloren haben, dass die Hülle sich ziemlich dicht an den Kern anlegt; im Blute verschwinde dann vollends aller Inhalt, so dass die Hülle in völliger Contiguität die eigentliche Schale des Kerns bilde; deshalb sei das Körperchen dem Kern analog abgeplattet und erscheine concav; das Kernbläschen nähme aber rothen Farbstoff in sich auf, um ein vollendetes Blutkörperchen darzustellen. Dagegen spricht allerdings ausser mehreren andern Gründen das chemische Verhalten der Hüllenmembran der Blutkörperchen.

Kölliker hält die Ansicht für die wahrscheinlichste, wornach die kleinere Art der Chyluskörperchen sich durch das Verschwinden des Kerns unter Aufnahme von Farbstoff in das eigentliche Blutkörperchen umwandelt; er führt dafür folgende Gründe an: 1) die gleiche Grösse der kleinern Chyluskörperchen des Ductus thoracicus und der rothen Blutkörperchen; 2) das vollkommen gleiche Verhalten der Hülle jener Chyluskörperchen und der Membran der Blutscheiben gegen physische und chemische Einflüsse; 3) die schwach gelbliche Färbung jener Chyluskörperchen mit durchaus farblosem Kern; 4) die Abplattung, die

jedoch nicht in dem Grade stattfindet, wie bei den ausgebildeten Blutkörperchen; 5) die Kerne der kleinern Chyluskörperchen sind von den Blutkörperchen durchaus verschieden.

Gerlach hat diesen drei Theorien, bezüglich des Ueberganges der farblosen Blutkörperchen in farbige, eine vierte hinzugefügt, die er hauptsächlich auf das Vorkommen von Blutkörperchen führenden Zellen in den *Malpighi'schen* Körperchen der Milz und in der embryonalen Leber begründet. Nach ihm werden die farbigen Blutkörperchen innerhalb farbloser gebildet, so dass die letzteren zu ersteren sich wie Mutterzellen verhalten. Da aber dieser Gegenstand weniger der physiologischen Chemie als der reinen Histologie angehört, so mögen diese Andeutungen genügen, bis die Chemie im Stande sein wird, auch über die Bildung und Rückbildung der Blutzellen ein gültiges Wort mitzusprechen.

Wie die *Blutkörperchen* im lebenden Blute wirken, welche Zwecke sie erfüllen, nach welchen Gleichungen die chemischen Umwandlungen in ihnen vor sich gehen, darüber wissen wir bis heute noch äusserst wenig; desto reicher sind wir aber an Hypothesen, deren Werth wir in Kürze abzuschätzen versuchen wollen. Kurz nach der Entdeckung dieser eigenthümlichen Moleküle des Bluts konnte es nicht fehlen, dass man auch hier mit dem Worte »Leben« jenen unseligen Unfug trieb, dessen sich die physikalische Physiologie selbst bis auf die neueste Zeit nicht gänzlich erwehren konnte. Weil es aber an einem logischen Begriff für den Ausdruck »Leben« fehlte, lies sich in diesen alles hineinpropfen, was nicht handgreiflicher Weise von physikalischen oder chemischen Thätigkeiten abhing. Man dachte sich die Blutmoleküle mit einem ganz individuellen Leben begabt gleich den Infusorien, ja man hielt sie zum Theil geradezu für solche (*Eble* und *Mayer*); zum Beweise dieser Behauptung schrieb man ihnen eine spontane Bewegung zu, die nach *Czermak*, *Treviranus* und *Mayer* noch in neuerer Zeit *Emmerson* und *Reader* beobachtet haben wollten. Selbst in neuester Zeit wurde einer der ausgezeichnetsten Chemiker verleitet, aus einigen Versuchen auf eine eigenthümliche Lebenthätigkeit der Blutkörperchen zu schliessen. Der geistreiche *Dumas* vermochte sich nicht der Aeusserung zu entschlagen, dass den Blutkörperchen eine gewisse Respirationsthätigkeit eigen sei, die zuweilen zu wahrhafter Asphyxie herabsinken könne. Zur Widerlegung dieser Ansicht reicht es wohl hin, zu erwähnen, dass *Dumas* hierzu nur durch die bekannte Erfahrung veranlasst wurde, dass mit neutralen Alkalisalzen behandelte Blutkörperchen in der Ruhe zusammenkleben, stark dunkeln und bei mittlerer Temperatur sich zu zersetzen anfangen, während diese Veränderung später eintritt, wenn das mit Salzen versetzte Blut öfter geschüttelt wird; *Dumas* glaubte, dass der Zutritt des Sauerstoffs beim Schütteln die Blutkörperchen länger am Leben erhalte; allein schüttelt man sie mit Stickstoff- oder Wasserstoffgas, so dunkeln sie nicht früher, als beim Schütteln mit atmosphärischer Luft; es ist also nur die Bewegung, welche das Zusammenkleben und die weitre Zersetzung der Blut-

körperchen verzögert. Im Allgemeinen sei uns aber erlaubt (um nicht missverstanden zu werden) rücksichtlich der Vitalität der Blutkörperchen zu bemerken, dass, wenn wir unter Leben bloß einen Complex physischer und chemischer Thätigkeiten mit Rücksicht auf morphologische Bildung und Rückbildung verstehen, den Blutkörperchen Vitalität ebenso wenig abgesprochen werden kann, als jeder andern thierischen oder pflanzlichen Zelle.

Eine schon seit langer Zeit fast allgemein gehegte Ansicht war die, dass die Blutkörperchen in den Lungen Sauerstoff aufnahmen und denselben in den Haargefäßen wieder abgaben; man schloss dies hauptsächlich aus dem Hellrothwerden des Bluts in der Lunge und dem Dunkeln desselben in den Capillaren; man hielt sie mit einem Worte für Sauerstoffträger. Gegen diese Ansicht wendet *Henle* ein, dass man die Blutzellen mit gleichem Rechte auch Wasserträger nennen könnte; denn sie zeigten sich ja gegen die geringsten Mengen mehr oder weniger zugeführten Wassers nicht minder empfindlich als gegen Sauerstoff und Kohlensäure; sie nahmen Wasser in sich auf und dunsteten in den Lungen einen Theil desselben wieder ab; die Gase, aus deren vermeintlich chemischer Einwirkung man jene Function der Blutzellen geschlossen habe, hätten ja nur eine mechanische Wirkung auf Form und demzufolge auf Farbe der Blutkörperchen. Die letztere Behauptung gewann nicht nur durch die oben angeführten Untersuchungen von *Nasse*, *Henle*, *Scherer* und *Bruch*, welche den Einfluss der Formveränderungen der Körperchen auf die Farbe des Bluts darthaten, sondern auch durch *Mulder's* genauere Untersuchung des Blutpigmentes, welches gegen Gase sich völlig indifferent verhielt, hohe Wahrscheinlichkeit. Hierzu kamen noch zwei andre Thatsachen, durch welche jene supponirte Function der Blutzellen vollends zweifelhaft, wo nicht unstatthaft gemacht zu werden schien: *Marchand* konnte aus Blute, in das er Sauerstoff leitete, nachdem er alle Gase daraus entfernt hatte, keine Spur Kohlensäure erhalten; also schien wenigstens in den Zellen selbst nicht die Umwandlung des Sauerstoffs in Kohlensäure vor sich zu gehen. Noch mehr entgegen der gewöhnlichen Ansicht schien eine andre Beobachtung, welche *Hannover* machte; derselbe fand nämlich, dass Chlorotische, deren Blut doch oft so arm an farbigen Blutzellen ist, in gleichen Zeiten ebensoviel Kohlensäure aushauchen als gesunde Frauen. Man würde also mit *Henle* glauben können, dass ein näheres Verhältniss zwischen den Körperchen und den Gasen des Blutes nicht statt finde: wenn nicht zwei gewichtige Gründe, auf nicht verschieden zu deutende Thatsachen gestützt, für die ältere Ansicht sprächen, die den Blutzellen das Vermögen vindicirt, Sauerstoff aufzusaugen. Der erste dieser Gründe beruht auf der oben angeführten Erfahrung, dass die Intercellularflüssigkeit oder Serum allein nur wenig Sauerstoff zu absorbiren vermag, während das zellenhaltige Blut das Absorptionsvermögen in sehr hohem Grade besitzt; diese Thatsache spricht so klar für die Function der Blutzellen, dass sie keiner weitern Darlegung

bedarf. Der zweite Grund, welcher das Absorptionsvermögen der Blutkörperchen für Gase unterstützt, ist der, dass das diluirte Blutroth, d. h. das stark gewässerte Blut, welches nur noch einzelne wiederherstellbare Blutkörperchen, den Inhalt der meisten (das Haematin u. s. w.) in Lösung enthält, gegen Kohlensäure und Sauerstoff sich immer noch empfindlich zeigt; die Farbveränderung kann hier unmöglich von Formveränderungen der Blutkörperchen abgeleitet werden; das Haematin *Lecanu's* und *Mulder's* ist nicht dasselbe, welches in den frischen Blutzellen enthalten ist; trotzdem, dass das Lösen der Blutzellen wahrscheinlich nicht die Rolle spielt, die man ihm sonst zuertheilte, dürfte das frische lösliche Haematin doch seinen Antheil an dem Absorptionsvermögen der Blutkörperchen für Gase haben. Der *Marchand'sche* Versuch beweist nur, dass die Blutkörperchen an sich und ausserhalb des thierischen Körpers, d. h. wenn sie bereits mit Sauerstoff in Berührung waren, auf Zuleiten von Sauerstoff Kohlensäure selbst zu erzeugen nicht im Stande sind. Was endlich die Erfahrung *Hannover's* betrifft, so ist diese, abgesehen davon, dass sie mehrere Deutungen zulässt, keineswegs der Art, um jene Fähigkeit der Blutzellen zu widerlegen; denn wenn ein Mensch mit wenig Blutkörperchen ebensoviel Kohlensäure exhalirt als einer mit viel Blutkörperchen, so folgt daraus nicht, dass die Kohlensäureerzeugung lediglich von den Blutkörperchen abhängig sei, was im Gegentheil geradezu in Abrede zu stellen ist. Die Blutkörperchen nehmen ja die meiste Kohlensäure aller Wahrscheinlichkeit nach erst in den Capillaren auf und sind bekanntlich im Stande, weit mehr Kohlensäure aufzunehmen, als sie gewöhnlich im venösen Blute führen; 80 oder 100 Blutkörperchen chlorotischen Bluts können dieselbe Menge Kohlensäure aufnehmen, welche 120 Blutkörperchen gesunden Bluts in den Capillaren aufzusaugen pflegen; jene 80 können daher auch in den Lungen ebensoviel Kohlensäure exhaliren, als sonst 120. Ueberdies besitzt aber die Intercellularflüssigkeit für Kohlensäure ein weit grösseres Lösungsvermögen als für Sauerstoff, und es würde demnach der Blutkörperchen gar nicht bedürfen, um die in die Capillaren transsudirte Kohlensäure den Lungen zuzuführen. Wir halten daher die Ansicht, welche den Blutkörperchen die Function zuschreibt, Sauerstoff aufzunehmen und theilweise in den Capillaren wieder abzugeben, nicht nur nicht für widerlegt, sondern gerade das Gegentheil für erwiesen,

Nach dem, was wir bereits oben über das Verhalten der Gase zur Blutfärbung (S. 137—148) so wie zur krystallisirbaren Substanz des Blutkörpercheninhalts (S. 151—154 und S. 162—164) mitgetheilt haben: dürfte es kaum nöthig sein, noch näher auf die Frage einzugehen: ob der Sauerstoff von den Blutzellen nur mechanisch aufgenommen werde, oder ob er sich chemisch mit einzelnen Bestandtheilen derselben vereinige und somit ohne Weiteres schon in den mittleren Gefässen zur Bildung von Kohlensäure Veranlassung gebe. Zweifelsohne ist beides der Fall; der grösste Theil des in den Lungen absorbirten Sauerstoffs wird von den

Blutkörperchen theils mechanisch aufgesogen, theils chemisch schwach gebunden den Capillaren zugeführt; das erstre geht aus den Versuchen von *Magnus, Marchand* und Andern evident hervor; das letztre leuchtet aus den oben gemachten Mittheilungen zur Gnüge ein. Es würde aber höchst wunderbar sein, wenn die für äussere Einflüsse und namentlich chemische Agentien so empfindlichen Blutzellen, in denen ein reger Stoffwechsel nicht zu leugnen ist, vom Sauerstoff ganz unangetastet blieben. Dies ersieht man namentlich auch aus einem Vergleiche der Constitution des arteriellen und venösen Blutes eines und desselben Individuums. Wir haben oben (S. 195 u. 223) gezeigt und werden noch an einem andern Orte durch speciellere Mittheilung der Analysen darthun, dass die Unterschiede in der chemischen Constitution der arteriellen und venösen Blutkörperchen schwerlich anders als durch Annahme einer chemischen Einwirkung des Sauerstoffs auf einzelne organische Bestandtheile der Blutkörperchen in den Lungen zu deuten sind. Wir erinnern hier nur daran, dass wir die Mineralstoffe und das Haematin in den Blutkörperchen nach der Inspiration von Sauerstoff vermehrt, dagegen die organischen Stoffe und besonders die Fette erheblich vermindert fanden; es lässt sich diese unbestreitbare Thatsache wohl kaum anders deuten, als durch die Annahme, dass die Mineralstoffe und das Haematin durch Sauerstoffaufnahme wahrscheinlich nur an Gewicht zunehmen können, während die organischen Stoffe und besonders die Fette durch Oxydation zerstört, und ihre Zersetzungsprodukte in die Intercellularflüssigkeit übergeführt werden, oder wenigstens durch Wasser- und Kohlensäurebildung eine erhebliche Gewichtsverminderung erleiden. Dass aber die Blutkörperchen von den Capillaren des kleinen Kreislaufs bis zu denen des grossen gleich mechanischen Moleculen unalterirt hinüberschwimmen, wird wohl Niemand im Ernste glauben. Schlüsslich glauben wir bereits in dem Obigen (S. 164) nachgewiesen zu haben, dass in der That ein sehr grosser Theil des in den Lungen absorbirten Sauerstoffs von einem Bestandtheile der Blutkörperchen wirklich gebunden wird, und dass nach *Liebig's* dort geltend gemachten Beweisen an eine Aufnahme von Sauerstoff durch rein mechanische Kräfte gar nicht gedacht werden kann.

Sind wir aber auch noch nicht im Stande, die Function der Blutkörperchen nach exacten Unterlagen in chemischen Gleichungen auszudrücken und hiernach ihren physiologischen Werth zu begreifen: so können wir uns doch aus den vorliegenden Thatsachen eine generelle Anschauung über den Zweck ihres Bestehens im Blute bilden. Die Blutkörperchen sind Zellen mit eigenthümlichem Inhalte; schon aus physikalischen Gründen können sie ohne fortdauernden Stoffwechsel nicht gedacht werden. Ihre Thätigkeiten müssen entsprechend sein dem Menstruum, in dem sie suspendirt sind, so wie überhaupt allen den Verhältnissen, unter denen sie sich im lebenden Körper befinden. Schon a priori ist zu schliessen, dass jede junge Thierzelle sich im gesunden Blute unter den einmal gegebenen Verhältnissen in Blutkörperchen umwandeln muss, ganz so wie

wir den Urtypus der Thierzelle, das Chyluskörperchen, in Blutkörperchen übergehen sahen; denn der Satz ist auch in der Physiologie unumstösslich, dass gleiche Bedingungen auf gleiche Substrate dieselben Erfolge äussern müssen. Ist aber die Bildung einer Zelle abhängig von dem sie umgebenden Medium, so kann sie auch ihre weitere Thätigkeit nur in Rücksicht auf dieses entwickeln; die Blutzellen müssen also mit dem Plasma in einer immerwährenden Wechselwirkung stehen, ebenso wie die Hefezellen mit dem Gährungsgemisch. Welche Umwandlungen aber durch diese Wechselwirkung erzielt werden, das ist eben noch der Zweck fernerer Forschung. So weit sich für jetzt dieser Gegenstand übersehen lässt, dürfte man wohl von der Wahrheit nicht zu sehr abirren, wenn man sie als Organe, d. h. als Werkstätten ansieht, in denen einzelne Bestandtheile des Plasma zu ihrer fernern Bestimmung, nämlich zur Bildung und Reproduction der Gewebe, verarbeitet werden. Will man freilich Bestandtheile des Plasma namhaft machen, so verliert man sich in ein Labyrinth von Hypothesen. So hat man z. B. geglaubt, in den Blutkörperchen werde aus dem Eiweiss Faserstoff fabricirt; dies ist möglich, insofern der Faserstoff ein bereits zur Ablagerung in den Geweben verarbeiteter Stoff zu sein scheint, aber unwahrscheinlich, da wir auch im Blute, welches sehr arm an Blutkörperchen ist, zuweilen den Faserstoff ausserordentlich zunehmen sehen (Chlorose).

Das Bestehen der Blutkörperchen ist, wie das aller lebensthätigen Zellen, an eine bestimmte Dauer gebunden (ja man hat in dieser begrenzten Dauer des Bestehens von naturphilosophischer Seite her eine spezifische Eigenschaft lebender Wesen finden wollen, als ob einem physikalischen oder chemischen Prozesse nicht auch eine begrenzte Dauer, ein Anfang und ein Ende, zukomme). Auch die Thätigkeit der Blutkörperchen findet ihr Ende, auch sie finden ihren Tod; daran zweifelt Niemand, obgleich die Art und Weise ihres allmählichen Unterganges noch keineswegs erkannt ist. Man weiss nur soviel, dass bei der mikroskopisch-chemischen Untersuchung die Blutkörperchen desselben Blutes chemischen Agentien verschieden lange widerstehen; man schliesst hieraus, dass die leichter zersetzbaren, welche meist intensiver gefärbt erscheinen, die ältern sind, während man jene, welche schwerer verändert werden, blasser sind und in einem granulösen Inhalte das Rudiment eines Kerns zu enthalten scheinen, für die jüngeren hält. Wie lange das Leben eines Blutzellenindividuums dauere, darüber ist noch kein Aufschluss erlangt worden; die Beobachtung von *Harless*, dass ein Froschblutkörperchen nach 9- bis 40maligem Wechsel von Sauerstoff und Kohlensäure völlig verschwindet, würde uns eine ungefähre Deutung der Dauer desselben geben können, wenn nur nicht bei diesen Versuchen reiner Sauerstoff und reine Kohlensäure abgewechselt hätten, während in den Lungen nur atmosphärische Luft, die etwa 4% Kohlensäure enthält, auf die Blutkörperchen einwirkt. Dass die Dauer der rothen Körperchen des Bluts nicht allzukurz anzunehmen sei, lässt sich aus einer nähern Vergleichung des

Blutes öfter wiederholter Aderlässe entnehmen; wenn nämlich selbst nach einem nicht allzureichlichen Aderlasse sich noch mehrere Tage darauf das Blut an Körperchen ärmer und nach mehrern Aderlässen selbst auf längere Zeit an solchen verarmt zeigt, so beweist dieses gewiss, dass ihre Regeneration nicht allzu schnell vor sich gehen kann; wenn aber ihre Regeneration langsam vor sich geht (wofür auch die reichliche Menge farbloser Blutkörperchen im Blute nach starken Blutverlusten spricht), so kann ihre Dauer nicht eine zu kurze sein, denn sonst könnte die Zahl der gefärbten Blutkörperchen nicht so überwiegend über die der farblosen sein.

Die Frage, ob vorzugsweise an einem bestimmten Orte die Blutkörperchen zu Grunde gehen, ist bis heute noch nicht mit Sicherheit beantwortet. Man dachte sich wohl früher den Untergang der Blutkörperchen im Allgemeinen so, dass sie durch die wechselnde Einwirkung von Sauerstoff und Kohlensäure so wie der verschiedenartigen Salze und anderer Stoffe allmählig, d. h. im ganzen Verlaufe der Blutgefäße zerstört und ihre Producte nach und nach aufgelöst würden. Da das arterielle Blut im Ganzen ärmer an Blutkörperchen gefunden wird, so hätte man hierin wohl eine Stütze für die Ansicht suchen können, dass die alternenden Blutzellen hauptsächlich in den Lungencapillaren durch den zutretenden Sauerstoff zerfielen: allein da nur nachgewiesen ist, dass das Gewicht der Summe der Blutkörperchen vermindert ist, nicht aber ob sie auch an Zahl abgenommen haben, so ist man keineswegs gezwungen anzunehmen, dass die Blutzellen in den arteriellen Gefäßen zu Grunde gingen; ja es ist sogar aus andern Gründen wahrscheinlich, dass nicht ihre Anzahl, wohl aber das Gewicht jeder einzelnen durch die Respiration einen Verlust erleidet. Man zog es aber überhaupt vor, den Untergang der Blutkörperchen an einen bestimmten Ort zu verlegen, und *Schultz* war es hauptsächlich, der die Leber für das Organ hielt, in welchem die »Blutmauser« vor sich ginge. *Fr. Chr. Schmid's* genauere Untersuchungen des Pfortaderblutes und der darin vorkommenden, von denen andern Bluts verschiedenen farbigen Zellen schienen jener Hypothese noch einen exactern Grund zu gewähren. Wir haben bereits in dem Obigen unter »Galle« so wie unter »Blut« weitläufig genug über die Constitution des Pfortaderblutes und ihr Verhältniss zur Leberfunction gesprochen, und sind durch die vergleichenden Analysen des Pfortader- und Lebervenenblutes zu dem Resultate gelangt, die Leber eher für ein Verjüngungsorgan der Blutkörperchen als für den Ort ihrer Zerstörung zu halten, wiewohl wir nicht in Abrede stellen konnten, dass von der Milzvene her der Pfortader Blutkörperchen zugeführt würden, die man gewöhnlich für alternde zu halten pflegt; während der Verdauung dagegen fanden wir im Pfortaderblute nur normale Blutkörperchen. Die Ansicht von *Schultz* dürfte daher wohl nur unter gehöriger Restriction noch als gültig anerkannt werden. Dagegen ist aber in neuerer Zeit von *Kölliker* und später von *Ecker* aus histologischen Untersuchungen der Milz und

besonders der Malpighi'schen Körperchen derselben die Ansicht abgeleitet worden, dass dasjenige Organ, welches man früher allgemein für die Werkstätte der Blutbildung hielt und von *Gerlach* und *Schaffner* noch dafür gehalten wird, hauptsächlich der Ort sei, wo die Blutkörperchen ihrer Auflösung und völligen Zerstörung entgegen gehen. Bei dem Zwiespalt der Meinungen der zuverlässigsten Histologen müsste man daran verzweifeln einer der beiden entgegengesetzten Ansichten den Vorzug zu geben, wenn nicht hier, wie so oft, die chemische Analyse der histologischen hilfreich zur Seite träte. *Jos. Scherer* hat nämlich eine vortreffliche, an neuen Entdeckungen reiche Untersuchung der Milzpulpe ausgeführt, deren wesentliches Resultat dieses ist, dass in dem Milzsaft sich die merkwürdigsten Uebergangsstufen der Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger und eiweissartiger Materien und des Blutfarbstoffs selbst angesammelt finden. Es geht aus dieser Untersuchung mit der höchsten wissenschaftlichen Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Milz den zu ihrer Function nicht mehr tauglichen Blutkörperchen den Untergang bereitet (Man vergl. oben »Milzvenenblut« S. 224).

C h y l u s.

Der Chylus oder Milchsaft hat verschiedene physikalische Eigenschaften je nach der Art, nach dem nüchternen oder gesättigten Zustande des Thiers, nach dem Theile der Chylusgefäße, denen er entlehnt wurde, so wie endlich nach der Art der genossenen Nahrungsmittel. Gewöhnlich bildet er eine milchig opalisirende, gelblich weisse oder blässröthliche Flüssigkeit, von schwachem thierischen Geruche und etwas salzigem aber dabei fadem Geschmacke, von sehr schwach alkalischer Reaction. Gleich dem Blute gerinnt er 9 bis 12 Minuten, nachdem man ihn dem Chylusgefäße entnommen hat; das Coagulum, welches sich nach 2 bis 4 Stunden contrahirt hat, ist viel geringer als das des Blutes, sehr weich, zerreibbar, ja zuweilen nur gallertartig; an der Luft färbt es sich (namentlich das von Pferden) meist etwas lichter, wenn es vorher gelb gefärbt war. Das Chylusserum, wenn auch klarer, als der frische Chylus, bleibt immer etwas trüb. Beim Verdünnen mit blossem Wasser trübt sich das Chylusserum gewöhnlich nicht; damit gekocht, bildet es eine milchweisse Flüssigkeit, aus der sich meist nur einzelne Klümpchen abscheiden; durch Essigsäure entsteht oft (*Nasse*¹⁾ eine Trübung; beim Verdunsten der von dem Eiweiss-Coagulum abfiltrirten Flüssigkeit bilden sich auf deren Oberfläche farblose durchsichtige Häute (Natronalbuminat). Durch Aether wird das Chylusserum nicht coagulirt, sondern klarer; zwischen Aether und Chylusserum bildet sich eine schmutzig gelblich weisse, rahmartige Schicht.

¹⁾ *H. Nasse*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 4, S. 235.

Bei Vögeln, Amphibien und Fischen ist der Chylus nach *Tiedemann* und *Gmelin* so wie nach *Nasse* fast farblos und durchsichtig; nach *J. Müller*, *Gurtl*, *Simon*, *Nasse* und meinen eignen Erfahrungen ist der Chylus von Pferden mehr röthlich gefärbt, als der irgend eines andern Thiers, dessen Chylus untersucht wurde; völlig milchweiss fand *Nasse* den Chylus von Katzen. Nur während der Verdauung pflegt der Chylus stark getrübt zu sein, ausser derselben bildet er eine schwach opalisirende Flüssigkeit, die nur im Ductus thoracicus eine röthliche Farbe zeigt.

An morphologischen Elementen (*F. T. 8. F. 5*) ist der während der Verdauung gesammelte Chylus sehr reich, da er als eine höchst plastische Flüssigkeit die verschiedensten Entwicklungsstufen der Zellenformation enthält. Man hat daher sehr verschiedene Molecüle in ihm unterschieden, und verschiedene Entwicklungsstufen mit dem Namen der Chyluskörperchen belegt. (*J. Müller*¹), *Schultz*²), *R. Wagner*³), *Henle*⁴), *Nasse*⁵) *Arnold*⁶), *Kölliker*⁷), *Herbst*⁸), *H. Müller*⁹).

Da eine genauere Beschreibung dieser Molecüle mehr in die Histologie gehört, so verweisen wir auf die Arbeiten der eben genannten Männer und führen hier nur das Wesentlichste an von dem, was sich mikroskopisch im Chylus an Molecülen erkennen lässt. Zunächst findet man im Chylus, namentlich in solchem, der den feinsten Chylusgefässen während der Verdauung entlehnt ist, *ausserst feine Körnchen*, die unter dem Mikroskope über dem Sehfelde einen dünnen Schleier verbreiten; diese Molecüle sind besonders von *H. Müller* genauer untersucht und als *Fettkörnchen*, umgeben von einer proteinartigen Hülle, erkannt worden; nur auf Zusatz von Wasser bleiben diese Körnchen unverändert, versetzt man aber den Chylus mit Essigsäure oder verdünntem Aetzkali, so fliessen sie zusammen und bilden die gewöhnlichen Fetttröpfchen; dasselbe geschieht, wenn man Chylus eintrocknen lässt und den Rückstand wieder in Wasser löst. Die meisten Beobachter stimmen darin überein, dass im frischen Chylus der meisten Thiere *keine wahren Fetttröpfchen* vorkommen; nur beim Menschen hat man sie öfter gefunden; hier ist aber wahrscheinlich der Chylus, da er meist aus älteren Leichnamen entlehnt worden war, schon theilweise zersetzt gewesen, so dass die angehende Fäulniss gleich dem Kali gewirkt hatte.

Ausser jenen feinsten Molecularkörnchen finden sich im Chylus und zwar ebenfalls hauptsächlich in den Anfängen der betreffenden Gefässe *gröbere Körnchen*, die sich zu Häufchen zusammengruppiren und durch eine hyaline Substanz zusammengehalten zu werden scheinen (*H. Müller*),

1) *J. Müller*, Handb. d. Physiol. Bd. 4, S. 254 ff.

2) *Schultz*, System der Circulation. Stuttg. 1836. S. 45.

3) *R. Wagner*, Beitr. z. vergl. Physiol. Bd. 2, S. 56 ff.

4) *Henle*, Allg. Anat. S. 424—474.

5) *Nasse*, Handwörterb. d. Phys. Bd. 4, S. 226 ff.

6) *Arnold*, Anatomie. S. 260.

7) *Kölliker*, Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844. S. 50 u. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 442—447.

8) *Herbst*, Lymphgefässyst. u. seine Verrichtungen. Götting. 1844. S. 603.

9) *H. Müller*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 3, S. 239.

so wie auch deutliche *Kerne* mit scharfen Contouren und deutlichem Kernkörperchen, die zuweilen von einzelnen Körnchen bedeckt sind (*Külliker*).

Man hat meistens noch besondere *Chyluskörperchen* als eigenthümlichen Bestandtheil des Chylus angenommen; allein im Wesentlichen sind diese von den sog. Lymphkörperchen oder farblosen Blutkörperchen durchaus nicht verschieden; sie unterscheiden sich von letztern der Mehrzahl nach nur dadurch, dass sie verschiedene Stadien der Entwicklung dieser Zellen repraesentiren. Sie zeigen daher sehr verschiedene Grössen und Formen, bald einen deutlichen, bald einen undeutlichen Kern, zuweilen auch einen gespaltenen Nucleus, der oft erst auf Zusatz von Wasser deutlich gemacht werden kann, weshalb im Chylus selbst diese Körperchen nur matt durchscheinenden Blasen gleichen; merkwürdig ist, dass viele derselben in den Chylusgefässen mittlerer Weite oft eine Grösse von $\frac{1}{200}$ ''' haben, während im Chylus des Milchbrustgangs fast nur solche von $\frac{1}{250}$ bis $\frac{1}{350}$ vorkommen.

Ihr chemisches Verhalten ist theils bei den farblosen Blutkörperchen bereits erwähnt worden, theils kommen wir bei den Eiterkörperchen wieder darauf zurück.

Farbige Blutkörperchen werden im Chylus, namentlich in dem des Ductus thoracicus, constant gefunden, jedoch immer in sehr geringer Menge, sobald er vorsichtig gesammelt worden ist.

Um sich frischen Chylus in möglich grösster Menge zu verschaffen, tödtet man ein Thier zwei bis fünf Stunden nach der Fütterung durch Strangulation oder den Nackenstich, öffnet schnell die Brusthöhle und unterbindet den Ductus thoracicus kurz vor seiner Einmündung in die V. subclavia; wartet man nun kurze Zeit, so wird der Milchbrustgang sich mit Chylus anfüllen, so dass er davon gespannt und wie injicirt wird; hierauf praeparirt man ihn bis in die Bauchhöhle zur Cisterne herab und entleert den Inhalt mit Vorsicht (um Blutbeimengung zu vermeiden) entweder durch eine feine Troiquartnadel oder durch einen einfachen Einschnitt. Mehr Chylus erhält man, wenn man blos den Brusttheil des Ductus thoracicus bloslegt und sofort durch Einschnitt den Chylus ausfliessen lässt; allein der jähe Abfluss des Chylus in dem frisch getödteten Thiere kann möglicher Weise ein reichlicheres Zufließen von Lymphe und wässriger Flüssigkeit bedingen, so dass der gewonnene Chylus nicht ganz den Charakter des normalen Milchsafes an sich trägt.

Was die chemischen Bestandtheile des Chylus betrifft, so sind diese denen des Blutes vollkommen entsprechend; bis jetzt hat man nur sehr geringe, ja durchaus unwesentliche Unterschiede zwischen dem Plasma des Blutes und dem Chylus ermitteln können; dies ist allerdings sehr leicht erklärlich; denn der genauern chemischen Analyse war nur der Milchsaft des Ductus thoracicus zugänglich, eine Flüssigkeit, die nicht nur an sich dem Blute weit ähnlicher ist, als der Chylus der feinem Gefässe, sondern die selbst von den Lymphgefässen der Milz aus bereits farbiges Blut sammt Blutkörperchen aufgenommen hat.

Nach den ungelösten Moleculen des Chylus, deren chemische Constitution noch viel mehr ausser dem Bereiche unsrer heutigen Forschung liegt, als die der vollendeten Blutzellen, zieht auch hier der Faserstoff hauptsächlich unsre Aufmerksamkeit auf sich. Derselbe unterscheidet sich nämlich durchschnittlich von dem des Blutes durch eine weit geringere Contractilität, durch eine mehr gallertartige Beschaffenheit, welche die pathologischen Anatomen serös infiltrirt nennen würden; gleich dem Faserstoff in manchen krankhaften Exsudaten löst sich derselbe zuweilen, namentlich wenn die umgebende Temperatur über das gewöhnliche Mittel steigt, einige Stunden nach der Gerinnung wieder auf; er zeigt unter dem Mikroskop auch gewöhnlich nicht die faserige Textur des festgeronnenen Blutfibrins, löst sich in verdünnten Alkalien und organischen Säuren sehr leicht auf, und nach kurzer Digestion auch in Salpeterwasser, ja selbst in Salmiaklösung; aus der essigsäuren Lösung wird er durch Salmiak, und aus der salmiakhaltigen Lösung durch Essigsäure vollständig wieder niedergeschlagen, gerade wie dies fast bei allen Proteinkörpern der Fall ist. In gehörig entfettetem, ausgewaschenem und getrocknetem Chylusfibrin fand ich nur 1,77% stark alkalischer Asche. Gleich dem Blutfibrin schliesst das des Chylus immer einige der oben genannten morphologischen Bestandtheile des Chylus mit ein, und ist deshalb hauptsächlich noch fettreicher als das des Blutes; jedoch geschieht es wohl sehr selten, dass der Faserstoff des Chylus beim Gerinnen alle jene Elemente mit einschliesst, welche in der Inter cellularflüssigkeit suspendirt waren; deshalb ist das Chylusserum zwar gewöhnlich klarer, als der ursprüngliche Chylus, allein einige Trübung oder wenigstens Opalescenz behält es immer bei.

Im Serum des Milchsaftes praevalirt unter den festen Bestandtheilen ebenfalls das Albumin. Man hat dasselbe für ein unvollkommenes, noch nicht ausgebildetes Eiweiss halten wollen (*Prout*), und zwar aus dem Grunde, weil es beim Erhitzen gerinnt und gleichzeitig durch Essigsäure einigermaassen gefällt wird. Abgesehen von dem Unlogischen, was chemischer Seits in der Annahme einer unvollkommenen Substanz liegt (denn ist z. B. Sumpfluft ein vollkommener Kohlenwasserstoff als ölbildendes Gas oder umgekehrt?), so wird nach dem im 4. Th. S. 313 Bemerkten Jedermann zunächst auf den Gedanken kommen, dass im Chylus das Albumin nur mit mehr Alkali als im normalen Blute verbunden ist; und dies bestätigt auch die directe Untersuchung (wenigstens beim Chylus des Milchbrustgangs der Pferde). Durch sehr starkes Verdünnen mit Wasser wird das Chylusserum durchaus nicht getrübt, beim Kochen bildet es weniger cohaerente Flocken, als eine milchweisse, undurchsichtige Flüssigkeit; beim Abdampfen des Chylusserums bilden sich auf dessen Oberfläche farblose Häute; das wässrige Extract des Chylusrückstandes reagirt stark alkalisch, und seine Lösung wird durch Neutralisation mit Essigsäure getrübt; nach dem Verschwinden der Trübung durch stärkern Zusatz von Essigsäure bewirkt Blutlaugensalz eine bedeutende Fällung; der

wässrige Auszug des Chylusrückstands giebt beim Kochen mit Salmiak eine bedeutende Trübung, ebenso auch auf Zusatz von Salpetersäure. In dem mit Wasser, Alkohol und Aether ausgelaugten Albumin fanden sich beim Einäschern 2,068% Mineralbestandtheile und darunter noch viel alkalische, mit Säuren aufbrausende Salze. Es ist somit die oft behauptete Gegenwart von Casein im Chylus nicht nur nicht erwiesen, sondern sogar unwahrscheinlich.

Wichtig würde es gewesen sein, die *Peptone* der eiweissartigen Stoffe der Nahrungsmittel im Chylus nachzuweisen, allein bei dem Mangel an empfindlichen Reagentien für dieselben lässt sich diese Frage durch die directe Untersuchung nicht entscheiden; da der Chylus an nicht coagulirbaren, nur in Wasser löslichen Substanzen 2,5 bis 3,0% enthält, und darunter besonders viel Natronalbuminat und Mineralsalze sind, so ist es wenigstens unwahrscheinlich, dass in dem aus dem Ductus thoracicus entleerten Chylus der Pferde Peptone vorkommen; es bleibt daher die Frage gänzlich unentschieden, ob die Peptone in den Mesenterialdrüsen zu Albumin und Fibrin verarbeitet werden.

Dass Fett in grosser Menge im Chylus enthalten ist, geht schon aus der mikroskopischen und mikroskopisch-chemischen Untersuchung hervor; durch ebendieselbe lässt sich auch mit einiger Wahrscheinlichkeit nachweisen, dass der Chylus in den Anfängen und den feineren Chylusgefässen viel unverseiftes, im Ductus thoracicus dagegen mehr verseiftes Fett enthält. Ein krystallisirbares Fett konnte ich aus den Chylusfetten des Pferdes, aus den verseiften sowohl als aus den unverseiften, auf keine Weise erhalten; auch andre Experimentatoren geben an, dass sie nur ein schmieriges und ein talgartiges Fett erhalten haben, ohne aber wohl genauer auf Darstellung mikroskopischer Fettkrystalle ausgegangen zu sein.

Zucker wollen einige Autoren im Chylus gefunden haben, andre nicht; besonders will *Trommer*¹⁾ im Chylus von Pferden mittelst der von ihm entdeckten Zuckerprobe solchen gefunden haben; allein bekannt sind die Verhältnisse, welche die Brauchbarkeit dieses Prüfungsmittels ausserordentlich beeinträchtigen können; namentlich wirkt das selbst in das alkoholische Extract übergehende Natronalbuminat des Chylus störend auf die Reaction ein; dasselbe kann mit Kupfervitriol und Kali die schönste blaue Lösung und, wenigstens bei anhaltendem Kochen, einen gelbrothen Niederschlag geben, ohne dass eine Spur Zucker im Chylus enthalten ist; es bildet sich das von *Lassaigne* untersuchte Kupferoxydalalbuminat, welches bei längerem Kochen mit Kali ebenfalls Kupferoxydul ausscheidet. Im Chylus mit Kleie gefütterter Pferde habe ich durchaus keinen Zucker nachweisen können, dagegen konnte ich nach längerer Fütterung der Pferde mit Stärkmehl oder sehr stärkmehlreichem Futter unter Anwendung der Th. 4. S. 265 angegebenen Methode und berührten Cautelen so wie auch durch die Gährungsprobe Zucker mit Bestimmtheit auf-

1) *Trommer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 89. S. 360.

finden. Es scheint also, als ob nur bei Ueberfluss von Zucker im Darne solcher in nachweisbarer Menge in den Chylus übergehen könne.

Gallenbestandtheile sind im Chylus auf keine Weise zu entdecken.

Milchsaure Alkalien sind im Chylus wenigstens nach Fütterung mit stärkehaltigen Nahrungsmitteln bestimmt von mir nachgewiesen worden (vergl. Th. 4. S. 104).

Der Chylus ist sehr reich an Alkalien, welche zum Theil an Albumin zum Theil an Milchsäure und Fettsäuren gebunden sind; daher reagirt die wässrige Lösung der Asche sehr stark alkalisch und braust mit Säuren auf.

Schwefelsaure Alkalien sind praeformirt im Chylus nicht enthalten, wohl aber in dessen Asche. Wird nämlich das wässrige Extract des vorher mit Alkohol und Aether behandelten festen Chylusrückstandes vorsichtig mit Essigsäure neutralisirt, abgedampft, wieder in Wasser gelöst, filtrirt und nach vorgängigem Ansäuern durch Salpetersäure mit einem Barytsalze versetzt, so entsteht nicht die geringste Trübung, noch nach längerer Zeit das geringste Sediment.

Von Rhodanverbindungen, die möglicher Weise von dem in den Darm gelangten Speichel hätten in den Chylus übergehen können, ist keine Spur nachzuweisen; wenigstens färben Eisenoxydsalze das alkoholische Chylusextract nicht merklich roth.

Phosphorsaure Alkalien sind selbst in der Asche des aus Pflanzennahrung entsprossenen Chylus nur in sehr geringer Menge enthalten.

Chlornatrium und Chlorkalium sind in dem Chylus in ziemlich grosser Menge enthalten. Man hat aber auch Ammoniaksalze und namentlich Salmiak in demselben zu finden geglaubt; der Grund, welcher zu diesem irrthümlichen Glauben verführt hat, ist bereits im 4. Th. S. 417 angeführt worden. Namentlich zeigen sich die mit Salmiak verwechselten Chlorkalium- und Kochsalzefflorescenzen beim Verdunsten des spirituösen Auszugs unter dem Mikroskop; beständen dieselben aus Salmiak, so würde man nicht die Krystalle von phosphorsaurem Natron, sondern die so leicht erkennbaren Krystalle von phosphorsaurem Natron-Ammoniak haben wahrnehmen müssen; Platinchlorid schlägt übrigens aus der spirituösen Lösung die Kalium-, nicht aber die Ammoniumverbindung nieder. Dass übrigens die oktaëdrischen und tetraëdrischen Formen, in welchen das Chlornatrium so häufig unter dem Mikroskop aus abgedunsteten, thierischen Flüssigkeiten erhalten wird, und so auch oft aus dem Chylus, keine Zeichen für die Gegenwart von Harnstoff sind, ist ebenfalls im 4. Th. S. 164 erklärt worden.

Sehr schwierig ist es zu entscheiden, ob das Chylusserum gleich dem des Blutes frei von Eisen sei oder nicht; *Reuss und Emmert*¹⁾, *Vauque-*

1) *Reuss und Emmert*, Reil's Arch. Bd. 8. S. 147–218.

*lin*²⁾, *Rees*³⁾) und *Simon* glauben sich von dem Eisengehalte des Chylusserums überzeugt zu haben und halten es für loser gebunden als im Blute, d. h. wohl an Phosphorsäure oder andre Stoffe gebunden, welche die gewöhnlichen Reactionen auf Eisensalze nicht verhindern. Der Grund, weshalb wir aus diesen so wie aus eignen Untersuchungen auf einen Eisengehalt des Chylusserums zu schliessen uns noch nicht für berechtigt halten, ist der, dass das Chylusserum niemals völlig frei von gefärbten oder wenigstens farblosen Zellen erhalten werden kann, und dass deshalb das im Chylusserum gefundene Eisen recht wohl jenen Zellen angehören kann. Absoluten Mangel an Eisen im Chylusserum wird freilich Niemand behaupten wollen, ebenso wenig als absolute Abwesenheit desselben im Blute; denn das Eisen muss natürlich aus dem Plasma des Chylus in die Zellen und im Blute aus den zu Grunde gehenden Zellen in die Interzellularflüssigkeit zurückgehen; allein einen integrirenden Bestandtheil der einen oder der andern Flüssigkeit scheint das Eisen nicht auszumachen.

Ueber das analytische Verfahren bei der quantitativen Untersuchung des Chylus dürfte nach dem, was wir über die Analyse des Bluts und der thierischen Flüssigkeiten im Allgemeinen schon früher bemerkt haben, nur wenig hinzuzufügen sein. Es ist schon aus den mitgetheilten Eigenschaften der Chylusbestandtheile ersichtlich, dass die quantitative Bestimmung der Zellen, des Fibrins und des Albumins im Chylus eine höchst unsichere sein muss; wir besitzen kein Mittel, um die Chyluskörperchen und andere Molecüle für sich filtrirbar zu machen oder wenigstens ihr Gewicht in Rechnung zu bringen; sie vertheilen sich sammt den andern im Chylus suspendirten Molecülen auf Fibrin und Albumin; da das Chylusfibrin in der Regel weit unvollkommner gerinnt, so schliesst es die Lymphkörperchen noch weniger vollständig ein, als das Fibrin des Blutes; die im Chylus suspendirt gebliebenen Molecüle werden also vom coagulirten Albumin eingeschlossen. Das Senkungsvermögen der Chyluskörperchen ist so gering, dass oft das coagulirte Albumin sich an der Luft wegen eingeschlossener pigmenthaltiger Zellen ebenso röthet, wie das Chylusfibrin. Es bleibt daher immer nur eine einigermaassen annähernde Bestimmung, wenn man, wie beim Blute, vom festen Rückstande des Chyluskuchens den durch Schlagen bestimmten Faserstoff abzieht. Was daher in den gewöhnlichen Analysen als Fibrin bestimmt ist, bestand oft kaum zur Hälfte aus eigentlichem Fibrin; es enthält nicht blos jene Molecüle, sondern auch ausserordentlich viel Fett, welches man hier, so wie bei Blutanalysen, aus dem Fibrin zu entfernen gewöhnlich versäumt hat. Mehr als bei irgend einer andern thierischen Flüssigkeit sind beim Chylus die für die Bestimmung des Albumins Th. 1. S. 322 — 325 hervorgehobenen Vorsichtsmaassregeln zu beachten. Ebenso muss die Fettbestimmung mit allen beim Blute namhaft gemachten Cautelen ausge-

1) *Vauquelin*, Ann. du Museum nation. d'hist. nat. T. 48. p. 240.

2) *Rees*, Medical Gaz. Jan. 1844.

führt werden. Rücksichtlich der Bestimmung der einzelnen Extracte und der Mineralbestandtheile gelten die oft erwähnten Regeln. Leider liegen uns aber wenig Analysen vor, die, da sie meist ältere sind, mit allen jetzt anwendbaren analytischen Hilfsmitteln durchgeführt wären und somit reine physiologische Resultate geben könnten.

Die Resultate bisheriger fremder und eigener quantitativer Untersuchungen lassen sich in Folgendem übersehen:

Der Wassergehalt des Chylus von Pferden schwankt nach den Untersuchungen verschiedener Forscher zwischen 94 und 96%; also sind wenigstens 4 und höchstens 9% fester Bestandtheile im Pferdechylus enthalten. Im Chylus einer Katze fand *Nasse* 90,57% Wasser.

Die Zahl der Zellen, der Zellenkerne und anderer Moleculé im Chylus muss sehr variabel sein je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel, ist jedoch, wie eben erwähnt, für jetzt noch unbestimmbar. Ausser der Zeit der Verdauung enthält der Chylus weit weniger Zellen und nähert sich dann fast in jeder Hinsicht der Lymphe.

Die Menge des Fibrins im menschlichen Chylus ist noch nicht bestimmt worden; dagegen hat man sie bei verschiedenen Thieren, wiewohl unter Beimengung von Körperchen und Fett, öfter zu ermitteln gesucht, und zwar hauptsächlich beim Pferde; in des letztern Chylus fanden *Tiedemann* und *Gmelin*¹⁾ 0,49 bis 0,7%; *Simon*²⁾ 0,09 bis 0,44%; ich fand an möglichst zellenreichem Coagulum 0,495%, an zellenarmem Fibrin (aus demselben Chylus bestimmt) 0,304%; beim Hund fanden *Tiedemann* und *Gmelin* 0,17 bis 0,27%, beim Schaaf 0,24 bis 0,82%, *Rees* beim Esel 0,37% und *Nasse* bei der Katze 0,43%.

An Albumin hat man gefunden: bei Pferden *Tiedemann* und *Gmelin* 1,93 bis 4,34%, ich im Mittel mehrerer Analysen des Chylus mit Kleie gefütterter Pferde = 3,464%; in dem von mit Stärke gefütterten 3,064%.

An Fett fanden im Chylus von Pferden *Tiedemann* und *Gmelin* 1,64%, *Simon* 1,004 bis 3,480%, ich 0,563 bis 1,894%, *Rees* in dem vom Esel 3,604% und *Nasse* in dem von der Katze 3,27%.

An salzfreien Extractivstoffen fand *Simon* im festen Rückstande des Chylus von Pferden 8,874 bis 9,892%, ich im Chylusrückstande mit Kleie gefütterter Pferde = 7,273%, in dem mit Stärke gefütterter 8,345%.

An löslichen Salzen (aus der Asche bestimmt) enthält der Pferdechylus nach *Simon* 6,7 bis 7,3%, nach meinen Untersuchungen bei Kleiefütterung 7,45%, bei Stärkefütterung 6,784%, der Chylus einer Katze nach *Nasse* 9,4% (darunter 7,1 Chlornatrium). An unlöslichen Salzen enthält der Chylus ungefähr 2%. Die Mineralbestandtheile des

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung u. s. w. Bd. 2. S. 75.

2) *Simon*, medicin. Chem. Bd. 2. S. 244—244.

festen Chylusrückstandes betragen demnach durchschnittlich 12%, und darunter 9 bis 10% lösliche Salze.

Ueber den Einfluss der Nahrung auf die Constitution des Chylus sind zahlreiche Beobachtungen angestellt worden; jedoch sind die Resultate oder vielmehr die Schlussfolgerungen sehr verschieden ausgefallen. Im Allgemeinen steht aber so viel fest, dass beim Hungern oder bei dürftiger Nahrung der Chylus etwas ärmer an festen Bestandtheilen ist, und hauptsächlich weniger Fett enthält, so dass er zwar etwas trüb aber nicht milchig erscheint. Gewöhnlich hat man behauptet, der Chylus werde nach animalischer Nahrung fettreicher; dies ist jedoch nur der Fall, wenn Fleisch, Knochen, Milch oder andere fettreiche Animalien genossen worden sind; denn *Tiedemann* und *Gmelin* sahen, nach Fütterung von Hunden mit Eiweiss, Faserstoff, Käsestoff und Leim den Chylus nur schwach getrübt. Aller Beobachter Erfahrungen stimmen aber darin überein, dass nach Fettgenuss der Chylus milchig und sehr reich an Fett wird. Stickstofffreie Nahrungsmittel bedingen meinen Erfahrungen nach keine entschiedene Vermehrung des Fettes im Chylus. Rücksichtlich des Einflusses der Nahrung auf den Albumin- und Fibringehalt des Chylus lässt sich aus den vorliegenden Thatsachen und Behauptungen der Forscher um so weniger etwas Bestimmtes schliessen, als Fibrin und Albumin zum Theil aus dem Blute durch Transsudation in den Mesenterialdrüsen, zum Theil aber auch aus den Lymphgefässen der Milz ihren Ursprung nehmen, und da quantitativ genau doch nur der Chylus des Ductus thoracicus untersucht worden ist.

Wir können daher auch auf die von *Millon*⁴⁾ ausgeführten Elementaranalysen des Chylus und Blutes von Hunden, die verschiedene Nahrung erhalten hatten, keinen grossen Werth legen, halten uns wenigstens nicht, wie *Millon* sich, für berechtigt, daraus den Schluss zu ziehen, dass die Chylusgefässe nicht vorzugsweise zur Aufnahme der Fette dienen, sondern in ganz gleichem Grade der Absorption der andern Nährstoffe vorstünden. *Millon* fand übrigens Chylus und Blut sonderbarer Weise fast ganz gleich zusammengesetzt; nur wurde nach reichlichem Fettgenuss der Chylus etwas reicher an Wasserstoff gefunden; während das Verhältniss zwischen Kohlenstoff und Stickstoff sich gleich blieb; da das Fett bei der so differenten Constitution der Proteinkörper nicht eine Wasserstoffhöhung ohne Kohlenstoffhöhung bedingen kann, so liegt entweder der Fehler in den nicht mitgetheilten Resultaten der Analyse oder in der Anschauungsweise *Millon's*.

Der Chylus erleidet auf seinem Wege von den Chylusgefässen des Darmes durch die Mesenterialdrüsen bis zum Milchbrustgange mancherlei Veränderungen; auf die Verschiedenartigkeit der morphologischen Elemente in den verschiedenen Theilen der chylusführenden Gefässe haben wir schon oben hingewiesen; rücksichtlich des Fibrins, dessen Menge in den kleinsten Chylusgefässen nach *Tiedemann* und *Gmelin* äusserst gering ist oder ganz fehlt, lässt sich nur so viel folgern, dass der Chylus nach dem Durchgange durch die Drüsen allmählig eine Vermehrung desselben

4) *Millon*, Compt. rend. T. 29. p. 847—849.

zeigt; fast dasselbe gilt auch vom Albumin, welches nach den kurz vorher genannten Forschern dem Chylus in den Drüsen in grosser Menge zugeführt wird, so dass die Dichtigkeit dieser Flüssigkeit um so bedeutender zu werden scheint, je mehr sich dieselbe der Cisterna chyli nähert. Fett ist der einzige Stoff, der auf dem Wege des Chylus zum Blute allmählig vermindert zu werden scheint; dasselbe mag zum Theil zur Zellenbildung (d. h. der Chyluskörperchen, die sehr reich an Fett sind) verwendet werden, theils aber in den verseiften Zustand übergehen, wofür auch der Reichthum des aus dem Milchbrustgange entlehnten Chylus an fettsauren Alkalien spricht.

Ueber pathologische Verhältnisse des Chylus existiren keine positiven Untersuchungen.

Die Frage über die Quantitäten von Chylus, welche innerhalb bestimmter Zeiten ins Blut gelangen, kann noch nicht als beantwortet angesehen werden. *Cruikshank*¹⁾ nimmt die Menge des stündlich dem Blute sich beimengenden Chylus zu 4 Pfunden an; seine Berechnung beruht auf der Beobachtung der Schnelligkeit der Bewegung des Chylus im Mesenterium eines Hundes; dieselbe war 4 Zoll in der Secunde und so gross schlägt er auch die im Ductus thoracicus an; abgesehen von der Unstättigkeit der letztern Position, so hängt die Schnelligkeit der Milchsaftbewegung in den Lymphgefässen des Mesenteriums von so viel verschiedenen Verhältnissen ab, dass diese, an sich höchst variabel, schwerlich nach einer bei einer Vivisection gemachten Beobachtung taxirt werden kann. *Magendie* suchte die Menge des Chylus dadurch zu bestimmen, dass er gesättigten Hunden den Ductus thoracicus am Halse durchschnitt und die innerhalb gewisser Zeiten ausfliessende Quantität ermittelte; es floss in 5 Minuten eine halbe Unze aus, was auf die Stunde 6 Unzen gehen würde. *Bidder*²⁾ hat ähnliche Versuche an vorher strangulirten Hunden gemacht und ist zu ziemlich ähnlichen Resultaten gelangt. Leider lässt sich aber, wie *Bidder* selbst ausgesprochen, aus derartigen Versuchen kaum etwas Sicheres schliessen. Wenn nämlich einerseits durch die Durchschneidung des Ductus thoracicus (wie *Vierordt*³⁾ hervorhebt), eines der wirksamsten Bewegungsmittel, die Aspiration des Chylus aufgehoben wird, so muss andererseits hervorgehoben werden, dass auch eine zu reichliche Entleerung desselben nach einer solchen Operation gedacht werden kann; denn es muss hier, wenn auch nicht in gleichem Grade wie beim Blute, doch in analoger Weise ein Zuströmen der Säfte von allen Seiten her stattfinden, welches die Thätigkeit der a tergo wirkenden, den Chylus fortbewegenden Kräfte, mögen sie an sich auch noch so gering sein, ausserordentlich vermehren wird; der Zutritt der Lymphe wird

1) *Cruikshank*, Geschichte u. Beschreibung der einsaugenden Gefässe, übersetzt v. Ludwig. Leipzig 1789. S. 78.

2) *Bidder*, Müller's Arch. 1845. S. 46—59.

3) *Vierordt*, Arch. d. phys. Heilk. Bd. 7, S. 284—285.

wo der Chylus zweifelsohne in nähern Contact mit dem Blute kommt, durch das Alkali des letztern allmählig eine Verseifung eingeleitet werde; ein Theil des freien Fettes geht jedenfalls in die nun auftretenden Zellenformationen über, wir können aber chemisch die Umwandlungen leider kaum errathen, welche die Fette bei der Zellenbildung selbst erleiden. Da es aber Thatsache ist, dass im Chylus des Milchbrustganges sich mehr fettsaure Alkalien als in dem der feinem Chylusgefäße und auch mehr noch als im Blute vorfinden, so können diese Seifen nicht aus der dem Chylus beigemengten Lymphe oder dem Blutplasma herrühren, sondern müssen wohl erst durch Verseifung im Verlaufe der Chylusgefäße selbst entstanden sein.

Was den Ursprung der albuminösen Materien des Chylus betrifft, so drängen sich uns rücksichtlich derselben hauptsächlich zwei Fragen auf; nämlich die eine: gelangt das Albumin schon fertig gebildet an und in die Darmzotten oder werden die aufgenommenen Peptone erst in den Zellen der Zotten und in den Chylusgefäßen selbst zu Eiweiss verarbeitet? und die zweite: wird das im Chylus gefundene Fibrin in dieser Flüssigkeit selbst gebildet oder rührt es nur von aus dem Blute transsudirter Intercellularflüssigkeit her? Was zunächst die erstgenannte dieser zwei Fragen betrifft, so haben wir schon oben (S. 70 u. 104 ff.) die Gründe angeführt, welche uns zu der Ansicht leiteten, dass im Darmcanale selbst die Peptone noch nicht in Albumin verwandelt würden, trotz der unbestreitbaren Thatsachen, die *Frerichs* zu Gunsten der entgegengesetzten Ansicht anführte. Das System von Zellen, welches die aufgesogenen eiweissartigen Stoffe (nach unsrer Ansicht also die Peptone) zu durchlaufen haben, ehe sie in die eigentlichen Gefäße gelangen, so wie das reichlich jene Zellen einschliessende Netz von Blutcapillaren scheint uns ganz darauf hinzudeuten, dass jene Substanzen hier noch wesentlichen Umwandlungen unterliegen, deren Endproduct wohl kaum ein andres ist, als das eigentliche coagulable, alkalihaltige Eiweiss. Man hat ferner den Chylus, nachdem er durch die Mesenterialdrüsen gegangen ist, eiweissreicher gefunden als vorher, und diese Vermehrung lediglich aus der Aufnahme von Bluteiweiss in den Drüsen abgeleitet; so wenig dies zu bezweifeln ist, so wahrscheinlich ist es doch auch, dass die Albuminvermehrung zum Theil wenigstens noch von der vollständigen Umwandlung der Peptone in coagulables Eiweiss abhängt.

Bezüglich der zweiten Frage muss es nach den entgegengesetzten Erfahrungen *Prout's* ¹⁾ so wie *Tiedemann's* und *Gmelin's* ²⁾ unentschieden bleiben, ob der Chylus vor dem Durchtritte durch die Drüsen bereits wahren Faserstoff enthalte, oder ob das von *Prout* dafür angesehene Coagulum nicht vielleicht aus Fett, Zellenformationen und andrer albuminöser Materie bestand. Tritt wirklich Plasma aus dem Blute in die Chy-

1) *Prout*, Meckel's Arch. B. 6, S. 221.

2) *Tiedemann* und *Gmelin*, a. a. O. S. 457.

lusgefäße über, was wohl nicht zu bezweifeln, so wird es nach der so geringen Menge Fibrin, die im Chylus enthalten ist, wohl am wahrscheinlichsten sein, dass alles Fibrin des Chylus aus dem Blute und aus der Lymphe herrühre; diese Ansicht wird auch unterstützt durch die Betrachtungen, die wir über die Entstehung und die physiologische Dignität des Fibrins (im 4. Th. S. 344—344) angestellt haben. Gewöhnlich hat man aber die weiche, zerreibliche Beschaffenheit des Chylusfibrins für einen Beweis gehalten, dass dasselbe eben erst im Chylus aus dem Albumin entstanden sei und daher noch so unvollkommen ausgebildet erscheine. Allein wir haben schon oben rücksichtlich des Albumins bemerkt, dass der Begriff vollkommener und unvollkommener Ausbildung auf chemische Stoffe durchaus nicht anwendbar ist; von einer unvollkommenen Entwicklung kann nur bei morphologischen Objecten die Rede sein. Dass das Fibrin im Chylus oft (wiewohl nicht immer) sich nicht in der gewöhnlichen Form ausscheidet, liegt sicher nicht an einer unvollkommenen Verwandlung des Albumins in Fibrin, sondern lediglich an der Beschaffenheit und chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit, aus welcher sich das Fibrin ausscheidet. Aus krankhaftem Blute ebensowohl als aus pathologischen Exsudaten sehen wir das Fibrin sich ebenfalls in so lockerer, leicht zerreiblicher und zuweilen zerfließender Form ausscheiden, gerade wie aus dem Chylus; ja wir sind im Stande, auf künstlichem Wege, z. B. durch Verdünnung des Plasmas mit Wasser, durch Zusatz von Alkalien u. dergl. solche lockere, zerreibliche Fibringerinnsel zu erzeugen. Es dürfte aus diesen Gründen wohl das Wahrscheinlichste sein, dass das Fibrin des Chylus von aufgesogenem Blutplasma und Lymphe herrührt, und dass sich nicht hier schon das eben gebildete Albumin zu Fibrin oxydire.

Was die andern Bestandtheile des Chylus betrifft, so finden wir diese bereits im Chymus und sie gehen daher wohl unverändert in die Milchsaftgefäße über; auffallend ist, dass Zucker, den ich nur in so sehr geringen Mengen im Pfortaderblute fand, auch im Chylus entweder in höchst geringer Quantität oder gar nicht gefunden wurde. Einigermaassen erklärlich dürfte diese Erfahrung nur dadurch werden, dass wohl überhaupt im Darne die Umwandlung des Zuckers in Stärkmehl nur sehr langsam von Statten geht und deshalb nur höchst geringe Mengen in Chylus- und Blutgefäße übertreten.

Andeutungen über die Entwicklung der Formelemente des Chylus im Verlaufe der Milchsaftgefäße haben wir schon oben gegeben, als wir von der Entstehung der farblosen Blutkörperchen sprachen (vergl. S. 235).

Es ist von mehrern gewichtigen Autoritäten behauptet worden, dass im Chylusserum Haematin aufgelöst vorkomme, und dass sich solches also schon im Chylus bilden müsse; allein abgesehen davon, dass hier wohl ein ähnliches Verhältniss wie beim Faserstoff obwalten möchte, d. h., dass es den Blutzellen der Lymphgefäße der Milz seinen Ursprung ver-

danken könnte, so ist nach den dermaligen Hilfsmitteln doch nicht so sicher zu entscheiden gewesen, ob das gefundene Pigment nicht gerade den rothen Körperchen des Chylus angehörte. Ich habe wenigstens im Serum des Chylus aus dem Ductus thoracicus von Pferden, der noch am häufigsten roth oder zimmtfarben gefunden wird, neben den wahrhaften haematinhaltigen Blutkörperchen kein gelöstes Pigment auffinden können; ist freilich der Chylus schon in Zersetzung übergegangen, so würde man wohl wegen Zerstörung der Blutkörperchen im Plasma Haematin auffinden müssen.

L y m p h e.

Die Lymphe bildet eine farblose oder gelbliche, nur bei Gehalt an Blutkörperchen roth gefärbte, bald durchsichtige, bald etwas trübe oder opalisirende Flüssigkeit, von schwach salzigem Geschmack und geringem thierisch fadem Geruche; gewöhnlich von alkalischer Reaction; gerinnt 4 bis 20 Minuten, nachdem sie aus dem Lymphgefässe entleert worden ist; es bildet sich dann ein gallertartig zitterndes farbloses Gerinnsel, welches sich nach und nach fester zusammenzieht und die sog. Lymphkörperchen zum grossen Theile mit einschliesst; im Verhältniss zum Serum pflegt dieses Coagulum nur einen sehr kleinen Raum einzunehmen.

An morphologischen Elementen finden wir ausser Fetttropfchen und nucleusähnlichen Bildungen vorzugsweise die eigentlichen Lymphkörperchen, welche sich aber von den farblosen Blutzellen, den Schleim- und Eiterkörperchen nicht wesentlich unterscheiden. Blutkörperchen hat man in der Lymphe, wenn sie vorsichtig gesammelt wurde, nur gefunden, wenn sie den Lymphgefässen der Milz oder ausgehungerten Thieren entlehnt wurde (*H. Nasse*¹).

Der Erlangung reiner Lymphe stellen sich viele Schwierigkeiten entgegen, von denen wir nur nur erwähnen, dass die Saugadern bei nicht allzu grossen lebenden Thieren oft sehr schwierig zu finden und zu praepariren sind, dass sich selbst im günstigsten Falle oft Blut und Fett beim Einschneiden des Gefässes und bei Entleerung der Flüssigkeit beimengt. Man hat sich daher meist auf den Zufall verlassen, und solche Lymphe untersucht, welche spontan in Folge einer directen Verwundung oder des Platzens einer wirklichen Lymphgeschwulst ausfloss. Von Fröschen kann man sich nach der von *Joh. Müller*²) angegebenen Methode in kurzer Zeit eine verhältnissmässig bedeutende Menge leider gewöhnlich etwas blut-

1) *H. Nasse*, R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2, S. 363—410.

2) *Joh. Müller*, Handb. d. Physiol. des M. 4. Aufl. Bd. 1, S. 208.

haltiger Lymphe verschaffen; man macht zu dem Zwecke einen Kreischnitt durch die Oberhaut des Oberschenkels, präparirt die Haut ein Stück nach oben zu von den darunter liegenden Muskeln ab; es fliesst hier eine solche Menge Lymphe ab, dass man z. B. bei völliger Amputation des Oberschenkels oft weit mehr Lymphe als Blut erhält. Bei Fischen, welche meist ziemlich weite Lymphgefässe im untern Theile der Orbita haben, soll man sich leicht Lymphe verschaffen können, wenn man die Augenhöhle von unten öffnet und dann die Saugadern einschneidet.

Am einfachsten würde es sein, eine grössere Menge Lymphe sich durch Einscheiden des Ductus thoracicus bei Thieren zu verschaffen, welche lange Zeit vorher gehungert haben: allein mit *Nasse* halte ich diese Methode nicht für geeignet, um der chemischen Untersuchung eine wahrhafte und reine Lymphe zu liefern.

Die chemischen Bestandtheile der Lymphe sind im Allgemeinen denen des Blutes ohne rothe Körperchen ziemlich gleich.

Der spontan gerinnende Stoff der Lymphe ist mit dem Fibrin des Blutes völlig identisch; namentlich wird er auch gleich dem gewöhnlichen Faserstoff durch Digestion mit salpeterhaltigem Wasser in eine albuminöse, beim Erhitzen gerinnbare und durch Essigsäure fällbare Substanz umgewandelt. Wie beim Chylus hat man auch hier seine Menge nicht eben sehr genau bestimmen können, da man nicht alle Zellenbildungen von ihm zu trennen vermochte. In der Lymphe von Menschen (pathologisch) fanden *Marchand* und *Colberg*¹⁾ 0,52%, *L'Heritier* 0,32% Faserstoff, in der von Pferden hat man 0,04 bis 0,33% gefunden (*Reuss* und *Emmert*²⁾, *Gmelin*³⁾, *Lassaigne*⁴⁾, *Rees*⁵⁾, *Geiger* und *Schlossberger*⁶⁾. *Joh. Müller* fand, dass Frösche, welche den Winter durch gehungert hatten, eine vollkommen fibrinfreie Lymphe gaben; *Nasse* sah dagegen die Lymphe solcher Frösche, die im geheizten Zimmer gestanden hatten, noch gerinnen.

Das Albumin der Lymphe hat die gewöhnlichen Eigenschaften des Bluteiweisses; nur *Geiger* und *Schlossberger* machten die bemerkenswerthe Erfahrung, dass das Eiweiss einer Pferdelymphe, trotz dem, dass diese ohne Reaction auf Pflanzenfarben war, beim Kochen nicht gerann, sondern gleich stark alkalischem Natronalbuminat beim Verdampfen Häute auf der Oberfläche der Flüssigkeit bildete; durch Essigsäure wurde dieses Lymphserum nicht getrübt, wohl aber, wenn die so angesäuerte Flüssigkeit gekocht wurde; da durch Kälberlab keine Gerinnung entstand, so war die Abwesenheit von Casein entschieden dargethan; auch durch Aether wurde solches Serum nicht coagulirt. In menschlicher Lymphe

1) *Marchand* und *Colberg*, Poggend. Ann. Bd. 43, S. 625.

2) *Reuss* und *Emmert*, Allg. Journ. d. Ch. Bd. 3, S. 694.

3) *Gmelin*, A. Müller, Diss. inaug. Heidelb. 1819. p. 59.

4) *Lassaigne*, Recherches physiol. et chimiques etc. Paris 1825. p. 64.

5) *Rees*, Philos. Mag. Febr. 1844. p. 156.

6) *Geiger* und *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 5, S. 392—396.

wurden 0,434 (*Marchand*) bis 6,002% (*L'Heritier*) Albumin gefunden, in der von Pferden 1,2 bis 2,75%.

In der Asche des Albumins der Lymphe, obgleich dieses wiederholt mit Wasser und Spiritus extrahirt worden war, fand *Nasse*¹⁾ auffallender Weise noch sehr viel kohlen-saures Alkali; in der Lymphe findet sich nach dieser und *Geiger's* Erfahrung jenes stark basische Natronalbuminat, welches, wenn nicht andre alkalische Salze zutreten, der Lösung keine alkalische Reaction ertheilt und selbst beim Coaguliren viel Alkali zurückhält.

Fett findet sich in der Lymphe meist in verseiften Form, aber immer in geringer Menge; *Nasse* fand in der Lymphe des Pferdes 0,0088% freies Fett und 0,0575% fettsaures Alkali, dagegen fanden *Marchand* und *Colberg* in menschlicher Lymphe 0,264% blassröthlich gefärbtes Fett.

Die Extractivstoffe der Lymphe sind nicht näher untersucht, obgleich ihre Menge im Verhältniss zum Eiweiss keineswegs gering ist. *Nasse* fand in der Pferdelymphe 0,0755% in Alkohol löslicher, und 0,9877 nur in Wasser löslicher extractiver Materien, *Geiger* und *Schlossberger* im Ganzen 0,27%.

Harnstoff konnte von *Nasse* in der Lymphe des Pferdes nicht nachgewiesen werden.

Von dem Gehalte der Lymphe an milchsauren Salzen ist bereits im 4. Th. S. 104 die Rede gewesen.

Unter den Mineralstoffen überwiegt, wie in allen thierischen Flüssigkeiten, das Chlornatrium, von welchem *Nasse* in der Pferdelymphe 0,4423% fand.

Nasse fand in der Pferdelymphe auch kohlen-saure Alkalien, *Geiger* dagegen nicht; ersterer berechnet seine Menge zu 0,056%, von dessen Gegenwart er sich unter dem Mikroskop durch die auf Zusatz von Essigsäure sich entwickelnden Gasblasen überzeugt zu haben glaubt. Die Asche der festen Bestandtheile der Lymphe fand *Geiger* übrigens sehr reich an kohlen-sauren Alkalien.

Ammoniak-salze, welche *Nasse* muthmaasste, haben *Geiger* und *Schlossberger* mit Bestimmtheit in der Pferdelymphe nachgewiesen.

Verhältnissmässig reich an Schwefelsäure und zwar an praeformirter Schwefelsäure fand *Nasse* die Pferdelymphe; er berechnet den Gehalt derselben an schwefelsaurem Kali zu 0,0233%.

Phosphorsäures Alkali findet sich nur in sehr geringer Menge in der Lymphe.

An Erdsalzen mit etwas Eisenoxyd (herrührend von beigemengten Blutkörperchen) fand *Nasse* in der Pferdelymphe nur 0,034%.

Der Wassergehalt der Lymphe scheint sehr variabel zu sein, aber immer weit geringer als der des Blutplasma's; in menschlicher Lymphe fand *Marchand* 96,926%, *L'Heritier* 92,436% Wasser; in der Lymphe von Pferden hat man 92,5% (*Lassaigne*) bis 98,37% (*Geiger*) gefunden.

1) *Nasse*, Simon's Beitr. z. phys. u. pathol. Ch. Bd. 4. S. 449.

Nasse hat einen interessanten Vergleich (auf directe Analysen begründet) zwischen der Zusammensetzung der Lymphe und des Blutserums des Pferdes angestellt; es ergab sich daraus, dass die Verhältnisse der Salze unter einander in beiden Flüssigkeiten ganz gleich sind, obwohl ihre absolute Menge wegen des bedeutenderen Wassergehalts der Lymphe sehr verschieden ist. Neben dem verschiedenen Wassergehalte beider Flüssigkeiten (Wasser des Blutserums = 90,8%, der Lymphe = 96,4%) sind aber auch bedeutende Unterschiede in der Proportion, in welcher die Mineralsalze zu den organischen Stoffen in beiden Flüssigkeiten stehen; auf 100 Th. Salze kommen im Blutserum = 4036 Th., in der Lymphe dagegen nur 785 Th. organische Materie. In der menschlichen Lymphe fanden *Marchand* und *Colberg* anorganische und organische Stoffe fast zu gleichen Theilen.

An den Versuch, die Quantität der im ganzen Thierkörper enthaltenen Lymphe zu berechnen, dürfen wir jetzt noch nicht denken, da es zu einer solchen Rechnung an allen Unterlagen fehlt. Hätte die Lymphe der verschiedenen Theile auch nicht so verschiedene Zusammensetzung (wie es wenigstens nach einigen Thatsachen sowie auch aus theoretischen Gründen wahrscheinlich ist), wäre die Schnelligkeit des Lymphstroms in verschiedenen Gefässen (vor und nach dem Durchgange der Lymphe durch die Drüsen) auch nicht so verschieden und ausserdem von innern und äussern (d. h. physikalischen und chemisch-physiologischen) Bedingungen abhängig (*Noll*¹): so würden wir doch immer noch weit weniger im Stande sein, die Capacität der Lymphgefässe zu berechnen, als die der Blutgefässe, da das System dieser Canäle anatomisch noch bei weitem nicht so genau erforscht ist, als das der blutführenden. Es ist schon bei der Erwägung der in bestimmten Zeiten gebildeten Chylusmenge an die Gründe erinnert worden, weshalb aus der Menge der Flüssigkeit, welche aus dem geöffneten Hauptstamme eines Lymphgefässsystems ausfliesst, nicht füglich ein einigermaassen annähernder Schluss auf die Menge innerhalb gewisser Zeit gebildeten Saftes gezogen werden kann. Zu dem Zwecke jedoch, sich wenigstens eine ungefähre Vorstellung von der Menge gebildeter oder in den Gefässen strömender Lymphe zu machen, können folgende Thatsachen dienen: *Collard de Martigny*²) sah aus dem Milchbrustgange eines seit 24 St. hungernden Kaninchens in 10 Minuten 9 Gran Lymphe ausfliessen. *Joh. Müller* nimmt die Capacität der von ihm entdeckten vier Lymphherzen der Frösche zu etwa 4 Cubiklinien an; da diese in einer Minute etwa 60 Pulsationen machen, so würden die vier Lymphherzen in dieser Zeit ungefähr 240 Cubiklinien Lymphe in die Venen treiben, vorausgesetzt, dass sie sich bei jeder Zusammenziehung vollständig entleerten, was aber keineswegs der Fall ist. Uebrigens ist bei Fröschen und kaltblütigen Thieren überhaupt das Lymphgefässsystem bei

1) *Noll*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 9, S. 52—93.

2) *Collard de Martigny*, Journ. de physiol. T. 8, p. 266.

weitem bedeutender als bei warmblütigen Thieren. Von den 43 Kilogramm Flüssigkeit, die nach *Bidder*¹⁾ seinen Versuchen an Thieren zufolge bei einem erwachsenen Menschen aus dem Ductus thoracicus in die Vena subclavia innerhalb 24 St. treten, glaubt derselbe Forscher, dass ungefähr nur 3 Kilogramm dem eigentlichen Chylus (von aussen zugeführten und verdaulichem Nahrungsmaterial) angehören (vergl. oben S. 254), 40 Kilogramm aber wahrhafte Lymphe sind. Also würden in 24 St. ungefähr $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ des Körpergewichts Lymphe gebildet und ins Blut ergossen, ein Verhältniss, welches, wie leicht zu begreifen, eher zu niedrig als zu hoch ist.

Der Ursprung der Lymphe wird von allen Physiologen in dem Saft gesucht, welcher aus den Capillaren des Bluts in das Parenchym der Organe zu deren Ernährung oder zur Bildung der Secrete ausgetreten ist. Die Abhängigkeit der Beschaffenheit und Menge der Lymphe von der durch die Blutcapillaren zugeführten und aus dieser transsudirten Flüssigkeit ist schon früher von den Physiologen dargethan, durch *Noll* sind aber vor Kurzem noch neue Beweise dafür beigebracht worden. Es würde also nur noch Sache des Chemikers sein, aus einem genauen Vergleiche des Blutplasma's, der parenchymatösen Flüssigkeit, der Secrete und der Lymphe die chemischen Gleichungen zu abstrahiren, welche dem wissenschaftlichen Ausdrucke für die Prozesse entsprechen, aus denen die Bildung der Lymphe hervorgeht. Von diesem Ziele, welches die chemische Forschung zunächst anstreben muss, sind wir jedoch in diesem Augenblicke noch sehr weit entfernt: denn denken wir uns auch, dass die Verschiedenheiten des transsudirenden Blutplasma's und der wieder aufgesogenen Lymphe bei denselben Individuen chemisch ganz genau erforscht werden könnten, so würden aus dieser Verschiedenheit immer nur noch wenig sichere Schlüsse auf die Umwandlungen, welche das Blutplasma in in jedem einzelnen Organe oder auch nur im Allgemeinen erleidet, und auf die Entstehung der einzelnen Bestandtheile der Lymphe gezogen werden können. Die Lymphe nämlich, welche nach den jetzt bekannten physiologischen Hilfsmitteln der chemischen Untersuchung zugänglich ist, darf nicht als das Product der Ernährung der Organe angesehen werden. Denn es transsudirt zweifelsohne nicht nur mehr Plasma durch die Blutcapillaren, als zur Ernährung der Organe und Bildung der Secrete nothwendig ist, so dass sich also den durch die Ernährung umgewandelten oder in die Secrete nicht mit übergegangenen Stoffen noch sehr viel unverändertes Plasma beimengt; sondern die von den Lymphgefässen wieder aufgesogene Flüssigkeit erleidet bei ihrem Durchtritte durch die Lymphdrüsen weitere Umwandlungen, wie bereits durch zahlreiche physiologische Thatsachen constatirt ist. Schon aus dem Auftreten von Zellen, die doch wahrscheinlich erst nach dem Durchgange der aufgesogenen Flüssigkeit durch die Drüsen (bei den mit Lymphdrüsen versehenen Thieren) gebildet werden, lässt sich entnehmen, dass in der Lymphe nicht blos

1) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte und Stoffwechsel. S. 285.

die Producte der regressiven Metamorphose, sondern noch wahrhaft plastische Stoffe enthalten sind. Die Lymphe mancher Organe scheint noch so viel plastische Kraft zu besitzen, dass selbst Blutkörperchen sich in derselben und zwar vorzugsweise bilden: die Lymphe der Milz zeigt sehr oft, ja gewöhnlich, einen Gehalt an Blutkörperchen, wie schon oben erwähnt worden; nach *Huschke*¹⁾ sind die *Malpighi'schen* Körperchen der Milz nichts weiter als Ausbuchtungen der Lymphgefäße; dass aber in diesen eine der Bildungsstätten der Blutkörperchen zu suchen sei, ist durch die übereinstimmenden Beobachtungen *Gerlach's*²⁾ und *Schaffner's*³⁾ mit einiger Wahrscheinlichkeit dargethan worden. Wenn aber einerseits die Lymphe verschieden sein muss je nach der Menge in ihr noch unveränderten Blutplasma's sowie nach der Art des Organs, dessen Umwandlungsproducte sie enthält, so wird sich ein neuer Grund für deren grosse Verschiedenheit in verschiedenen Theilen herausstellen, wenn wir erwägen, dass von der Beschaffenheit der Capillaren jedes Organs, d. h. von der Weite derselben, von der Dichte ihrer Wände, von der Schnelligkeit des sie durchströmenden Blutes u. dergl. m. die chemische Constitution des transsudirten Plasma's abhängig ist. *Gerlach* weist insbesondere darauf hin, dass die Milz sehr weite Blutgefäße besitzt, die wegen Mangels einer Ringfaserhaut den Capillaren beizuzählen sind und wegen der Düntheit ihrer Wände mehr als die Capillaren anderer Organe befähigt sein dürften, ein möglichst vollkommenes unverändertes Blutplasma, d. h. eine Inter-cellularflüssigkeit transsudiren zu lassen und so den Lymphgefäßen das reichlichste Material zur Zellenbildung darzubieten. Dürfen wir gewisse normale oder auch hydropische Ausschwitzungen im Thierkörper, z. B. die Transsudate der innern Gehirncapillaren, denen die (nur in der Peripherie des Gehirns befindlichen) Lymphgefäße so fern liegen, als die unmittelbaren Abscheidungen oder Transsudate der Capillaren betrachten, so wird die eben auf die Verschiedenheit der Capillaren begründete Ansicht auch noch durch die chemische Untersuchung der Transsudate verschiedener Haargefäßsysteme unterstützt. So hat z. B. *C. Schmidt*⁴⁾ aus der Vergleichung der Zusammensetzung der peripherischen Hirnhüllencapillartranssudate mit der der centralen Hirncapillartranssudate den Schluss gezogen, dass die Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit keineswegs als mechanisch von den weiter kreisenden Blutzellen abfiltrirtes und etwa nur eines Theils der von der Hirnsubstanz selbst aufgenommenen stickstoffhaltigen und fettigen Materien beraubtes Blutplasma sei. Wir werden übrigens unter den Transsudaten noch auf die einzelnen Untersuchungen *Schmidt's* zurückkommen, aus welchen zur Evidenz hervorgeht, dass die verschiedene Capillarsysteme innerhalb des Körpers transsudirenden Flüssigkeiten eine sehr verschiedene, für dasselbe Haargefäßsystem aber

1) *Huschke*, Lehre von den Eingeweiden. S. 175 ff.

2) *Gerlach*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 7, S. 75—82.

3) *Schaffner*, ebendas. S. 345—354.

4) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera u. s. w. S. 124—148.

constante, Zusammensetzung besitzen, wobei die anorganischen Bestandtheile ziemlich dieselben wie im Blute bleiben, die Verschiedenheit sich aber hauptsächlich im Albumingehalte ausspricht. Nach *Schmid's* Untersuchungen transsudiren die Capillaren der Pleura am meisten Proteinkörper, mehr als die Hälfte weniger dagegen schon die des Bauchfells, noch weniger die des Gehirns und am wenigsten die des Unterhautbindegewebes.

Diese und ähnliche Erwägungen sind es, die wir anzustellen für nöthig erachten, um eine physiologisch-chemische Untersuchung über Ursprung und die physiologische Dignität der Lymphe auszuführen; denn jede chemische Gleichung würde uns ein falsches Bild von den Quellen der Lymphe und ihrem Werthe für das thierische Leben entwerfen, wenn jene ohne Berücksichtigung jener Verhältnisse aus der einfachen chemischen Zerlegung der Lymphe grösserer Gefässstämme abgeleitet worden wäre. Leider stehen wir aber auch hier nur noch am Eingange in ein Gebiet, in welchem wir kaum noch die Wege und Richtungen erkennen, die uns dereinst zum Ziele zu führen vermögen. Der erste, der in diesem Gebiete Bahn zu brechen versuchte, ist *H. Nasse*, indem er, wie oben erwähnt, das Serum des Pferdebluts mit der Lymphe aus den Halsgeflechten desselben Thiers verglich. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind folgende:

Die Lymphe enthält immer mehr Wasser als der Liquor sanguinis; es transsudirt also nicht ein Gewichtstheil vollkommenen Plasma's aus dem Blute, sondern mehr Wasser und weniger feste Bestandtheile als dem Liquor sanguinis entsprechen; das fortströmende Blut muss daher concentrirter werden.

Werden die festen Bestandtheile der Lymphe und des Serums unter sich verglichen, so findet sich in der Lymphe weit weniger Eiweiss als im Serum; auf 100 Th. löslicher Salze kommen im Blutserum 838 Th. Eiweiss, in der Lymphe nur 697 Th. Der Mindergehalt der Lymphe an Albumin kann nicht blos daher rühren, dass ursprünglich weniger Eiweiss aus den Capillaren ausgetreten ist, sondern hauptsächlich wohl daher, dass ein Theil desselben zur Restitution der untauglich gewordenen Gewebstheile sowie zur Bildung der Lymphkörperchen verwendet worden ist.

In dem Lymphrückstande findet sich ferner weit weniger Fett, als in dem des Blutserums; *Nasse* fand das Verhältniss der löslichen Salze zu dem Aetherextracte in der Lymphe = 100 : 1,57, im Blutserum = 100 : 4,8. Da aus der Untersuchung pathologischer Transsudate hervorgeht, dass diese schon weniger Fett enthalten, so dürfte wohl anzunehmen sein, dass das Plus von Fett im Serum verbleibt, zumal da wir das venöse Blut fettreicher gefunden haben als das arterielle; doch mag ein Theil des transsudirten Fettes mit zur Zellenbildung in der Lymphe verwendet worden sein (wiewohl in der *Nasse'schen* Vergleichsuntersuchung Faserstoff und Lymphkörperchen dem Eiweiss beigerechnet sind und demnach auch deren Fettgehalt bei der Analyse des Lymphrückstands mit in Rechnung

gebracht ist); dagegen sind die neutralen durch Aether extrahirbaren Fette zum Theil wohl verseift worden und in *Nasse's* Alkoholextracte zu suchen.

Der Rückstand der Lymphe enthält verhältnissmässig mehr Extractivstoffe als der des Blutserums; nehmen wir auch hier die löslichen Salze als constante Grösse an, so ist ihr Verhältniss (nach *Nasse's* Analysen) zu den salzfreien in Wasser, Spiritus und Alkohol löslichen Extractivstoffen im Blutserum = 400: 50,4, in der Lymphe = 400: 87,0. Diesen Zuwachs an extractiven Materien in der Lymphe wird man sich leicht aus den Trümmern der mehr oder minder regen Gewebismetamorphosen erklären können, obwohl ein Theil derselben vielleicht noch leichter aus den Capillaren transsudirt, als selbst die löslichen Salze; wenigstens finden wir auch in den pathologischen Transsudaten der Capillaren in der Regel weit mehr Extractivstoffe, als in der Blutflüssigkeit. Diese Materien könnten also nicht blos als Abfall der Gewebismetamorphose, sondern auch der bereits im Blute verlaufenden Zellenbildung zu betrachten sein. In den Extractivstoffen sind aber sicher eine Anzahl Stoffe verborgen, deren genauere chemische Untersuchung uns noch viel glänzende Aufschlüsse über den thierischen Stoffwechsel verspricht. Nach der *Nasse's*chen Analyse ist das Alkoholextract in der Lymphe vermehrt; diese Vermehrung wird sich auf gebildete Seifen, Milchsäure und Harnstoff beziehen: zwar ist z. B. noch kein Harnstoff in der Lymphe direct nachgewiesen worden, allein kaum lässt es sich anders denken, als dass der Harnstoff, ein Zersetzungsproduct der Gewebismetamorphose, die Lymphgefässe durchheile, ehe er ins Blut zur Ausscheidung durch die Nieren gelangt. Dass *Schmidt*¹⁾ in der Flüssigkeit bei chronischem Wasserkopf Harnstoff gefunden hat, würde vielleicht einen Beweis für die nothwendige Gegenwart des Harnstoffs in der Lymphe abgeben können, wenn in jenem Falle die Nichtexistenz eines gleichzeitigen Nierenleidens erwiesen worden wäre. Mehr noch dürften hierfür die schönen Entdeckungen *Scherer's* rücksichtlich der in dem Milzparenchym gefundenen Ausscheidungsstoffe sprechen. *Nasse* nimmt zwar eine rückgängige Bewegung des Transsudats oder einzelner seiner Bestandtheile in die Capillargefässe an, und so könnten wohl auch jene Ausscheidungsstoffe unmittelbar aus der parenchymatösen Flüssigkeit von den Blutcapillaren, aber nicht von den Saugadern aufgenommen werden: allein obgleich die Lymphgefässe mehreren Erfahrungen nach allerdings eine Auswahl in den aufzusaugenden Stoffen zu machen scheinen, so deuten doch die neuesten Untersuchungen der Physiologen und namentlich *Noll's* über die die Lymphe bewegende Kraft darauf hin, dass der von den Capillaren ausgehende Druck es hauptsächlich ist, durch den die Bewegung in den Lymphgefässen eingeleitet wird. Es lässt sich nicht erwarten, dass unter dem Drucke, den die Lymphgefässe zu mindern bestrebt sind, ein irgend erheblicher Theil

1) *Schmidt*, a. a. O. S. 423.

des Transsudats durch einen entgegengesetzten Strom in die Capillaren des Bluts zurückgeführt werde.

Nach *Nasse's* Analysen ist das Verhältniss des Wassers zu den löslichen Salzen in der Blutflüssigkeit des Pferdes = 100: 0,874, in der Lympe = 100: 0,564. Es transsudirt also auch im normalen Zustande weit mehr Wasser aus den Blutcapillaren, als selbst im Verhältniss lösliche Salze durchtreten. Niemand wird aber wohl glauben, dass die durch die Gewebismetamorphose bedingte Wasserbildung wesentlich zur Vermehrung des Wassergehalts der Lympe beitrage. Das venöse Blut ist daher auch ärmer an Wasser gefunden worden, als das arterielle. Leider berechtigen die von *Nasse* ausgeführten Aschenanalysen der Rückstände der Lympe und des Serums nicht zu einigermaassen exacten Schlussfolgerungen. Spätere genauere Analysen müssen darthun, ob in der Lympe, wie *Schmidt* in hydropischen Transsudaten gefunden, im Ganzen zwar die Salze dieselben bleiben wie in der Blutflüssigkeit, allein die Chlorverbindungen in etwas reichlicherer Menge übertreten, als die Phosphate, und die Natronsalze in überwiegender Menge den Kalisalzen gegenüber. Aus *Nasse's* und Anderer Analysen der Lympe lässt sich schliessen, dass die schwefelsauren Alkalien in weit bedeutenderer Menge in dieser Flüssigkeit enthalten sind, als im Blutserum; diese Salze können wohl aus keinem andern Prozesse als dem Untergange schwefelhaltiger Gewebstheile unter Vermittelung des mit dem Plasma aus dem Blute ausgetretenen Sauerstoffs hervorgegangen sein.

Nasse hat endlich gefunden, dass im Blutserum weit mehr Erdsalze enthalten sind, als in der Lympe; dies ist doch wohl nur deshalb der Fall, weil die Erdsalze den Albuminaten anhängen und nur in einer diesen entsprechenden Menge in die Lympe übergehen können.

Die Function der Saugadern besteht also, wenn wir diesen ebengeführten Vergleich der Blutflüssigkeit mit der Lympe im Auge behalten, nicht blos darin, die untauglich gewordenen Theile der Gewebe dem Blute zuzuführen, damit diese, dort weiter umgewandelt, durch die Excretionsorgane ausgeschieden werden, sondern auch darin, dass die noch plastischen Theile des Bluts zu Zellen, ja Blutkörperchen verarbeitet werden; denn wie sollten sonst in der Lympe mit einem Male Zellen auftreten können, wenn sie nur den Abraum der Gewebe hinwegführte? wozu würde ihre Bewegung durch die Lymphdrüsen aufgehalten oder wenigstens erheblich verlangsamt, wenn die Saugadern nicht ähnlich den Chylusgefässen Vorbereitungsorgane für die Bluthildung zugleich wären?

T r a n s s u d a t e.

Während die Pathologen unter Exsudaten alle Arten von flüssigen, breiigen oder festen Stoffen verstehen, welche sich in serösen Höhlen

oder in dem Parenchym der Organe krankhafter Weise abgelagert finden und hier gewöhnlich bereits mannigfaltige Umwandlungen hauptsächlich in morphologischer Hinsicht erlitten haben: halten wir es im Interesse der physiologischen Anschauung für passender, von den bereits metamorphosirten Exsudaten die Transsudate zu unterscheiden, als flüssige aus den Capillaren ausgetretene Bestandtheile der Interellularflüssigkeit des Blutes. Diese Transsudate umfassen alle jene Flüssigkeiten, welche normaler oder abnormer Weise aus den Blutgefäßen (ohne Zerreißen derselben) in das Parenchym der Organe und in die geschlossenen oder offenen Höhlen und selbst auf die Oberfläche des thierischen Körpers ergossen werden. Wir zählen daher zu den Transsudaten die normalen Absonderungen der serösen Häute, und namentlich nicht bloß die der Hirnventrikel, des Perikardiums, der Pleura und des Peritonaeums, sondern auch die Thränen, den Humor aqueus des Auges und den Liquor Amnii, sowie überhaupt den die Gewebe umspülenden und ernährenden Saft, d. h. die parenchymatöse Flüssigkeit; werden diese Durchschwitzungen excessiv, so bilden sie die albuminösen und fibrinösen Exsudate der Pathologen. Obgleich die pathologischen Transsudate der chemischen Untersuchung ihrer oft massenhaften Anhäufung halber weit zugänglicher waren und daher auch weit genauer oder wenigstens häufiger analysirt worden sind, als die normalen Durchschwitzungen: so halten wir es doch auch hier für räthlicher der rein physiologischen Anschauung über das Austreten jener Flüssigkeiten aus den Capillaren zu folgen, da wir in den Irrgängen pathologischer Systematik und pathologischer Fiktionen uns zu verlieren befürchten müssten; denn die Annahme wässriger Transsudate neben serösen, croupöser neben fibrinösen, und wiederum seröser neben albuminösen kann vor dem Forum weder der physikalischen noch der chemischen Physiologie irgend eine Geltung erlangen. Wir haben bereits unter der Lehre von der Lymphe gesehen (an welche sich dieses Capitel in mehr als einer Hinsicht eng anschliesst), dass wir mit den geachteten Physiologen unsrer Zeit den Durchtritt von Wasser und einigen Bestandtheilen des Liquor sanguinis durch die Wände der Capillaren als das Resultat physikalischer Nothwendigkeit betrachten, bedingt durch die Penetrabilität der Wände der Capillaren, durch die Schnelligkeit der Bewegung des Bluts in denselben und durch die physische und chemische Beschaffenheit des in den Haargefäßen strömenden Blutes selbst. Diese Verschiedenartigkeit der Bedingungen giebt uns zugleich Aufklärung über die Verschiedenheit in den physischen und chemischen Eigenschaften der normalen sowie der excessiven Transsudate und über die Unzulässigkeit gewisser Eintheilungsprincipien jener Transsudate, die entweder aus zufälligen Eigenschaften derselben oder aus den Umwandlungsformen entlehnt sind, welchen zu unterliegen sie mehr oder weniger geneigt sind. Ziehen wir daher, abgesehen von jeglicher principiellen Eintheilung derselben, ihre gewöhnlichen physikalischen Eigenschaften so wie ihre wesentlichen oder zufälligen Bestandtheile näher in Betracht.

Die normalen so wie die excessiven Transsudate haben im Allgemeinen dieselben Eigenschaften, wie die Intercellularflüssigkeit oder das Serum des Blutes; sie sind farblos, durchsichtig, von fadem, schwach salzigem Geschmack, von alkalischer Reaction, durchgängig von geringerem specifischem Gewicht, als das Serum des entsprechenden Blutes. An morphologischen Elementen findet man in ihnen je nach der Oberfläche, auf die sie sich ergossen, Epithelialgebilde, Molecularkörnchen, nucleusartige Körper und Zellenformationen, die aber sämmtlich den Transsudaten nicht eigenthümlich sind; so kommen auch Blutkörperchen in ihnen nur vor, wenn die Capillaren in Folge irgend eines Einflusses zerrissen waren und so dem Transsudate wirkliches Blut beimengten.

Auch die chemischen Bestandtheile der Transsudate sind denen des Blutplasmas völlig conform; es tritt nur der schon unter „Lympe“ erwähnte Umstand ein, dass durchgängig alle Bestandtheile im Verhältniss zu denen des Plasmas verringert und demnach ihr Wassergehalt vermehrt ist, und dass selbst von den organischen Bestandtheilen einige so zurücktreten, dass sie gänzlich zu fehlen scheinen und wirklich unter den speciell obwaltenden Bedingungen zur Transsudation unfähig waren. Man würde daher die Transsudate wohl nach dem Mangel des einen oder andern Plasmabestandtheiles eintheilen können, wenn sich hier eine nur irgend haltbare Grenze ziehen und die absolute Abwesenheit des fraglichen Stoffes selbst nur im speciellen Falle darthun liesse.

Die Anwesenheit oder der Mangel an Faserstoff in den Transsudaten hat in der eben berührten Weise Veranlassung gegeben, die blutzellenfreien Durchschwitzungen im Thierkörper vorzüglich in zwei Classen zu spalten, nämlich in albuminöse und fibrinhaltige oder den excessiven Process in serösen und fibrinösen Hydrops (*Jul. Vogel*¹⁾). Gewöhnlich findet man kein Fibrin in den normalen Transsudaten der serösen Häute und in denjenigen excessiven Ausscheidungen, welche nicht von jener Affection der Capillaren begleitet sind, die man bei der Entzündung annimmt; es wird also fehlen in den Fällen übergrosser Blutwasseransammlung, die entweder von einer gestörten Function der Lymphgefässe oder von einer grössern Wässrigkeit des Blutes bedingt ist. Bei erheblicher Verlangsamung des Blutstroms oder bei völligem Stocken desselben in den Capillaren tritt aber immer Fibrin mit durch die verdünnten Wände der Gefässchen und giebt zu den mehr oder weniger plastischen Exsudaten Anlass. Ob beim fibrinfreien Hydrops, wie *Vogel* annimmt, constant die Transsudation mehr von den feinern Venen, beim fibrinhaltigen aber von den eigentlichen Capillaren ausgehe, muss noch fernern histologischen Untersuchungen anheim gestellt werden. Manche Capillaren dürften aber auch im ganz normalen Zustande die Fähigkeit besitzen, ein fibrinhaltiges Transsudat zu liefern. Ist auch der zur Ernährung der Organe ausgeschwitzte parenchymatöse Saft isolirt der chemischen Untersuchung noch

1) *Jul. Vogel*, *Pathol. Anat. Th. 1*, S. 42—85.

nicht so zugänglich gewesen, dass in demselben direct die Gegenwart des Fibrins hätte nachgewiesen werden können; so ist doch abgesehen von dem allgemeinen Glauben der höchste Grad von Wahrscheinlichkeit dafür da, dass dieser Ernährungssaft wirklich Faserstoff enthalte; denn der Gehalt der Lymphe an Fibrin spricht ebensowohl dafür als die Constitution des Ernährungssaftes bei niedern Thieren ohne blutführende Canäle und der constante Fibringehalt der gewöhnlichen plastischen Ausschwitzungen, wie sie z. B. im blutzellenfreien Secrete frischer Schnittwunden sich vorzugsweise zeigen (von welchem *Schmidt*¹⁾ eine genauere Analyse angestellt hat).

Sehr oft mag in den Transsudaten Faserstoff enthalten sein, aber seiner geringen Menge wegen oder der Umwandlungen, die er bereits erlitten, der chemischen Untersuchung nur entgehen. Bedenken wir, dass im Plasma des normalen Bluts die Menge des Fibrins an 40mal geringer ist, als die des Albumins, so wird, wenn die Verminderung des Fibrins im Transsudate nur der des Albumins entsprechend ist, sich in der ausgeschwitzten Flüssigkeit immer nur eine sehr geringe, oft kaum nachweisbare Menge Fibrin vorfinden; fügen wir hinzu, dass im parenchymatösen Saft das Fibrin sehr bald zur Restitution der Gewebe verwendet wird oder im krankhaften Transsudate bereits die Anlage zu morphologischen Gebilden abgegeben hat, so werden wir uns nicht wundern, dass das Fibrin so oft vermisst wird. Indessen scheinen die meisten der sg. hydropischen Transsudate, die in zu grosser Wässrigkeit des Bluts oder in gestörter Function der Lymphgefäße ihren Grund haben, allerdings ohne gleichzeitige Fasertoffausscheidung gebildet zu werden; wenigstens scheint auch die Thatsache, dass das wässrige Blut gewöhnlich ein wenig reicher an Fibrin gefunden wird, als normales Blut, für ein Zurückbleiben des Fibrins im Blute zu sprechen. Sei dem aber, wie ihm wolle, so bleibt doch ausgemacht, dass, wie schon *Jul. Vogel* dargethan, fibrinöse Transsudate weit häufiger sind, als man gewöhnlich, sich auf den Augenschein verlassend, angenommen hat.

Dies mag auch selbst von den normalen Ausschwitzungen der serösen Häute gelten; so fand *v. Gorup-Besanez*²⁾ bei einer sorgfältigen Untersuchung des Liquor perikardii in dem eines Menschen kein Fibrin, während er in dem eines andern Mannes so wie in dem eines Ochsen bestimmbare Mengen desselben nachwies, nämlich 0,08%.

Was nun zunächst die physischen und chemischen Eigenschaften des in den Transsudaten befindlichen Fibrins betrifft, so stimmen diese im Wesentlichen vollkommen mit denen des Blutfibrins überein; die Abweichungen, welche der Transsudatfaserstoff zeigt, sind, wie schon oben bei der Lymphe und dem Chylus erwähnt, lediglich in den physikalischen und chemischen Verhältnissen begründet, unter welchen er ausgeschie-

1) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera. S. 134.

2) *v. Gorup-Besanez*, Prager Vierteljahrsschrift. Bd. 3, S. 82—85.

den wird; der Chemiker kann kein serös infiltrirtes, kein croupöses oder apthöses oder gar ein Pseudofibrin statuiren. Das Transsudatfibrin muss häufig in Form jener weichen gallertartigen Massen gerinnen, die man serös infiltrirtes oder Pseudofibrin genannt hat; wir wissen (vergl. S. 170), dass gerade diese Gerinnungsform lediglich abhängig ist von einem grossen Wassergehalte der Flüssigkeit, in welcher das Fibrin vorher suspendirt war; wir würden uns daher wundern müssen, dass diese Gerinnungsform in den Leichnamen nicht weit häufiger gefunden wird, als dies wirklich der Fall ist, wenn wir nicht wüssten, dass im lebenden Körper die transsudirte Flüssigkeit gewöhnlich nur äusserst langsam den Faserstoff gerinnen lässt, und dass wegen der steten Bewegung in den Höhlen der Pleura, des Perikardiums und Peritonaeums eine mehr dem geschlagenen Faserstoff ähnliche flockige Gerinnung sich ausbilden muss. Das Fibrin aus der Perikardialflüssigkeit eines Ochsen fand v. Gorup-Besanez bei näherer Untersuchung ganz identisch mit dem Fibrin des Rindsbluts. Ebenso kann vom chemischen Gesichtspunkte aus nicht von einem eigenthümlich erkrankten Faserstoff die Rede sein; die für gewisse krankhafte Prozesse eigenthümlichen Gerinnungsformen des Faserstoffs, die zu jener Annahme verleitet haben, sind lediglich von den Bedingungen abhängig, unter welchen die Gerinnung des Fibrins erfolgte. So fein und richtig beobachtet die verschiedenen Formen von Faserstoff in den mannigfachen krankhaften Exsudaten sind, so wichtig die Beobachtungen über die Organisationsfähigkeit oder das Zerfallen der einen oder der andern Gerinnungsform sind, so wenig zeigt doch der Theil des Exsudats, der wirklich Fibrin ist, sich in chemischer Hinsicht von dem Fibrin des Blutes verschieden. Weder in den croupösen, noch apthösen noch andern Faserstoffexsudaten habe ich auch nur ein einziges Mal ein Fibrin finden können, welches bei der mikroskopisch-chemischen oder rein chemischen Untersuchung sich wesentlich verschieden vom gewöhnlichen Fibrin der Chemiker gezeigt hätte; unter andern löste sich ein Fibrin wie das andre in Salpeterwasser nach kürzerer oder längerer Digestion zu einer eiweissartig gerinnbaren Substanz; nur die Zeit war verschieden, innerhalb welcher die Umwandlung vollendet war; dieselbe stand aber gewöhnlich in ziemlich directer Proportion mit der Cohaerenz des geronnenen Fibrins (dass solches Exsudatfibrin nicht eher mit Salpeterwasser in Digestion gebracht wurde, als bis das mechanisch zerkleinerte und ausgewaschene Exsudatcoagulum keine Spur einer durch Kochen oder Essigsäure gerinnbaren Substanz mehr enthielt, versteht sich von selbst). In manchen Transsudaten, namentlich denen der serösen Häute (bei Hydrops fibrinosus *Jul. Vogel*), ist Fibrin aufgelöst, welches erst gerinnt, wenn die durch Paracentese entleerte Flüssigkeit einige Zeit an der Luft gestanden hat; es vergeht oft mehr als eine Stunde, ehe es zur Gerinnung kommt; man hat zuweilen erst nach 10 und 24 Stunden in solchen Flüssigkeiten ein Gerinnsel entstehen sehen (*Schwann* und *Magnus*¹⁾,

1) *Schwann* und *Magnus*, *Müller's Arch.* 1838. S. 95.

*Delaharpe*¹⁾, *Scherer*²⁾, *Quevenne*³⁾). Auch dieses Fibrin ist chemisch nicht verschieden vom Blutfibrin; kennen wir doch auch im Blute ein »Fibrin langsamer Gerinnung«, von welchem *Polli*⁴⁾ zahlreiche Beispiele anführt; es lässt sich allerdings nicht immer in dem einzelnen Falle genau angeben, was hier die Gerinnung verzögert, allein im Allgemeinen sind es dieselben Ursachen: mässige Verdünnung mit Wasser, Ueberschuss an alkalischen Salzen, Reichthum an Kohlensäure u. dergl., welche, wie wir oben S. 167 ff. gesehen haben, die Ausscheidung des Fibrins mehr oder weniger verlangsamen. Uebrigens stimmen alle chemischen Reactionen, welche man mit solchem Fibrin vornehmen mag, vollkommen überein mit den Reactionen des gewöhnlichen Fibrins.

Wenn man aber glaubt, dass die Frage, ob es ein verschiedenes geartetes Fibrin in solchen pathologischen Ergüssen gebe, durch Elementaranalysen zur Entscheidung gebracht werden könne, so dürfte man sehr irren; denn Unterschiede würde man genug finden und hat sie auch schon bei ähnlichen Versuchen gefunden, allein nur aus dem Grunde, weil es bis jetzt völlig unmöglich ist, solche Stoffe, wie Fibrin, chemisch rein darzustellen und sie überhaupt zur Elementaranalyse geeignet zu machen; wir wiederholen hier nicht, was wir bereits im 4. Th. über die Untauglichkeit des Fibrins zur Elementaranalyse (S. 335 ff.) und über die Erfordernisse zur Anstellung einer solchen (S. 27—29) gesagt haben.

Was die Mengen von Fibrin, die man in Transsudaten gefunden hat, betrifft, so leuchtet schon aus dem Obigen ein, dass diese an sich höchst verschieden, aber immer etwas geringer als die des entsprechenden Blutplasmas sein werden. Dies gilt natürlich nur von frischen Transsudaten; denn haben dieselben im lebenden Körper bereits einige Zeit bestanden, so können sie einerseits einen grossen Theil ihres Wassers schon wieder abgegeben haben oder das Fibrincoagulum ist bereits in Zellenbildung übergegangen, zu welcher ausser dem Fibrin noch andre Stoffe aus dem Transsudate verwendet worden sind; in diesen Fällen wird man allerdings weit mehr Fibrin im Transsudate, als im Liquor sanguinis finden, sobald man alles Ungelöste oder Unlösliche als Fibrin berechnet.

Gewöhnlich lässt sich kein Fibrin nachweisen in den normalen Transsudaten: in den Feuchtigkeiten der serösen Säcke, im Humor aqueus des Auges, in den Thränen, in dem Fruchtwasser, in gewissen diffusen und abgesackten hydropischen Ausschwitzungen, in Hydatiden, in Hautblasen, seien diese künstlich erregt oder Folge einer Hautkrankheit, in Darmcapillarausscheidungen, wie sie bei Diarrhoeen durch Katarrh, drastische Purgirmittel oder dem Cholera process vorzukommen pflegen.

Jene krankhaften Ausscheidungen, welche die Folge acut entzündlicher, von Zerreissung der Capillaren und Geschwürsbildung begleiteter, Prozesse sind, rech-

1) *Delaharpe*, Arch. génér. de méd. Juin 1842.

2) *Scherer*, Untersuch. z. Pathol. S. 106 u. 110.

3) *Quevenne*, Journ. de Pharm. Novbr. 1837.

4) *Polli*, Eckstein's Handbibl. des Ausl. Heft 4, S. 25—32.

nen wir nicht zu den Transsudaten, da sie eben nicht die Producte einfacher Transsudation sind; diese werden freilich oft sehr reich an Fibrin gefunden, unterscheiden sich aber auch rücksichtlich ihrer übrigen Constitution und einzelner ihrer Bestandtheile wesentlich von den einfachen Transsudaten.

Gleich dem Fibrin ist das Albumin der Transsudate kein andres als jenes, welches wir im Blute und an andern Orten finden; die Verschiedenheiten, welche es namentlich rücksichtlich seiner Coagulirbarkeit und Gerinnungsform zeigt, sind lediglich abhängig von Verhältnissen, die wir oft erwähnt und namentlich im 4. Th. S. 312 bis 314 hervorgehoben haben. So finden wir in manchen physiologischen und pathologischen Transsudaten jenes caseinähnliche Albumin, welches beim Erhitzen nicht gerinnt, durch verdünnte Essigsäure praecipitirt wird und beim Abdampfen seiner Lösung auf deren Oberfläche sich in farblosen Häuten abscheidet; wir brauchen kaum zu wiederholen, dass dieser Körper Natronalbuminat ist und keine wesentliche Eigenschaft des Caseins besitzt. So oft auch Casein als Bestandtheil solcher Transsudate, ja selbst neuerdings noch als normaler Bestandtheil des Blutes (*Panum*¹⁾ angeführt worden ist, so habe ich doch nie in solchen Flüssigkeiten aller Mühe ungeachtet etwas andres, als alkalireiches Albumin finden können.

In den normalen Transsudaten und zwar im Liquor perikardii, in der Rückenmarks- und Hirnhautflüssigkeit, im Fruchtwasser, so wie überhaupt in den Flüssigkeiten, welche nur wenig Albumin enthalten, lässt sich bei sorgfältiger Untersuchung stets Albuminnatron nachweisen, so besonders auch in der Flüssigkeit der Hautblasen bei Pemphigus, in den Darmdejectionen bei Cholera u. s. w. Dagegen finden wir, wiewohl selten, auch Transsudate, welche beim Erhitzen alles Eiweiss fallen lassen und zwar in feinern Flocken; weniger selten sind diejenigen, welche auf Zusatz von Wasser stark getrübt werden und allmählig ein Sediment reinen Albumins absetzen; ja etwas getrübt werden fast alle albuminösen Transsudate durch starke Verdünnung. Auf diese Art von Transsudaten hat *Scherer*²⁾ besonders aufmerksam gemacht; hierher gehören meist solche, die erst längere Zeit nach ihrer Abscheidung zur Untersuchung kamen, oder solche, welche bei gewissen krankhaften Processen gefunden werden, in denen überhaupt das Alkali des Blutes vermindert oder durch das Auftreten einer Säure gesättigt worden ist. Schon aus dieser einzigen Erfahrung geht hervor, dass die rein chemische Analyse der Transsudate an und für sich nur wenig wissenschaftliche Ausbeute geben kann; soll aus einer solchen Analyse irgend ein Schluss über den pathologisch-chemischen Process gezogen werden, so ist eine vergleichende Analyse des Blutes und zwar von demselben Individuum, dem das Transsudat entlehnt wurde, unerlässlich nothwendig. Dies ist ein Grund mehr, warum leider so sehr wenige von den vorliegenden Analysen krankhafter Producte wissenschaftlich zu verwerthen sind.

1) *Panum*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 3, S. 251—264.

2) *Scherer*, Pathol. Untersuchungen. S. 78.

Die Mengen des Albumins in den Transsudaten sind ausserordentlich verschieden; in manchen Transsudaten ist die Menge des Eiweisses so gering, dass man geglaubt hat, es fehle gänzlich, z. B. in der Thränenfeuchtigkeit, im Humor aqueus des Auges, im Fruchtwasser (in der letzten Zeit der Schwangerschaft), in der Hirnhöhlen- und Rückenmarksflüssigkeit (im normalen und hydropischen Zustande), in der Zellgewebsflüssigkeit bei Oedem der Extremitäten. Wenn aber auch in diesen Flüssigkeiten das Eiweiss niemals fehlt, so erreicht doch die Zahl desselben in andern frisch durchgeschwitzten Flüssigkeiten niemals die des in der Blutflüssigkeit enthaltenen Albumins. Es fragt sich nun, ob vielleicht gewisse Bedingungen ermittelt werden können, welche auf einen reichlichen oder minder reichlichen Durchtritt des Albumins durch die Wände der Capillaren hinwirken, so dass sich, wenn auch nicht Gesetze, doch gewisse allgemeine Regeln aufstellen lassen, nach welchen eine Vermehrung oder eine Verminderung des Albumins in dem Transsudate beobachtet wird.

Eine dieser Regeln ist folgende: die in einem Transsudate enthaltene *Albuminmenge ist abhängig von dem System von Capillaren*, durch welche die Durchschwitzung stattfand. Diesen höchst wichtigen Punkt, der für die Beurtheilung des mechanischen Stoffwechsels im Thierkörper von ebenso hoher Bedeutung ist, als für die Erforschung der pathologischen Prozesse, hat zuerst der geistvolle *C. Schmidt*¹⁾ ermittelt und durch mehrere sorgfältige Paralleluntersuchungen gleichzeitiger normaler oder abnormer Transsudate bekräftigt. *Schmidt* nimmt für jede Haargefässgruppe einen bestimmten und constanten Eiweissgehalt im Transsudate an. Am reichsten an Eiweiss fand er die Transsudate der Pleura (= 2,85%), bedeutend ärmer die des Peritonaeums (= 1,43%), noch mehr die der Hirnhäute (0,6 höchstens 0,8%), am ärmsten aber die des Unterhautzellgewebes (= 0,36%). *Schmidt* fand dieses Verhältniss an einem und demselben Individuum, welches an Bright'scher Krankheit gelitten hatte, und überzeugte sich durch weitere Untersuchungen der normalen Transsudate der Hirncapillaren und der hydrocephalischen Ergüsse, dass nicht nur beim Excess der Transsudation die Eiweissmenge im Transsudate sich immer ziemlich gleich bleibe, sondern auch dann, wenn, nach Entfernung der ältern Ausschwitzung, durch dieselben Capillaren ein neues Transsudat wieder gebildet worden ist.

In normaler Cerebrospinalflüssigkeit eines Hundes fand *Schmidt* 0,24% organische Substanz, bei chronischem Hydrocephalus eines Kindes vor und nach der Paracentese 0,48% und bei acutem Hydrocephalus 0,37%, 0,694%, 1,040%; in einem pleuritischen Transsudate, welches durch Paracentese gewonnen war, = 2,61%, in dem von demselben Individuum aus dem Leichnam entlehnten 2,85%, in dem ersten durch Paracentese entleerten Peritonealtranssudate = 0,865%, in dem zweiten von demselben Individuum = 0,395%. Aus dem Perikardium eines ganz gesunden Verbrechers sammelte ich 3 Minuten nach der Enthauptung 33,8 grm. Transsudat, welches 0,879% Albumin enthielt neben 0,093% andrer organischer

1) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera. S. 445.

Materie und 0,089% Mineralstoffen; v. *Gorup-Besanez*¹⁾ fand dagegen in der Perikardialflüssigkeit zweier Hingerichteten einmal 2,162% und das andre Mal 2,468%, in der eines Ochsen aber 1,670%. In der Flüssigkeit eines Hydroperikardiums ex vacuo (bei Lungentuberculose) fand ich 1,543% Albumin. In den hydropischen Transsudaten des Leichnams eines Säufers, bei dem sich eine echte granulirte Leber ausgebildet hatte, fand ich in der Flüssigkeit aus dem Herzbeutel 1,063% Albumin, aus der Pleura 1,852%, aus dem Peritoneum 1,044% und aus den Hirnhöhlen 0,564% Albumin (die Extractivstoffe und Salze nicht mit eingerechnet). In einem Peritonealtranssudate bei Leberkrebs (wobei die Leber bis zwei Zoll unter den Nabel herabragte) fand ich einmal 4,351% Albumin neben 0,598% Extractivstoffen und 0,890% Salzen, dagegen bei Hydraemie (in Folge chronischer Verschwärung der Dickdarmfollikel) 1,427% Albumin neben 0,448% Extractivstoffen und 1,044% Salzen; in dem Hirncapillarttranssudate bei Hydrocephalus ex vacuo (Hirnatrophie eines Greises) 0,144%, bei angebornem innern Hydrocephalus 0,102%, bei Hydrocele 6,233%, 4,982%, 4,055% und 3,410% reines Albumin. Ich unterlasse es, aus meinen Diarien noch mehr theils von mir selbst theils unter meiner Leitung angestellte Analysen anzuführen, welche theils für, theils gegen den von *Schmidt* aufgestellten Satz sprechen könnten, und erwähne nur noch einiger von Andern erhaltener analytischer Resultate: *Berzelius*²⁾ fand in einem Hirntranssudate 0,166%, *Mulder* 0,055%, *Tennant* 0,303%, in dem des Bauchfells *Bibra*³⁾ 2,9%, *Jul. Vogel*⁴⁾ in einem Falle 3,8%, in einem andern nur 0,9%, *Dublanc* gleich *Bibra* 2,9%, *Marchand* 0,238%, *Simon*⁵⁾ 0,84%, bei Hydrocele 4,83%, *Bibra* 4,8%; bei Oedem der Füße *Simon* = 0,70% Albumin.

Vergleichen wir die Resultate der verschiedenen Analytiker, so möchte man auf den ersten Blick das *Schmidt'sche* Postulat: das Transsudat jeder einzelnen Haargefäßgruppe habe eine besondere aber constante Zusammensetzung, für praejudicirt halten: allein bei einer nähern Erwägung der die Transsudation begleitenden Verhältnisse stellt sich ziemlich evident heraus, dass dieser Satz allerdings in der Natur begründet ist, aber, wie alle Naturgesetze, in seinen Folgen oder Wirkungen vielfach durch andre Gesetze modificirt und somit der einfachen Erkenntniss entzogen wird. Wir können also die Richtigkeit jenes Satzes nur erweisen, wenn wir *unter identischen Bedingungen* die gleichzeitigen Transsudate verschiedener Capillargruppen mit einander vergleichen. Dann finden wir allerdings, dass das Verhältniss des Albumingehalts der verschiedenen Transsudate unter einander sich ziemlich gleich bleibt, nicht aber möchten wir noch, wie *Schmidt* anzunehmen geneigt scheint, behaupten, dass die Albuminmenge in dem Transsudate jeder Haargefäßgruppe unter verschiedenen Verhältnissen an eine bestimmte Zahl gebunden sei. Denn es treten noch andre Bedingungen auf, welche von Einfluss auf die Constitution des Transsudats sind. Die Transsudation ist ja nicht das Resultat eines einzigen Factors; sie hängt nicht bloß von der Dichte oder Feinheit der Capillaren ab, sondern, wie schon erwähnt, von

1) v. *Gorup-Besanez*, Prager Vierteljahrsschrift. Bd. 3, S. 82—85.

2) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 198.

3) v. *Bibra*, Chem. Unters. verschied. Eiterarten. S. 160 u. 170.

4) *Jul. Vogel*, Pathol. Anat. Th. 1, S. 16.

5) *Fz. Simon*, Medic. Ch. Bd. 2, S. 582.

der Schnelligkeit des Blutstroms ebensowohl als von der Constitution des Blutes selbst. Würden also nicht schon die positiven Thatsachen deutlich genug für die verschiedene Constitution des Transsudats aus einem und demselben Capillarsysteme sprechen, so würde man a priori schliessen dürfen, dass einerseits bei grösserer Verlangsamung des Blutlaufs in den Capillaren und damit verbundener erheblicherer Ausdehnung der Wände die Constitution des Transsudats eine andre sein wird, als im entgegengesetzten Falle, und dass andererseits je nach der physischen und chemischen Beschaffenheit des Blutes, die Zusammensetzung des Transsudats und namentlich sein Albumingehalt ein sehr verschiedener sein wird.

Die Capillaren scheinen auch in verschiedenen Stadien der Entwicklung seröser Häute ihr Transsudationsvermögen zu ändern; so findet sich nach *Vogt* und *Scherer*¹⁾ im menschlichen Fruchtwasser während der frühern Zeit der Schwangerschaft mehr Albumin und überhaupt mehr feste Bestandtheile als gegen Ende der Schwangerschaft; *Vogt* fand im vierten Monate darin 1,077%, nach dem sechsten 0,667% Albumin, *Scherer* im fünften Monate 0,767% und nach dem neunten nur 0,082%, *Mack* im Fruchtwasser ausgetragener Kinder 0,370 und 0,364%; drei Analysen des Fruchtwassers, die ich angestellt habe, stimmen mit denen *Mack's* am meisten überein.

Durch einfache Benutzung der bis jetzt obwohl nur sparsam vorliegenden Analysen lässt sich in inductiver Weise der Satz statuiren, dass *je langsamer der Blutlauf in den Capillaren, desto reicher an Albumin das Transsudat ist.* Wird durch bedeutende Geschwülste die Circulation in den Unterleibsvenen erheblich gehemmt, so findet man mehr Albumin im Transsudate, als wenn nur geringere mechanische Hindernisse: Leberleiden mit Contraction des Leberparenchyms u. s. w. eine Verlangsamung des Blutlaufs in den Venen bedingen. Wird die Störung der Blutbewegung in einem Capillarsysteme so bedeutend, wie dies bei der entzündlichen Hyperaemie der Fall ist, so wird ein weit albuminreicheres Transsudat gebildet; daher sehen wir, dass alle fibrinösen Transsudate durchschnittlich weit albuminreicher sind als die sog. serösen. In der Flüssigkeit von acutem Hydrocephalus findet sich (bei Abwesenheit von Fibrin) zwar weniger Albumin als in vielen andern serösen Transsudaten, aber immer mehr als bei chronischem Wasserkopf u. s. w.

Ein drittes Moment, welches auf den Eiweissgehalt so wie die übrige Zusammensetzung der Transsudate Einfluss ausübt, ist die Constitution des Blutes; *je ärmer das Blut an Albumin wird, desto weniger finden wir auch im Transsudate;* für die hydropischen Ansammlungen bei Bright'scher Krankheit, wo das Blut durch den Verlust an Eiweiss durch den Harn immer ärmer an Albumin wird, hat *C. Schmidt* z. B. den Mindergehalt an diesem Stoffe gegenüber den Transsudaten bei Hydrops aus andern Ursachen bestimmt erwiesen. In dem Transsudate, welches durch mechanisches Aufstauen des Blutes in den Unterleibsgefässen bei reichem Ei-

1) *Scherer*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 4, S. 88—92 und Verh. der physik.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 2—6.

weissgehalte des Bluts bedingt ist, findet sich (bei Leberaffectionen, Herzkrankheiten) mehr Albumin, als in jenen, die ihre Quelle in hydraemischem Blute haben (bei Bright'scher Krankheit, Krebs, Lungentuberculose, nach erheblichen Säfteverlusten u. s. w.).

Endlich ist auch ein bereits anderweit hervorgehobener Umstand bei der Beurtheilung der Transsudate nicht zu übersehen; wenn nämlich die Transsudate sehr lange in der serösen Höhle stagniren, ohne resorbirt oder durch Kunst entfernt zu werden, wie dies am häufigsten bei Hydrocele, Eierstockswassersucht und andern abgesackten hydropischen Flüssigkeiten der Fall ist, so pflegen die wässrigen und ein Theil der salzigen Theile wieder aufgesogen zu werden, so dass alsdann bei der Untersuchung die Flüssigkeit weit concentrirter und eiweissreicher gefunden wird, als solche Transsudate sonst zu sein pflegen.

Wenn diese Sätze auch erst nach weiteren und zwar systematisch durchgeführten Untersuchungen ihre volle Gültigkeit in der Wissenschaft zu erwarten haben, so bieten sie uns doch wenigstens einige Aussicht dar, auch dieses bis jetzt noch düstere Gebiet der pathologischen Chemie zu erhellen, und die zusammenhangslosen, höchstens noch durch fingirte Krassen und dergleichen Nebelbilder verhüllten Thatsachen zu einem klaren wissenschaftlichen Ganzen zu vereinigen; vielleicht ist die Hoffnung nicht zu kühn, wenn wir glauben, dass auch in der Pathologie die Zeit kommen wird, wo aus drei gegebenen Factoren die Resultirenden sich berechnen, eine in Chiffren ausdrückbare Gleichung für den pathologisch-physikalischen Process der Transsudation sich aufstellen lassen wird.

Während die vorliegenden chemischen Untersuchungen der Transsudate uns wenigstens einige Aussicht einer nähern Erkenntniss der mechanischen Stoffbewegungen im gesunden und kranken Thierkörper gewähren: lassen sie uns rücksichtlich der Erkenntniss der chemischen Bewegungen, d. h. der Umwandlungen, welche die Stoffe bei und nach der Transsudation erleiden, vollkommen im Dunkeln. Dies gilt insbesondere von denjenigen Stoffen, die unter den sog. Extractivstoffen verborgen sind, namentlich den Proteinoxyden, Pyin und andern wahrscheinlich der regressiven Metamorphose angehörigen Materien. Unter diesen Extractivstoffen macht jene Materie, welche in Wasser auflöslich, in Alkohol aber unlöslich ist und durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt wird, immer einen grossen Theil aus; sie ist dem *Mulder'schen* Proteintritoxyd ähnlich, zeigt aber, wenn es gelingt, geeignete Mengen davon darzustellen, bei der Elementaranalyse verschiedene Zusammensetzung. Dasselbe gilt auch von der durch Essigsäure fällbaren Materie, die sich oft in ältern Transsudaten vorfindet; dieselbe besitzt selten die von *Güterbock* dem Pyin zugeschriebenen Eigenschaften; namentlich ist sie in Essigsäure nicht unlöslich; gelingt es auch, sie von dem durch Essigsäure gleichzeitig präcipitirten Albumin zu trennen und sonst zu reinigen, so zeigt sie doch so verschiedene Zusammensetzung, dass man aus den Analysen nicht einmal

entscheiden kann, ob sie ein Oxydationsproduct des Proteïns ist oder nicht. In frischen Transsudaten findet sich dieser Stoff nicht.

Die Extractivstoffe finden sich in den Transsudaten immer in grösserer Menge, als in dem entsprechenden Liquor oder Serum des Bluts; gewöhnlich ist ihre Zahl in den ältern, stagnirenden Flüssigkeiten grösser als in den frisch ausgeschiedenen, relativ geringer ist sie dagegen in den faserstoffhaltigen Transsudaten als in den serösen. Während im Serum des normalen Blutes das Verhältniss des Albumins (ohne Fette) zu den Extractivstoffen = 100 : 5 ist, gestaltet sich das Verhältniss in frischen fibrinösen Transsudaten auf 100 : 8 bis 16, in frischen serösen auf 100 : 12 bis 30 und in älteren auf 100 : 42 bis 86. Es dürfte wohl hieraus zu schliessen sein, dass die fraglichen Stoffe in grösserer Menge aus dem Blute in die Höhlen transsudiren als das Albumin; dies wird besonders auch durch die Analysen der normalen Transsudate: des Herzbeutelwassers, der Cerebral- und Spinalflüssigkeit, des Fruchtwassers, der Thränenfeuchtigkeit und des Humor aqueus bestätigt, in welchen die Proportion = 100 : 300 steigt, ja der Albumingehalt verschwindend klein werden kann, so dass er bei der geringen Menge der Objecte gar nicht mehr quantitativ bestimmbar ist, obgleich er durch die bekannten Reagentien auf Albuminate, namentlich das *Millon'sche* Reagens (vergl. Th. 1. S. 307), recht wohl qualitativ nachweisbar ist. Im Allgemeinen bleiben aber die Extractivstoffe immer eine höchst variable Grösse, theils wohl deshalb, weil sie zum Theil durch die chemische Behandlung aus Albuminaten sich etwas vermehren, theils aber auch, weil sie zu den transsudirten Wassermengen je nach der Constitution des Bluts und der eigenthümlichen Structur einzelner Haargefässe in sehr verschiedenen Verhältnissen stehen. Dabei darf aber allerdings auch nicht ausser Acht gelassen werden, dass in ältern namentlich ursprünglich fibrinösen Transsudaten, in denen morphologische Bildungen stattgefunden haben, ein Theil des Albumins in diese übergeht, und ein anderer Theil sich in extractartige Materie umwandelt, so dass dann bei der Analyse die Extractivstoffe absolut und relativ vermehrt gefunden werden. Es würde daher auch überflüssig sein, hier den verschiedenen Gehalt der Transsudate an Extractivstoffen nach den vorliegenden Analysen anzuführen.

In der Flüssigkeit eines hydropischen Ovariums fand *Scherer* eine durch Wasser und Essigsäure fällbare »Modification des Schleimstoffs«; einen ähnlichen Körper beobachtete ich dreimal in Hydroceleflüssigkeiten.

Im *Fruchtwasser* nach vollendeter Schwangerschaft fanden *Mack* 0,99% und 0,91% Extractivstoffe, *Scherer* nur 0,06%, dagegen in dem eines fünfmonatlichen Foetus = 0,724%. In der Perikardialflüssigkeit zweier Enthaupteter fand *v. Gorup-Besanez* 0,824 und 1,269%, in der eines Ochsen dagegen nur 0,490% Extractivstoffe.

An neutralen verseifbaren und verseiften Fetten finden wir in den Transsudaten im Ganzen nur geringe Mengen; doch scheint auch hier die Natur der Haargefässgruppe, durch welche die Transsudation erfolgt, nicht ganz ohne Einfluss zu sein; denn die Flüssigkeit der Hirnhautcapillaren, die des Perikardiums, die des Unterhautbindegewebes so wie

der Humor aqueus sind sehr arm daran; indessen sind sie hier, wie in manchen pathologischen Fällen, im Verhältniss zum Albumin oft vermehrt; dies ist jedoch nur bei grosser Armuth der betreffenden Flüssigkeit an Albumin der Fall; in eiweissreicheren Transsudaten ist das Verhältniss der verseifbaren und verseiften Fette wenig anders als im Blute. Bei einer genauern Vergleichung der einzelnen Analysen stellt sich aber doch heraus, dass die Capillaren für diese Fette eine etwas grössere Penetrabilität besitzen müssen als für das Albumin; namentlich ist der Fettgehalt der festen Rückstände von fibrinösen Transsudaten immer etwas grösser als der der Intercellularflüssigkeit des Blutes; trägt derselbe doch vielleicht auch etwas zur Plasticität des Transsudats, zur Bildung von Eiterkörperchen u. s. w. bei. Eine Ausnahme von diesen Erfahrungen macht das Fruchtwasser; dieses wird namentlich in den letzten Monaten der Schwangerschaft, wo sein Albumingehalt gerade abnimmt, sehr fettreich, ja von Fettpartikeln getrübt gefunden; dieser Fettgehalt ist aber nicht das Aussonderungsproduct des Amnions, sondern rührt von der Absonderung der Talgdrüsen des Foetus, der Vernix caseosa, her. In dem Liquor amnios fanden daher Mack¹⁾ 0,125 und 0,043% Fett, ich bei ausgetragener Frucht = 0,098%.

Die sogenannten unverseifbaren Fette oder Lipoyde, Cholesterin und Serolin, kommen gewöhnlich in weit grösserer Menge in Transsudaten vor, als die eigentlichen Fette; vorzüglich findet sich das Cholesterin in abgesackten hydropischen Ausschwitzungen, öfter noch in Hydroceletranssudaten in solchen Mengen, dass dieselben undurchsichtige, beim Schütteln perlmutterglänzende Streifen bildende Flüssigkeiten, einen vollkommenen Cholesterinbrei darstellen. In der Regel sind die Transsudate und zwar die normalen keineswegs so reich an Cholesterin, dass dieses aus der gerade vorliegenden Flüssigkeit quantitativ bestimmt werden könnte; doch lässt sich aus der mikroskopischen Untersuchung der Aetherextracte selbst normaler Transsudate nach ungefährer Schätzung schliessen, dass der Cholesteringehalt der Flüssigkeit den der eigentlichen Fette wo nicht übertrifft, doch wenigstens nahezu erreicht. Ueberhaupt haben aber unter gewissen, wiewohl noch nicht genau bestimmbar, Verhältnissen die Capillaren die Fähigkeit, Cholesterin in grösserer Menge zu transsudiren als andere Stoffe; denn nicht etwa blos in den erwähnten Fällen abgesackter Wassersuchten finden wir Cholesterinansammlungen; die Plexus choroidei des Gehirns, welche eine so stoffarme Flüssigkeit aussondern, werden nicht allzu selten mit ganzen Crusten von Cholesterinplättchen bedeckt gefunden; wie viele Analysen sind aber nicht schon mit den Transsudaten des Peritonaeums oder der Pleura angeestellt worden, bei denen der Gehalt an Cholesterin besonders auffallend gefunden wurde? Ja man möchte sich fast zu dem Glauben hinneigen, die Capillaren besäßen eine besondere Anziehungskraft für das Cho-

1) Mack, *Wunder's Arch.* Bd. 3, S. 218—224.

lesterin, indem man sich besonders des atheromatösen Processes der Arterien erinnerte; wenn jene Cholesterinansammlungen sich nicht viel einfacher (wenn auch nicht vollständig) dadurch erklären lassen, dass aus der transsudirten Flüssigkeit vermittelst der Lymphgefäße oder auf andre Weise Wasser, albuminöse Stoffe und Salze leichter wieder aufgesogen werden als das Cholesterin, oder dass diesem durch partielle Aufsaugung das Lösungsmittel entzogen und es somit gezwungen werde, sich in fester Gestalt krystallinisch in der Transsudathöhle auszuschcheiden.

In einer Hydroceleflüssigkeit, welche einen ziemlich consistenten Brei bildete, fand ich 3,044 % (38,202% des festen Rückstandes) reines Cholesterin, in einer andern 1,569 %, *Simon*¹⁾ in einem ähnlichen Objecte 0,84 % Cholesterin mit wenig Elain und Margarin.

Serolin, welches so leicht durch seine Krystallform unter dem Mikroskope von Cholesterin und krystallisirbaren Fettsäuren zu unterscheiden ist (es bildet meist sechsseitige oder rhombische Tafeln, deren nähere krystallometrische Bestimmung in den ersten Theil gehört), findet sich neben dem Cholesterin immer in den Transsudaten, jedoch selten erheblich vermehrt (vergl. Th. 1, S. 260).

Seit *Pettenkofer* das schöne Mittel entdeckt hat, die harzigen Säuren der Galle zu erkennen, wird es mit uns Vielen, die sich mit Untersuchung krankhafter Transsudate beschäftigt haben, gelungen sein, jene Stoffe in hydropischen Flüssigkeiten nachzuweisen; es stand zu erwarten, dass diese Stoffe, wenn sie einmal im Blute vorkommen, auch in die gleichzeitigen Transsudate mit übergehen werden. So oft ich bis jetzt von Leberaffectionen bedingte hydropische Ausschwitzungen untersucht habe, wurden auch constant in dem alkoholischen, vorher mit Aether ausgezogenen Extracte und auch gewöhnlich im Aetherextracte selbst Stoffe gefunden, welche die bekannte Reaction ausgezeichnet schön und schnell gaben, so dass an eine Verwechslung mit Elain u. dergl. nicht zu denken war. Bei Hydrops, durch Herzkrankheiten (ohne secundäre Leberaffection) oder durch Bright'sche Krankheit bedingt, vermochte ich jedoch solche Gallenstoffe keineswegs nachzuweisen. Dagegen war es mir sehr auffallend, in zwei Fällen von Hydrocele, wo weder physikalische Exploration der betreffenden Leidenden noch die Anamnese ein bestehendes oder vorangegangenes Leberleiden ermitteln konnte, neben grossen Mengen von Cholesterin auch unzweifelhafte Spuren von harzigen Gallensäuren vorzufinden. Bis weitere Untersuchungen vorliegen werden, muss dieser Gegenstand wohl unerörtert bleiben.

Nicht ganz unerwähnt lassen kann ich, dass es mir gelang, aus dem alkoholischen Extracte des Liquor amnios mehr noch aus dem der Vernix caseosa eines ausgetragenen Kindes eine nur durch basisch essigsäures Bleioxyd fällbare Substanz zu erhalten, welche aber mit Zucker und Schwefelsäure die *Pettenkofer'sche* Reaction nicht gab; das Ammoniaksalz dieser Säure krystallisirte unter dem Mikroskope in breiten Blättern.

1) *Fz. Simon*, Medic. Chem. Bd. 2, S. 582.

organische Substanzen oder wenigstens ebenso leicht wie die Alkalisalze durchdringt. In den Transsudaten bei Nierenaffection ist er also nur deshalb so häufig erkannt worden, weil er unter solchen Verhältnissen sich auch im Blute in weit grösserer und leicht nachweisbarer Menge ansammelt.

*Marchand*¹⁾ fand einmal in dem Bauchfelltranssudate einer Frau, welches 4,78% fester Bestandtheile enthielt, 0,42% Harnstoff.

Da sich in den Ausschwitzungen der Capillaren Harnstoff oft in so grossen Mengen vorfindet, so dürfte man wohl erwarten, dass sich auch andre im Blute nachgewiesene oder noch nicht nachgewiesene Producte der retrograden Stoffmetamorphose, z. B. Hippursäure, Harnsäure u. s. w. vorfinden, allein diese und ähnliche Stoffe sind wenigstens noch nicht mit Sicherheit durch irgend einen Analytiker aufgefunden worden. Dass indessen im Fruchtwasser Kreatin vorkomme, ist durch *Scherer's* Untersuchung²⁾, der durch Chlorzink einen krystallisirbaren, der Kreatinverbindung *Pettenkofer's* sehr ähnlichen, Körper darstellte, mehr als wahrscheinlich geworden.

Ausser den fettsauren Alkalien enthalten die Transsudate noch andre organisch saure Salze; das Alkali ist in denselben zwar hauptsächlich an Albumin gebunden, allein wir finden, wie erwähnt, in der transsudirten Flüssigkeit zuweilen gar kein Natronalbuminat und doch ist die Asche reich an kohlen-sauren Salzen; ja selbst in jedem Transsudate, wenn es auch nur jenes Alkalialbuminat enthielte, sind noch andre organisch saure Alkaliverbindungen enthalten, und zwar solche, die in Spiritus leicht löslich sind und dem alkoholischen Extracte stark hygroskopische Eigenschaften ertheilen. Hat man auch das spirituöse Extract von Fett und Fettsäuren durch Aussalzen u. s. w. möglichst befreit, so erhält man doch beim Einäschern immer Carbonate. Welches aber die Säure ist und ob es mehrere sind, hat sich bei den geringen Mengen, in welchen sie sich im Transsudate und selbst in dessen festem Rückstande befindet, noch nicht bestimmen lassen. Man wird nicht abgeneigt sein, diese an Alkali gebundene Säure vorläufig für Milchsäure gelten zu lassen, da diese Säure aus den Muskeln jedenfalls ins Blut übergehen muss und auch von der Verdauung her dem Blute zugeführt wird; mit jenen Circulationsstörungen, durch welche excessive Transsudationen bedingt werden, ist gewöhnlich auch ein verminderter Gasaustausch in den Lungen und demzufolge eine minder regelmässige Oxydation der zu verbrennenden Blutbestandtheile verbunden; es ist daher wohl denkbar, dass milchsaure Alkalien in solchen Zuständen in grösserer Menge die Capillaren durchdringen, und dass die absolute und relative Vermehrung des alkoholischen Extracts ebensowohl als dessen Asche im Transsudate im Verhältniss zu der im Blutserum von dem reichlicheren Gehalt an milchsauren

1) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 44, S. 458.

2) *Scherer*, Verh. der physik.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 2-6.

Salzen herrührt. Wird das Blut, wie *Scherer*¹⁾ in manchen Formen des Puerperalfiebers gefunden hat, sauer, so ist es sehr natürlich, dass auch die Transsudate freie Säure enthalten; in diesen Fällen hat sich *Scherer* durch directe Analyse von der Anwesenheit der Milchsäure überzeugt. In einem solchen Transsudate fand derselbe 0,405% freies Milchsäurehydrat.

Wahrhafte Transsudate, die, ohne dass im Blute bereits freie Säure enthalten sei, saure Reaction zeigten, giebt es wohl nicht; denn erstens ist es unwahrscheinlich, dass die Häute der Capillaren während des Actes einfacher Transsudation die Fähigkeit besitzen sollten, Salze des Blutes in Säure und Base zu zerlegen und nur die erstere durch sich hindurchtreten zu lassen; eine nachträgliche Entwicklung freier Säure im einfachen *Transsudate* scheint aber auch nicht vorzukommen; nur wenn Eiterbildung und ähnliche Prozesse in *Exsudaten* statt haben, ist eine saure Reaction der Flüssigkeit und zwar meist in Folge von Fettgährung beobachtet worden.

*Simon*²⁾ hat einmal eine Pemphigusflüssigkeit untersucht, welche stark sauer reagirte; er hielt die freie Säure für Essigsäure, da sie flüchtig zu sein schien; dies ist aber ohne Zweifel ein ungewöhnlicher Zustand gewesen; das Fett kann in diesem Falle, wie auch im gewöhnlichen Eiter, in Buttersäuregährung übergegangen sein; denn alle vesiculären Eruptionen auf der Haut, seien sie künstlich durch blasenziehende Mittel erzeugt, oder die natürlichen krankhaften Erscheinungen von *Pemphigus*, *Herpes* oder *Ekzema*, reagiren alkalisch und enthalten Albumin (wie schon *Andral*³⁾ beobachtet hat); sie gehören den einfachen Transsudaten an. Nur der blasige Ausbruch auf der Haut, welchen man *Sudamina* nennt, zeigt constant saure Reaction; er entsteht aber auch nicht, wie die andern blasigen Hautausschläge, in Folge localer Congestion; der Inhalt der Sudaminabläschen enthält kein Eiweiss und ist daher nicht den Transsudaten beizuzählen. Auf die Ursache seiner sauren Reaction kommen wir beim Schweisse zurück.

*Heintz*⁴⁾ hat in der Flüssigkeit von Echinococcusbläsen eine unzersetzt sublimirbare, krystallinische organische Säure gefunden, die sehr viel Aehnlichkeit mit Bernsteinsäure besitzt; da *Dessaigne*⁵⁾ nachgewiesen hat, dass aus Buttersäure durch Oxydation Bernsteinsäure erzeugt werden kann, so würde das Vorkommen letzterer Säure im thierischen Organismus gerade nichts Auffallendes haben.

Dass die löslichen Mineralsalze aus dem Blute durch die Capillarwände in grösserer Menge transsudiren, als irgend ein organischer Stoff, ist bereits in dem Obigen vielfach angedeutet worden; indessen lässt sich aus fast allen guten Analysen solcher Exsudate, soweit sie bis jetzt bekannt geworden sind, folgendes als constatirt ansehen: Wasser transsudirt in jedem Falle in grösster Menge; die fibrinösen Transsudate, welche der Blutflüssigkeit rücksichtlich ihres Gehaltes an festen Bestandtheilen am nächsten stehen, enthalten gleichwohl constant etwas *weniger Salze, als das Blutplasma*; während in letzterem durchschnittlich etwa

1) *Scherer*, Untersuch. z. Pathologie. S. 147—194.

2) *Fz. Simon*, Med. Chem. Bd. 2, S. 579.

3) *Andral*, Compt. rend. T. 26, p. 650—657.

4) *Heintz*, Jenaische Ann. d. Physiol. u. Med. Bd. 4, S. 480—494.

5) *Dessaigne*, Compt. rend. T. 80, p. 50.

0,85 % Mineralstoffe enthalten sind, finden wir in fibrinösen Transsudaten meist 0,73 bis 0,82% Salze und in den normalen Transsudaten z. B. denen des Perikardiums 0,67 bis 0,76% (v. Gorup-Besanez¹). Anders stellt sich dagegen das Verhältniss der Salze in den eigentlichen hydropischen Ansammlungen heraus; in diesen sehen wir den Salzgehalt der Flüssigkeit oft das Normalmittel des Salzgehaltes gesunden Blutserums erreichen, ja zuweilen steigt die Zahl desselben auf 0,86 bis 0,95%; indessen auch hier bleibt die Regel gültig, dass das Transsudat etwas weniger Salze enthält, als die entsprechende Blutflüssigkeit; denn das Blut ist bei Hydrops immer reicher an Salzen, wie wir oben S. 216 gesehen haben. Je salzreicher das hydropische Blut ist, desto salzreicher das Transsudat; immer enthält aber das letztere einen Bruchtheil weniger Salze, als das erstere. Diesen Satz kann man durch eine sorgfältige Vergleichung aller bis jetzt vorliegenden Analysen bestätigt finden; er ist aber erst durch die sorgfältigen Untersuchungen *Schmidt's* zur Gewissheit erhoben worden, so dass man ihn als Gesetz betrachten könnte, wenn er durch eine generelle Formel ausdrückbar wäre. *Schmidt* hat aber ferner gezeigt, dass diese Regel eine Ausnahme erleidet, wenn gleichzeitig mit der Transsudation nach innen eine Absonderung von Albumin nach aussen statt findet, also z. B. bei gleichzeitiger Albuminurie; dann transsudirt nach innen (wenigstens durch die Capillaren des Bauchfells) eine grössere Menge Salz und weit weniger Albumin als ohne den Eiweissverlust nach aussen; daher in solchen Fällen die Zahl der Mineralsalze oft die der organischen Stoffe erreichen, ja übertreffen kann.

Eine ähnliche Bewandniss, wie mit dem Salzgehalte der Transsudate bei gleichzeitiger Albuminurie, mag es mit dem Salzgehalte des Fruchtwassers haben; in letzterem finden sich im fünften Monate der Schwangerschaft nach *Scherer* 0,925% Salze neben 0,767% Albumin; hier geht das Albumin nicht verloren, sondern wird anderweit verwendet und daher die erhebliche, ungewöhnliche Zunahme der Salze im Amniontranssudate; zu Ende der Schwangerschaft ist das Verhältniss des Albumins zu den Salzen noch ungünstiger; in diesen Fällen fand man neben 0,92% Salzen nur 0,37% Albumin und *Scherer* neben 0,706% gar nur 0,082%.

Ganz eigenthümlich gestalten sich die Verhältnisse der Salze in den Darmcapillartanssudaten beim Cholerae processu oder bei Diarrhoeen nach drastischen Abführmitteln; in solchen Transsudaten übersteigt die Menge der Salze die des Albumins um das fünf- ja um das siebenfache; zugleich sind diese Ausscheidungen reicher an Wasser als die irgend einer andern Art; die Blutmischung steht hier nicht wie bei den hydropischen Ausschwitzungen in ziemlich directer Proportion zu der des Transsudats, sondern geradezu in umgekehrtem Verhältnisse, d. h. es wird ärmer an Wasser, ärmer an Salzen und weit reicher an Albumin gefunden (vergl. Choleraejectionen S. 123 und Choleraeblut S. 228).

Was die Art der Salze in den Transsudaten betrifft, so ist diese vollkommen dieselbe wie die der Intercellularflüssigkeit; rücksichtlich ihres

1) v. Gorup-Besanez, Prager Vierteljahrschr. Bd. 3, S. 82—85.

gegenseitigen quantitativen Verhältnisses sind kaum Unterschiede im Transsudate von dem des Blutserums wahrzunehmen; wie in diesem sind die Chlorverbindungen bedeutend überwiegend über die Phosphate, Sulphate und Carbonate, die Natronverbindungen aber über die Kalisalze. Eine für die Physiologie der Absonderung höchst wichtige Ausnahme von der eben erwähnten Regel hat *C. Schmidt* in der Constitution der Salze gefunden, welche in der Flüssigkeit der Hirnhöhlen (dem Transsudate der Choroidealplexus) vorkommen. Während das Transsudat der Hirnhäute (*Pia mater* und *Arachnoidea*) die Salze vollkommen in demselben Verhältnisse enthält, wie die Ausscheidungen anderer seröser Membranen, sind hier weit mehr Kaliumverbindungen und Phosphate in den Mineralbestandtheilen enthalten, so dass die Proportion des Kaliums zum Natrium und die der Phosphate zu den Chloriden sich mehr der in den Blutzellen enthaltenen Salze nähert. Während (nach *Schmidt*) in den Salzen des peripherischen Hirncapillartranssudats auf 2,8% Kalium 40,0% Natrium kommen (ein dem der Salze des Blutserums fast völlig entsprechendes Verhältniss), sind in den Salzen der Transsudate der Choroidealplexus auf 100 Th. durchschnittlich neben 17,8% Kalium nur 27,2% Natrium enthalten. Ebenso nähert sich die Constitution des centralen Hirncapillartranssudats rücksichtlich der Chlorverbindungen und Phosphate der der Blutzellen; während in 100 Th. Salzen des Blutserums 5,6 Th. Phosphorsäure neben 45,2 Th. Chlor enthalten sind, fand *Schmidt* in den Salzen bei centralem Hydrocephalus 8,9% Phosphorsäure und 37,6% Chlor. Die Cerebrospinalflüssigkeit ist also nicht als reines Transsudat oder Filtrat der Blutflüssigkeit zu betrachten, sondern zeigt sich als eigenthümliches *Secret*, an dessen Bildung die Blutkörperchen der Constitution ihrer Salze nach sich wesentlich zu betheiligen scheinen.

Dass übrigens kohlen saure Salze auch in den normalen alkalischen Transsudaten nicht fehlen, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man frische, durch Paracentese gewonnene, Flüssigkeiten im Vacuum möglichst gasfrei macht, dann ohne Luftzutritt Essigsäure zufließen lässt und durch Evacuiren ebensowohl wie durch Wasserstoffgas die freigemachte aber vom Serum absorhirt gehaltene Kohlensäure austreibt und auf bekannte Weise bestimmt, kurz das Verfahren anwendet, welches ich⁴⁾ zur Bestimmung der gebundenen Kohlensäure des Blutes einschlug.

Während des Cholera processes und nach Anwendung drastischer Abführmittel weicht auch die Constitution der Salze in den Transsudaten, d. h. in den Darmdejectionen wesentlich von der in gewöhnlichen Ausschwitzungen ab; hier herrschen nach den feinen Untersuchungen *Schmidt's* die Chlor- und Natriumverbindungen noch weit mehr über die Phosphate und Kaliumverbindungen vor, als in den gewöhnlichen Transsudaten. Dagegen pflegen andere den Cholera process begleitende Transsudate gerade das entgegengesetzte Verhältniss zu den gewöhnlichen serösen Aus-

4) *Lohmann*, Berichte d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. 4, S. 96—100

schwitzungen zu zeigen; während sonst z. B. die normale so wie die excessive Hirncapillartranssudation wenig feste Stoffe enthält und unter diesen die Mineralstoffe um das $2\frac{1}{2}$ - bis $4\frac{1}{4}$ -fache über die organischen überwiegen, findet man bei der Cholera die Hirntranssudate nicht nur weit reicher an festen Bestandtheilen, sondern unter diesen sogar mehr organische als mineralische Stoffe: unter letzteren praevaliren aber die Natrium- und Chlorverbindungen weit weniger, als in gewöhnlichen Transsudaten, ja die Kaliumverbindungen und Phosphate müssen um so mehr vorherrschen, da das Choleraserum weit mehr von diesen Verbindungen enthält, als normales Serum. Leider hat *Schmidt* eine genauere Analyse der Salze der Cerebrospinalflüssigkeit in der Cholera nicht anstellen können, um noch durch Zahlenresultate das Ueberwiegen der Phosphate und des Chlorkaliums in diesen Transsudate belegen zu können.

Ammoniaksalze sind in normalen und frischen (durch Paracentese gewonnenen) Transsudaten nicht nachweisbar (vergl. Th. 1, S. 416); wenn man solche gefunden zu haben glaubt, so beruht dies auf den früher erwähnten Irrungen; selbst in mehrern Secreten der Tunica vaginalis testiculi propria von altem Datum vermochte ich Ammoniak nicht mit Sicherheit zu erkennen. Wenn man freilich, wie es geschehen, die Analyse bereits in Fäulniss übergegangener Objecte der Mühe für werth hält, wird man immer Ammoniak finden; dagegen muss man nothwendiger Weise in den Darmtranssudaten immer Ammoniak finden, da im Darne die Zersetzung solcher Substanzen so ausserordentlich rapid vor sich geht, dass man von deren Untersuchung ganz absehen müsste, wollte man diese nur im reinsten, nativen Zustande untersuchen. Ammoniak muss aber gefunden werden und ist namentlich auch von *Schmidt* in allen den Transsudaten gefunden worden, welche aus einem ammoniakhaltigen oder wenigstens harnstoffreichen Blute (vergl. oben S. 228) entspringen, daher nicht selten in hydropischen Exsudaten bei Albuminurie.

Dass endlich die Transsudate wie alle thierischen Flüssigkeiten auch freie Gase enthalten, davon kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man mit der Luftpumpe einen einfachen Gasapparat in Verbindung setzt. Kohlensäure ist auch in dem Gasgemenge der Transsudate überwiegend, jedoch Sauerstoff und Stickstoff mit Sicherheit nachzuweisen. Nach allerdings nur ungefähren Bestimmungen erhielt ich aus frischen, durch Paracentese entleerten Transsudaten durchschnittlich weniger Gase und unter diesen immer relativ mehr Kohlensäure, als aus frischem Blutserum von solchen, denen nur sogenannter Plethora wegen das Blut entzogen worden war.

Der Apparat, dessen ich mich für diese oberflächliche Untersuchung bediene, ist ungefähr folgendermaassen construirt: zwei Flaschen sind mittelst Glasröhren und Korken mit einander verbunden; in die untere wird die zu untersuchende Flüssigkeit gebracht, in die obere reines Mandel- oder Olivenöl; die letztere ist zweihalsig; aus deren Seitentubulus geht eine mit Oel erfüllte Glasröhre bis auf den mit Oel bedeckten Boden einer dritten Flasche; letztere wird mit der Luftpumpe in

Verbindung gesetzt. Wird jetzt evacuirt, so steigen die aus dem Blute sich entwickelnden Gas- und Wasserdampfblasen in die obere (umgekehrt über der unten stehenden) Flasche, verdrängen das Oel durch die Communicationsröhre in die dritte Flasche u. s. w., lässt man wieder Luft zu letzterer Flasche treten, so wird das Oel nur zum Theil in die obere Flasche zurückgedrängt; der Raum des in dieser befindlichen Gases wird sich vermindern bis auf das dem äussern Luftdrucke entsprechende Volumen; da es an der Wiederaufsaugung von Seiten der wässrigen Flüssigkeit in der untern Flasche durch das Oel verhindert ist, so kann man sich wenigstens von dem ungefähren Gehalte solcher Flüssigkeiten an Gasen unterrichten.

Eines besondern Nachweises der verschiedenen Wege, die zur qualitativen und quantitativen Analyse der Transsudate eingeschlagen werden können, bedarf es an diesem Orte wohl nicht, da hier dieselben Regeln gelten, die wir unter der »Analyse des Bluts« und unter den thierischen Substanzen in den betreffenden Abschnitten näher bezeichnet haben. Nur darauf dürfte noch aufmerksam zu machen erlaubt sein, dass hier, wie eigentlich bei jeder Untersuchung einer thierischen Flüssigkeit, die mikroskopische Analyse der chemischen vorangehen muss. Die Gegenwart von Blutkörperchen dürfte z. B. schon die Qualification des Objectes als reines Transsudat aufheben; soll nicht eine ganz beziehungslose Analyse des Objectes ohne alle Berücksichtigung gewisser (oben zum Theil berührter) einheitlicher Momente vorgenommen werden, so kann die Untersuchung nicht zu einem wissenschaftlichen Resultate führen; denn ist das Object nicht rein, so wird auch das Ergebniss des Versuchs kein reinliches sein können. In ähnlichem Falle würde man sich befinden, wenn Vibrionen und dergl. die Fäulniss begleitende Bildungen vorgefunden würden. Ist nichts von allem diesen zu bemerken, so wird man häufig Zellen im Transsudate antreffen, welche Lymphkörperchen oder Eiterzellen gleichen. Diese sind hier ebensowenig als jene, welche Schleimhäuten entsprossen sind, ohne Weiteres für Eiterkörperchen zu halten; nur wenn eigentlicher Eiter vorhanden ist (was allerdings im speciellen Falle oft sehr schwer zu entscheiden), darf das Object nicht als reines Transsudat betrachtet werden. In fibrinfreien Transsudaten sind natürlich die im Transsudat suspendirten Stoffe: Fett, Epithelialzellen, jene embryonalen Zellen und ähnliche Körper durch Filtration von der Flüssigkeit (so viel als dies durch Filtriren eben möglich ist) zu trennen; findet sich dagegen geronnener Faserstoff vor, so ist dessen absolute Menge durchaus nicht genau zu bestimmen; durch mikroskopische Untersuchung hat man sich darüber zu unterrichten, ob mehr oder weniger morphologische Elemente ihm beigemischt sind, und diesen Umstand natürlich bei der Schätzung der im Transsudate enthaltenen Faserstoffmenge zu berücksichtigen.

Die Mengenverhältnisse, in denen die verschiedenen Transsudate im normalen oder excessiven Zustande aus dem Blute austreten, sind so verschieden, dass sich selbst für jede einzelne Haargefässgruppe nichts Allgemeines feststellen lässt. Wichtig werden sie aber im höchsten Grade für die Betrachtung des mechanischen wie des chemischen Stoffwechsels

im gesunden und kranken Thierkörper; aber auch dort gewinnt das Grös-
senverhältniss der Transsudate nur ein Interesse, indem die Einzelfälle
nur zu speciellen Beziehungen verwendet und darnach zur Aufstellung
allgemeinerer Gesichtspunkte verwerthet werden können.

Da wir die Genesis der Transsudate, so weit sie vor Betrachtung
des allgemeinen thierischen Stoffwechsels hier uns angeht, in dem Obigen
schon sattsam berücksichtigt haben, so würde uns nur noch übrig bleiben,
den physiologischen Werth der normalen Transsudate und den
Nutzen der abnormen für den Ablauf pathologischer Processe (als nach
innen geworfene Krisen u. dergl.) in Betracht zu ziehen, wenn nicht die
Zwecke jener der rein physikalischen Physiologie angehörten und die der
letztern gänzlich ausser dem Kreise naturwissenschaftlicher Anschauun-
gen lägen.

M i l c h.

Dieses nur den Säugethieren eigenthümliche Drüsensecret ist ge-
wöhnlich weiss, oft auch bläulich weiss, seltner etwas gelblich gefärbt,
undurchsichtig, ohne Geruch, von schwach süsslichem, etwas fadem Ge-
schmacke und alkalischer Reaction; das specifische Gewicht schwankt
nach *Scherer*¹⁾ zwischen 1,048 und 1,045, ist aber bei der Frauenmilch
nach *Simon* durchschnittlich 1,032.

Jedem ist bekannt, dass die Milch, wenn sie einige Zeit in Ruhe ste-
hen gelassen wird, auf ihrer Oberfläche eine dicke, fettreiche gelblich-
weisse Schicht, den sog. Rahm, abscheidet, während die darunter be-
findliche Flüssigkeit ärmer an Fett und deshalb natürlich specifisch schwe-
rer, als die frische Milch, und von bläulich weisser Farbe wird. Wenn
man die Milch bei nicht allzu niedriger Temperatur stehen lässt, so fängt
sie allmählig an, saure Reaction zu zeigen, bleibt aber noch einige Zeit
dünnflüssig, zumal wenn sie öfter aufgekocht wird; geschieht das letz-
tere nicht, und ist die Temperatur etwas über der normalen und in der
Atmosphäre grössere electriche Spannung, so vermehrt sich die Säure
bis zu dem Grade, dass das Casein der Milch praecipitirt wird, d. h. die
Milch gerinnt, wird dick, verwandelt sich in einen mässig dicken Brei.
Künstlich gerinnt die Milch durch Kälberlab bei saurer so gut wie bei
alkalischer Reaction (vergl. Th. 1, S. 348). Bei scharfem Eindampfen
bildet die Milch eine dichte weisse Haut auf ihrer Oberfläche.

Ueber die Gewinnungsweise der Thiermilch etwas zu sagen,
würde überflüssig sein; dagegen hält es oft sehr schwer, sich von stillen-
den Frauen Milch in einiger Menge zu verschaffen; auch rücksichtlich die-

1) *Scherer*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 2, T. 449—475.

ser schweigen wir von den gewöhnlichen, jedem Arzte bekannten Manipulationen und Mitteln, Frauenmilch aus den Brüsten in einer für die physikalische Untersuchung hinreichenden Menge zu erhalten. Die besondern Apparate, deren man sich zu diesem Zwecke bedient hat, beruhen fast alle auf dem Principe der Luftverdünnung oder des Saugens, keiner derselben scheint aber seinem Zwecke so vollkommen zu entsprechen, als der neuerdings von *M. Lamperierre*¹⁾ angegebene.

Dieser Apparat besteht aus einem künstlich aus Caoutchouc nachgeahmten Munde mit Lippen, Zahnfleisch und elastischen Mundwänden; letztere sind mit dem kurz abgeschnittenen Halse einer kleinen tubulirten Retorte verbunden, in deren Tubulus eine Glasröhre eingefügt ist, an welcher nöthigenfalls von der Stillenden selbst oder mittelst einer kleinen Luftpumpe das Saugen vollführt werden kann.

Bei der mikroskopischen Untersuchung stellt sich die frische Milch als eine klare Flüssigkeit dar, in welcher gleich wie in einer Emulsion Fettkügelchen, die sogenannten Milchkügelchen, suspendirt sind.

Die Grösse der Milchkügelchen ist sehr verschieden; die meisten messen im Durchmesser 0,0042 bis 0,0048''; selten findet man einzelne in ganz frischer Milch, deren Diameter 0,0038'' erreicht, doch sollen nach *Henle* auch solche von 0,014'' , ja nach *Raspail* und *Donné* sogar von 0,044'' vorkommen (*F. T. 44. F. 4*).

Durch das Mikroskop allein, d. h. ohne Mithilfe chemischer Mittel, ist an diesen Kügelchen durchaus keine *Hüllenmembran* zu erkennen; deren Existenz kann aber sehr leicht hauptsächlich auf zweierlei Weise ausser allen Zweifel gesetzt werden. Die eine Methode ist von *Henle*²⁾ angegeben worden und besteht in der Anwendung verdünnter Essigsäure und gleichzeitiger Beobachtung der angesäuerten Milch unter dem Mikroskop. Die Milchkügelchen erleiden dann solche Formveränderungen, welche sie, wären sie blose Fettbläschen, durchaus nicht zeigen könnten; sie werden nämlich vielfach verzerrt, einige wie geschwänzt, andre biscuitförmig; an den meisten tritt aber ein kleines Tröpfchen hervor, welches fast wie ein Kern des grössern erscheint; dieses wird bald durch ein andres kleines Fettbläschen, welches aus dem Milchkügelchen austritt, verdrängt, und legt sich entweder an das grössere Kügelchen an, oder wird nur vorgeschoben, dass das so veränderte Milchkügelchen einem in Wachstum begriffenen Gährungspilze entfernt ähnlich ist. Bei Anwendung minder verdünnter Essigsäure fliessen die Milchkügelchen zusammen. Besser noch kann man sich nach *E. Mitscherlich's*³⁾ Verfahren, welches wir im 4. Th. S. 357 ausführlich beschrieben haben, von der Gegenwart einer Haut um die Milchkügelchen überzeugen.

1) *M. Lamperierre*, *Compt. rend. T. 30, p. 219.*

2) *Henle*, *Allg. Anat. S. 942.*

3) *Mitscherlich*, *Göschén's Jahresber. Bd. 2, S. 49.*

Auch *Moleschott*¹⁾ hat neuerdings einige Versuche angestellt, welche die Existenz besonderer Hüllen um die Milchkügelchen darthun.

Zuweilen kommen in der Milch noch morphologische Elemente vor, die man wegen ihrer steten Gegenwart im Colostrum (der ersten Milch nach dem Gebären) *Colostrumkörperchen* oder *Corps granuleux* genannt hat. Diese bilden unregelmässige Conglomerate sehr kleiner Fettbläschen, welche durch eine amorphe, etwas granulöse Substanz zusammengehalten werden; sie sind nach *Henle* von 0,0063 bis 0,0232^{'''} Durchmesser, die meisten durchschnittlich 0,0111^{'''} (*F. T. 11 F. 2*). Durch Aether werden die Fettkörnchen derselben weit leichter als die der Milchkügelchen aufgelöst, durch Essigsäure und Kali wird die granulöse Zwischensubstanz aufgelöst und die Fettbläschen zerstreut; durch Jodwasser werden die Colostrumkörperchen intensiv gelb gefärbt. Es kann also kein Zweifel sein, dass diese Molecüle nichts weiter sind, als sehr kleine, in eine albuminöse Substanz eingebettete Fettbläschen; ein Kern und eine Hüllenmembran sind nicht nachzuweisen.

Gewöhnlich pflegen diese Molecüle am dritten und vierten Tage nach der Geburt zu verschwinden, indessen hat man sie bei ganz gesunden Stillenden noch am 20. Tage gefunden. In der Regel treten aber diese Körperchen alsbald wieder auf, sobald dem Wochenbette sich irgend eine Krankheit zugesellt oder eine Stillende von irgend einer acuten Affection befallen wird.

So oft ich die Milch von Wöchnerinnen oder Ammen untersuchte, die von einer acuten Krankheit: Entzündungen, acuten Exanthenen, Typhus u. dgl. befallen wurden, fand ich Colostrumkörperchen, neben diesen aber auch wahre Körnchenzellen mit mikroskopisch und chemisch nachweisbarer Hüllenmembran und oft auch darstellbarem Kern; indessen waren auch in solchen „Entzündungskugeln“ die Körnchen ziemlich gross, durchsichtig und fettreich, ähnlich denen, welche so gewöhnlich in den grauschwätzlichen Sputis inveterirten Katarrhs (bei Emphysem alter Leute) beobachtet werden.

Moleschott unterschied im Colostrum 1) ganz kleine, oft zu Häufchen verbundene Körnchen; 2) mit fettglänzenden Körperchen erfüllte, den Epithelien ähnliche Zellen von vieleckiger Gestalt; 3) kleinere, rundliche, blasse Zellen mit gleichem Inhalte; 4) den Inhalt dieser Zellen nur durch einen Bindestoff zusammengehalten; 5) einzelne, blasse Kerne, zum Theil mit Kernkörperchen.

Nach demselben Forscher nimmt die Zahl der grössten Milchkörperchen in den drei ersten Tagen nach der Geburt zu, die kleinen dagegen, welche in dem vor der Geburt gesammelten Colostrum überwiegend sind, nehmen erheblich ab. Die Colostrumkörperchen vermindern sich bei Kühen am 6. Tage nach dem Werfen und verschwinden am 13. gänzlich.

Epithelialzellen und Schleimkörperchen sind nur zufällige Beimengungen der Milch und werden daher öfter bei localen krankhaften Affectionen gefunden, als im normalen Zustande.

Faserstoffgerinnsel kommen nur bei Blutgehalt der Milch vor. Blutkörperchen werden selten in der Milch gefunden und men-

1) *Moleschott*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 11, S. 696—708.
Lehmann phys. Chemie. II.

gen sich derselben auch gewöhnlich nur bei Erosionen der Warzen und dergl. bei.

Zuweilen finden sich in der Milch der Kühe Infusorien oder niedere Pflanzen, besonders ist dies in der sg. *blauen Milch* der Fall. *J. Fuchs*¹⁾ leitet die Färbung der Milch von einem Infusorium ab, welches er *Vibrio cyanogeneus* nennt, *Bailleul*²⁾ dagegen von einem Byssus.

Meine Erfahrungen über diesen Gegenstand beziehen sich blos auf die gewöhnliche Art von Blauwerden der Milch; diese wird frisch ganz farblos, weiss gemolken, und nimmt ihren eigenthümlichen Charakter erst während des Rahmens an; es bilden sich nämlich auf dem Rahme anfangs kaum eine halbe Linie tiefe blasse Flecken, die inselartig von einander abgegrenzt sind; dazwischen bleibt weisser Rahm; diese Flecken werden dunkler und vergrössern sich allmählig nach unten und nach den Seiten, so dass sie zusammenfliessen; die vom Rahm getrennten Molken sind farblos: in dem blauen Rahme sind stäbchenförmige, ungefärbte Vibrionen zu erkennen, wie sie *Fuchs* beschrieben hat; nur ein einzigesmal fand ich eine deutliche Byssusbildung.

Was die chemischen Bestandtheile der Milch betrifft, so sind die wichtigsten derselben uns bereits aus der Lehre von den organischen Substraten bekannt. Dies gilt hauptsächlich vom Casein und Milchsucker; nicht blos ihre chemischen Eigenschaften, sondern auch ihr Vorkommen in variablen Mengen unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Bedingungen ist dort bereits ausführlich behandelt worden (vgl. Th. 1, S. 279 und 356).

*Knobloch*³⁾ hat an einer und derselben Kuh eine Reihe von Versuchen über die Constitution der Kuhmilch je nach der Jahreszeit so wie nach der Dauer des Melkens ausgeführt. Im Betreff des Caseingehaltes der Milch geht daraus hervor, einerseits, dass beim einmaligen Melken mit der Dauer desselben der Gehalt an Casein zunimmt, während der Wassergehalt abnimmt, und zweitens, dass bei Winterfütterung die Milch ärmer an Casein ist, als bei Sommerfütterung. Im Winter stieg der Gehalt an Casein und in Weingeist unlöslichen Salzen während des Melkens von 7,07% bis 7,8%, im Sommer von 8,40% bis 8,67%.

Hier verdient aber der dritte organische Bestandtheil der Milch noch unsre besondere Aufmerksamkeit, nämlich das Fett oder die Butter. Die Fette der Frauenmilch sind noch keiner genaueren qualitativen Analyse unterworfen worden; dagegen haben *Chevreur*⁴⁾ und neuerdings *Bromeis*⁵⁾ und *Lerch*⁶⁾ die Butter der Kuhmilch sorgfältig untersucht. Das reine MilCHFett ist fast farblos, höchstens schwach gelblich, geschmolzen erstarrt es bei + 26,5° und steigert durch den Uebergang in den festen Zustand seine Temperatur auf + 32°; bekanntlich wird es über + 48° weich und schmierig; ein Theil dieses Fettes löst sich in 28,9 Th.

1) *J. Fuchs*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2, S. 470.

2) *Bailleul*, Compt. rend. T. 17, p. 1138.

3) *Knobloch*, Kunst und Gewerbeblatt f. d. K. Bayern 1851. S. 444—447.

4) *Chevreur*, Recherches sur les corps gras. Paris 1822.

5) *Bromeis*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 42, S. 46 ff.

6) *Udo Lerch*, ebendas. Bd. 49, S. 242 ff.

siedenden Alkohols von 0,822 spec. Gew. auf. An der Luft wird es leicht ranzig und bildet flüchtige Fettsäuren; daher es selbst in ziemlich frischem Zustande feuchtes Lackmus etwas röthet; es ist übrigens vollständig verseifbar und liefert neben Glycerin Margarinsäure, Oelsäure, Caprinsäure, Caprylsäure, Capronsäure und Buttersäure oder anstatt der beiden letztgenannten Säuren Vaccinsäure (vgl. Th. 1. S. 54—67). *Bromeis* berechnet nach der Menge der erhaltenen Säuren die Zusammensetzung der Butter = 68% Margarin, 30% Elaïn und 2% spezifisches Butterfett; diese Berechnung gibt jedoch nur einen ungefähren Maassstab für die Zusammensetzung des Milchfettes, da seine Bestandtheile unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen ziemlich variabel zu sein scheinen.

Der Gehalt der Milch an Fett ist sehr variabel. *Simon*¹⁾ fand in der *Frauenmilch* 2,53 bis 3,88% Butter; *Clemm*²⁾ und *Scherer* am 4. Tage nach der Geburt 4,297%, am 9. Tage 3,532, am 12. Tage 3,345%, *Chevallier* und *Henry*³⁾ 3,55%, *Haidlen*⁴⁾ 3,4 und 4,3 %. In der *Kuhmilch* fanden *Simon* 3,80 bis 5,40%, *Herberger* 3,89 und 3,75%, *Chevallier* und *Henry* 3,43%, *Boussingault*⁵⁾ 3,90%, *Playfair*⁶⁾ im Mittel von 9 Beobachtungen in der Milch einer und derselben Kuh = 4,90%, *Poggiale*⁷⁾ im Mittel von 40 Analysen 4,38%; in der *Stutenmilch* *Clemm* 6,952%, in der *Eselsmilch* *Simon* 4,24, *Pelilot* 4,29%, in der *Schaafmilch* *Chevallier* und *Henry* 4,20%, in der *Ziegenmilch* *Payen*⁸⁾ 4,08, *Chevallier* und *Henry* 3,32 und *Clemm* 4,254%, *Schlossberger*⁹⁾ in der eines Bocks 2,65%, in der *Hundemilch* *Simon* anfangs 4,62, später 4,33, *Dumas*¹⁰⁾ 7,32 bis 12,40%, *Bensch*¹¹⁾ 10,75 und 10,95%.

Im *Colostrum* der Frauen wurden an Butterfett gefunden von *Simon* 5,00%, in dem der Kuh von demselben sowie auch von *Boussingault* übereinstimmend 2,6%, von *Chevallier* und *Henry* in dem der Eselin 5,0%, in dem der Ziege 5,2%.

L'Héritier fand bei einer vergleichenden Untersuchung zweier stillenden Frauen von 22 Jahren, dass die Milch der brünetten reicher an Fett sei (= 6,48 und 5,63% enthaltend), als die der blonden (= 3,55 und 4,05). Weitere Untersuchungen müssen erst noch diese Erfahrung bestätigen, die um so auffälliger ist, als auch die übrigen organischen Bestandtheile sich in der Milch der Brünetten erheblich vermehrt fanden.

1) *Simon*, die Frauenmilch u. s. w. Berlin 1838.

2) *Clemm*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2, S. 464.

3) *A. Chevallier* und *O. Henry*, Journ. de Pharm. T. 25, p. 333 u. 404.

4) *Haidlen*, Ann. d. Ch. und Pharm. Bd. 45, S. 273.

5) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér., T. 8. p. 98.

6) *Playfair*, Lond. Edinb. and Dublin philosoph. Mag. 1830. Octbr. p. 284.

7) *Poggiale*, Compt. rend. T. 48, p. 505—507.

8) *Payen*, Ann. de Chim. et de Phys. 1839. p. 444.

9) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 54, S. 434.

10) *Dumas*, Compt. rend. T. 24, p. 708—717.

11) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 224—227.

*L'Héritier*¹⁾ fand in der Milch der Brünetten 4,62 und 4,70% Casein und 7,42 bis 7,00% Milchzucker, dagegen in der der Blonden 4,00 und 0,95% Casein und 5,85 bis 6,40% Milchzucker.

Eine auffallende, aber durch *Peligot* und neuerdings durch *Reiset*²⁾ constatirte Erfahrung ist, dass die beim Melken oder künstlichen Saugen zuletzt auslaufende Milch bei übrigens gleicher Zusammensetzung immer viel fettreicher gefunden wird, als die zuerst auslaufende. Dieselbe Erfahrung hat auch *Knobloch* neuerdings gemacht. Man glaubte aus der anfangs nur am Esel und der Kuh gemachten Beobachtung schliessen zu dürfen, dass in den Milchdrüsen schon die Milch sich gewissermaassen abrahme, indem im untern Theile der Euter sich die wässrigere, fettärmere Milch ansammle: allein da *Reiset* dieselbe Erfahrung auch an der Frauenmilch, die in fractionirten Mengen aus der Brust einer Frau gezogen wurde, gemacht hat, so muss der Grund wohl in etwas anderem als in dem gewöhnlichen einfachen mechanischen Verhältnisse zu suchen sein.

Peligot fand in dem ersten Drittel der Milch einer Eselin 6,45, in dem zweiten 6,48 und in dem zuletzt ausfließenden 6,50% Butter. *Reiset* fand in der Milch zweier Kühe ganz dasselbe Verhältniss, jedoch nur, wenn zwischen den zwei Zeitpunkten, wo gemolken worden war, wenigstens 4 Stunden verflossen waren; wurde von 2 zu 2 Stunden gemolken, so zeigte sich kein Unterschied in den verschiedenen Portionen einer Melkung. Wenn die Gesamtmilch einer Kuh 4,5% Fett enthielt, so gab der letzte Theil der durch fractionirtes Melken erhaltenen Milch 7,63, 7,53 und 8,4% Butter. In *Knobloch's* oben erwähnten Beobachtungen stieg der Buttergehalt der Milch während des Melkens im Winter (von fünf beobachteten Portionen) von 4,00 bis 5,20 %, im Sommer von 0,80 bis 5,60 %. Der Milchzuckergehalt blieb sich aber während des Melkens fast vollkommen gleich; dagegen enthielt die Milch jener Kuh im Winter nur 0,8%, im Sommer aber 4,0% Milchzucker und in Weingeist lösliche Salze. Die Milch einer 27jährigen Amme gab *Reiset* (7 Monate nach der Niederkunft) nach dem Saugen des Kindes mehr Fett (durchschnittlich = 5,54%), als vor dem Säugen desselben (durchschnittlich = 3,24%).

Nach *Simon's* Untersuchungen bleibt sich die Menge des Fettgehalts der Frauenmilch während der ganzen *Periode des Säugens* ziemlich gleich.

Die Menge des Fettes der Milch ist zum Theil wenigstens von der *Natur der verzehrten Nahrungsmittel* abhängig. *Boussingault*³⁾ fand, dass Fütterung der Kühe mit Mohrrüben ohne Blätter eine 4,25% Fett enthaltende Milch lieferte, Fütterung mit Hafer und Luzerne aber solche, welche 4,4% Butter gab. *Playfair* glaubte nach Kartoffelfütterung eine Vermehrung des Buttergehalts der Kuhmilch wahrzunehmen. Spätere Versuche von *Boussingault*⁴⁾, an zwei Kühen angestellt, ergaben Folgendes: nach Fütterung mit Runkelrüben enthielt die Milch der einen Kuh 4,56% die der andern 3,42% Fett, nach Fütterung mit Grummt 3,92 und 4,39%, nach Fütterung mit Kartoffeln 3,97 und 4,63%. *Payen* und *Gasparin*¹⁾

1) *L'Héritier*, *Traité de Chimie pathologique*. Paris 1842. p. 683.

2) *Reiset*, *Ann. de Chim. et de Phys.* 3. Sér. T. 25, p. 82—85.

3) *Boussingault* und *Le Bel*, *Ann. de Chim. et de Phys.* T. 44, p. 433.

4) *Boussingault*, *Ann. de Chim. et de Phys.* T. 42, p. 453.

fanden in der Milch einer Kuh nach gewöhnlicher Fütterung 3,53, in der nach Fütterung mit Sesamkleie 4,87% Butter. Die Milch von Hündinnen fand *Dumas* durchschnittlich etwas reicher an Fett, wenn sie mit vegetabilischer Nahrung, als wenn sie mit Fleisch gefüttert worden waren.

Dass in *Krankheiten* die Milch ärmer an Fett wird, wäre schon aus der oberflächlichen, mechanischen Untersuchung derselben zu ersehen, wenn nicht auch einige genauere Analysen von *Donné*, *Herberger* und *Simon* dies erwiesen hätten.

In der Milch einer Kuh, welche beim Rahmen blau wurde, fand ich 3,39% Fett; 3 Wochen nach dem Verschwinden dieser Erscheinung gab dieselbe Kuh bei gleicher Fütterung eine Milch von 4,984% Fettgehalt.

Ueber die Extractivstoffe der Milch und ihre in verschiedener Milch enthaltenen Mengen sind genauere Untersuchungen nicht angestellt worden.

Was die Salze der Milch betrifft, so bestehen die löslichen aus Chlornatrium und Chlorkalium, phosphorsauren Alkalien und ausser diesen aus dem Kali und Natron, welche an Casein in der Milch gebunden sind. Die unlöslichen Salze sind phosphorsaure Kalk- und Talkerde, welche hauptsächlich dem Casein angehören (vgl. Th. 1, S. 352). Schwefelsaure Salze und Ammoniaksalze sind in frischer Milch nicht enthalten (vgl. Th. 1, S. 410). *Haidlen*²⁾ hat in der Asche der Kuhmilch auch etwas Eisenoxyd gefunden, *G. Wilson*³⁾ etwas Fluor.

Die Frauenmilch enthält nach den Untersuchungen der meisten Beobachter 0,16 bis 0,25% Salze, die Kuhmilch 0,55 bis 0,85%, die Hundemilch 1,2 bis 1,5%.

Die Zahl der löslichen Salze ist in der Milch in der Regel geringer als die der unlöslichen Phosphate. In der Frauenmilch finden sich 0,04 bis 0,09% löslicher Salze, in der Kuhmilch neben 0,21% löslichen 0,28% unlösliche Salze, in der Hundemilch nach *Dumas* bei gemischter Kost 0,71 lösliche und 0,77% unlösliche, bei Fleischkost 0,45% lösliche und 0,57% unlösliche. *Bensch* fand in der Milch einer ausschliesslich mit Fleisch genährten Hündin 1,252% Asche und darunter 1,165 % phosphorsaurer Kalk- und Talkerde.

Die Asche der Kuhmilch enthält nach *Weber's* Analyse (nach *Rose's* Methode ausgeführt) 44,18% Chlorkalium, 4,74% Chlornatrium, 23,46% Kali und 6,96% Natron (an Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kohlensäure gebunden), die Asche des Rindsblutes dagegen nach Abzug des Eisenoxyds 38,82% Chlornatrium, kein Chlorkalium, 29,09% Natron und nur 11,44% Kali. Es sind also, abgesehen von der absolut geringern Menge der Salze in der Milch, auch relativ weniger Natronverbindungen und Alkalichloride, dagegen bei weitem mehr Kaliumverbindungen enthalten. In der Asche der Milch finden sich ferner nach *Weber's* Analyse 28,4% Phosphorsäure, während in der des Blutes (nach derselben Analyse) nach Abrechnung des Eisens nur 7,74% dieser Säure enthalten sind; endlich findet sich in der

1) *Payen* und *Gasparin*, Compt. rend. T. 48, p. 797.

2) *Haidlen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 54, S. 273.

3) *G. Wilson*, The Edinb. new Phil. Journ. Vol. 49, p. 227—230.

Milchschale 47,34% Kalk- und 2,20% Talkerde, in der Blutmasse dagegen (Eisenoxyd wiederum abgerechnet) = 4,90% Kalk- und 0,75% Talkerde; demnach übertrifft die Milch das Blut bedeutend durch ihren Gehalt an Phosphorsäure und an Erden. Die Phosphorsäure ist in der Milchschale fast nur als dreibasische enthalten. Wir werden später diese Vergleichszahlen als wichtigste Anhaltspunkte für die Theorie der Secretionen und des Stoffwechsels im Allgemeinen kennen lernen.

In der Milch, wenigstens der der Kühe, ist auch eine nicht allzu geringe Menge *kohlensauren Alkalis* enthalten; wenigstens ist es Thatsache, dass, wenn man zwei Proben ganz frischer Milch, die eine unvermischt, die andere mit etwas Essigsäure versetzt, unter den Recipienten der Luftpumpe bringt und evacuirt, die letztere weit mehr Gase und zwar Kohlensäure entwickelt, als die erstere Probe.

Milchsture ist, wie bereits Th. 1, S. 406 gezeigt worden in frischer Milch nicht enthalten; nur abnormer Weise scheint sie sich schon im Euter pflanzenfressender Thiere erzeugen zu können; die frisch entleerte Milch der Herbivoren reagirt immer schwach alkalisch; nur bei magerem, schlechtem Futter wird sie sauer gefunden; es bleibt aber noch zu ermitteln übrig, ob in solchen Fällen die saure Reaction immer von Milchsäure oder vielleicht auch von *sauren phosphorsauren Salzen* oder wohl gar von *Buttersture* herrühre. Die Milch der Hunde wird nach *Bensch* bei vegetabilischer Kost neutral, während sie bei ausschliesslicher Fütterung mit Fleisch stets sauer ist; die saure Reaction rührt hier höchst wahrscheinlich Weise von sauren phosphorsauren Salzen und insbesondere von saurem phosphorsaurem Kalk her.

*Moleschott*¹⁾ fand die Milch bei zwei Kühen im Winter mehrere Tage vor und nach der Geburt von stark saurer Reaction.

Freie Gase und zwar hauptsächlich Kohlensäure sind nach der S. 407 beschriebenen Methode in frischer Milch stets nachzuweisen.

Abnorme Bestandtheile sind im Allgemeinen nur selten in der Milch nachgewiesen worden, obwohl die täglichen Erfahrungen über den nachtheiligen Einfluss mancher Frauenmilch auf die Säuglinge und mancher Kuhmilch auf das Leben der Kälber deutlich genug auf chemische Umwandlungen und abnorme Stoffe der Milch hinweisen. Unter den ungewöhnlichen Bestandtheilen der Milch ist Eiweiss noch der häufigste. Dasselbe kommt in der Milch bei entzündlicher Affection der Brustdrüsen, bei Blut- und Eitergehalt derselben vor und normal vielleicht in dem Inhalte der Milchcanäle ausser der Zeit des Säugens; wenigstens hat *Simon* in der von den Eutern einer Eselin 14 Tage vor dem Werfen ausgesonderten Flüssigkeit 49,834% in der Hitze gerinnbare Materie und *Moleschott* in der Milch einer Kuh bis zum 9. Tage nach der Geburt einen eiweissähnlichen Stoff gefunden. Das Colostrum der Kühe gerinnt beim Kochen, aber nicht durch Lab. Man darf aber, wenn eine Milch beim Erhitzen gerinnt, keineswegs sogleich auf einen Gehalt derselben an Albumin schlies-

1) *Moleschott*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 44, S. 696—698.

sen; hat doch *Scherer* aus normaler Milch einen in der Hitze coagulirbaren Käsestoff dargestellt und *Dumas* sowie *Bensch* gefunden, dass die Milch der Hunde nach vegetabilischer wie nach animalischer Nahrung beim Erhitzen breiartig wird, ja fast vollkommen gerinnt, beim Erkalten aber oft wieder dünnflüssig wird.

*Marchand*¹⁾ fand in der Milch einer kranken Kuh aufgelöstes Hämoglobin, ohne nur ein Blutkörperchen mikroskopisch nachweisen zu können.

Harnstoff hat *Rees*²⁾ in der Milch bei *Bright'scher* Krankheit gefunden.

Ueber den Uebergang fremdartiger Substanzen: Farbstoffe, Arzneimittel und Gifte in die Milch ist früher viel gesprochen worden: allein sichere Erfahrungen besitzen wir blos rücksichtlich des Jodkaliums, welches von *Peligo*t sowie von *Herberger* in der Milch der Frauen wieder gefunden worden ist.

Wie beim Blute dürfte es auch hier nicht unpassend oder überflüssig sein, nach Erörterung der normalen und abnormen Bestandtheile der Milch die Verschiedenheit dieser Flüssigkeit nach physiologischen Kategorien noch einmal kurz vor Augen zu führen.

Das Colostrum bildet gewöhnlich eine trübe, seifenwasserähnliche, gelbliche Flüssigkeit von schleimiger Consistenz, stark alkalischer Reaction, geht jedoch leichter als normale Milch in Milchsäuregährung über; es enthält constant bei Frauen und bei Thieren nach *Simon's* sowie nach *Chevallier's* und *Henry's* Untersuchungen mehr feste Bestandtheile; nach der letztern Untersuchungen erstreckt sich diese Vermehrung hauptsächlich auf das Casein (bei Kühen, Eseln und Ziegen), nach *Simon* aber (bei Frauen) auf den Milchzucker; nach ersterem ist dagegen im Colostrum weit weniger Milchzucker und nach *Simon* weniger Casein enthalten. Obgleich bei der mikroskopischen Untersuchung sowie nach dem äussern Ansehen das Colostrum weniger Fett zu enthalten scheint, so erweist doch das Resultat der meisten Analysen das Gegentheil; das Colostrum ist reicher an Fett als die Milch der entsprechenden Thierspecies. Vielleicht ist der Fettgehalt der Körnchenhaufen (*Corps granuleux*) die Ursache dieser auffallenden Erfahrung. Uebrigens enthält das Colostrum 2 bis 3mal mehr Salze als die Milch.

Das Colostrum der Frauen gibt nach *Simon* 17,2% festen Rückstands, die Milch derselben durchschnittlich 10,9%; das der Kuh 16,0%, die Milch derselben 14 bis 15%; das Colostrum der Eselin nach *Chevallier* und *Henry* 17,16%, die Milch derselben nur 8,35%; das der Ziege (nach denselben Analytikern) 35,9%, die Milch derselben = 13,2%.

Die Frauenmilch ist gewöhnlich mehr bläulichweiss, als z. B. die Kuhmilch und schmeckt süsser als dieselbe, sie reagirt stark alkalisch und säuert weniger leicht, als andre Milch; ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 1,030 und 1,034; sie enthält 11 bis 13% fester Bestandtheile und darunter durchschnittlich 3,5% Casein und 4 bis 6% Milchzucker. Das Casein der Frauenmilch wird nach *Simon's* und *Clemm's* übereinstimmenden Erfahrungen durch Säuren sowie durch Lab weniger vollständig gefällt; auch ist das Coagulum meist mehr gallertartig und nicht so dicht und fest, wie das der Kuhmilch, daher für den kindlichen Magen verdaulicher. Die Butter der Frauenmilch soll reicher an Elain sein, als die der Kuhmilch.

Die Kuhmilch ist meist rein oder etwas gelblich weiss; ihr specifisches

1) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 47. S. 130—134.

2) *Rees*, Heller's Arch. Bd. 2, S. 56.

Gewicht schwankt nach *Simon* zwischen 4,030 und 4,035, nach *Scherer* zwischen 4,026 und 4,032; es sind in ihr durchschnittlich 13 bis 14% fester Bestandtheile enthalten (schwankend zwischen 12,29 und 16,5%); sie enthält mehr Casein als die Frauenmilch (vgl. Th. 4, S. 357, nach *Knobloch*¹⁾ im Winter durchschnittlich 8,0% mit den unlöslichen Salzen, im Sommer 8,4%), auch etwas mehr Butter (nach *Knobloch* nämlich im Winter 3,0%, im Sommer 3,24%), aber weniger Milchzucker (nach *Knobloch* im Winter 1,33%, im Sommer 1,26% sammt den in Alkohol löslichen Salzen), und weit mehr Salze, die sich jedoch hauptsächlich auf die unlöslichen dem Casein angehörigen beziehen und daher in einer der des Caseins entsprechenden Menge vermehrt sind.

Die Stutenmilch ist weiss, ziemlich dicht, von 4,034 bis 4,045 spec. Gewichte (nach *Clemm* 4,0203 sp. Gew.); fester Rückstand = 16,2%; sie enthält sehr wenig Casein (4,7%), dagegen sehr viel Fett (6,95%) und viel Milchzucker (3,75%).

Die Eselsmilch ist weiss, süsser als Kuhmilch, ihr spezifisches Gewicht schwankt zwischen 4,023 und 4,035, und enthält 9,16 bis 9,53% fester Bestandtheile, darunter 4,6 bis 4,9% Casein, 4,21 bis 4,29% Butter und 6,8 bis 6,29% Milchzucker; sie ist also weit ärmer an Casein und Butter, als die Kuhmilch, dagegen weit reicher an Milchzucker. Diese Milch soll übrigens leicht sauer werden und auch leicht in weinige Gährung übergehen.

Die Ziegenmilch ist weiss, von fad süsslichem Geschmacke und eigenthümlichem Geruche, ihr spezifisches Gewicht schwankt um 4,036, sie enthält 13,2 bis 14,5% fester Bestandtheile, darunter 4,02 bis 6,03% Casein, 33,2 bis 42,5 % Butter und 4,0 bis 5,3% Milchzucker; sie ist also ärmer an Casein, als die Kuhmilch, enthält ziemlich dieselben Mengen oder wenig mehr Fett, aber weit mehr Milchzucker. Bei der Gerinnung bildet ihr Casein einen ziemlich dichten Klumpen.

Die Schaa milch soll dicklich, weiss, von angenehmem Geruche und Geschmacke sein; ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 4,035 u. 4,044; an festen Bestandtheilen enthält sie 14,38%, darunter 4,02% Casein, 4,20 % Butter, 5,0% Milchzucker und 0,68% Salze; sie scheint dieser einzigen von *Chevallier* und *Henry* ausgeführten Analyse nach weniger Casein und Butter, aber etwas mehr Milchzucker als die Kuhmilch zu enthalten.

Die einzige Milch eines Fleischfressers, die bis jetzt untersucht wurde, ist die Hundemilch; nach den Untersuchungen von *Simon*, *Clemm*, *Dumas* und *Bensch* ist diese Milch ziemlich dicklich, wird es beim Erwärmen noch in höherem Grade, wenn sie nicht vollständig gerinnt; ist nach vegetabilischer Nahrung neutral oder schwach alkalisch, bei animalischer dagegen von saurer Reaction, von 4,033 bis 4,36 spec. Gewichte, enthält nach Fleischkost 27,46 bis 22,48% fester Bestandtheile, darunter 8 bis 11% Casein, 6,84 bis 10,95% Butter und nur sehr geringe Mengen Milchzucker. Eigenthümlich ist, dass beim Verdampfen der Milch sich der Milchzucker in Krümelzucker verwandelt und dass der feste Rückstand aus der Luft viel Sauerstoff anzieht (*Bensch*). Die Asche enthält zuweilen über 93% unlösliche Salze.

Der Einfluss der Nahrungsmittel auf die Zusammensetzung der Milch ist unläugbar, jedoch noch keineswegs für die einzelnen Bestandtheile der Milch exact nachgewiesen. Vegetabilische Kost macht nach den an Hunden angestellten Versuchen die Milch reicher an Butter und Zucker; nach reichlicher gemischter Nahrung wird die Milch reicher an festen Bestandtheilen; *Peligot* fand nach Runkelrübenfütterung die Milch einer Eselin am reichsten an Casein, nach Fütterung mit Hafer und Luzerne am reichsten an Butter. Fettreiche Nahrung bedingt Vermehrung des Buttergehalts. Nach Fütterung mit blossen Kartoffeln fand *Boussingault* die Milch der Kühe reicher an Casein, als bei irgend einem andern Futter. *Reiset* fand die Milch von Kühen, welche auf der Weide waren, merklich reicher an Fett, als wenn

1) *Knobloch*, Kunst- u. Gewerbebl. f. d. Königr. Bayern 1854. S. 144—147.

sie des Nachts ohne Futter im Stalle gestanden hatten; *Playfair* fand dagegen gerade, dass während der Nacht sich der Buttergehalt der Milch vermehre ebensowohl als bei der Stallfütterung, dass aber durch die Bewegung der Kühe auf der Weide der Buttergehalt der Milch erheblich vermindert werde, eine Erfahrung, mit welcher die Landwirthe mehr als mit der *Reiset's* übereinstimmen. Heu in trocknen Sommern gesammelt gibt eine an Butter reichere Milch als Heu von nassen Sommern.

Aus *Simon's* mit der Milch einer stillenden Frau angestellten Untersuchungen geht hervor, dass die Milch während der Dauer des Säugens allmählig Veränderungen erleidet. Während der Buttergehalt sich ziemlich gleich bleibt, nimmt im Verlaufe des Stillens entsprechend der Entwicklung des Säuglings der Caseingehalt zu, während der Milchzucker sich allmählig vermindert; mit dem Casein vermehren sich gleichzeitig auch die unlöslichen Salze.

Die Veränderungen, welche die Milch durch Arzneistoffe, durch Gemüthsaffecte und durch Krankheiten erleidet, sind so wenig untersucht, dass wir hierüber so gut wie nichts wissen. *Herberger* fand die Milch von mit Klauenseuche behafteten Kühen reicher an Kali und von colostrumähnlichen Aussehen; fast bei allen krankhaften Affectionen wird die Milch wässriger und hauptsächlich ärmer an Butter; bei fieberhaften Krankheiten sehr oft sauer.

Rücksichtlich der Analyse der Milch hat fast jeder Experimentator seinen eignen Weg eingeschlagen; doch können die meisten der vor *Haidlen* angewendeten Methoden auf grosse Genauigkeit keinen Anspruch machen; es würde an diesem Orte unpassend sein, dieselben einer ausführlichen Kritik zu unterwerfen; wir erinnern nur an die Uebelstände, welche die genaue quantitative Analyse der Milch mehr erschweren, als die vieler andern thierischen Flüssigkeiten. Diese Uebelstände beziehen sich hier aber fast auf alle einzelnen Bestandtheile der Milch; sie bestehen hauptsächlich in folgenden: beim Verdunsten bildet sich auf der Milch die bekannte Käsestoffhaut, welche bei raschem Eindampfen oft von Wasserdampfblasen durchbrochen wird und dadurch einen Verlust durch Spritzen herbeiführt. Hat man die Milch eingedampft, so ist das vollkommene Austrocknen ausserordentlich schwierig, ja wenn man nicht sehr wenig Milch zur Bestimmung des festen Rückstands angewendet hat, fast unmöglich; das trockne Casein, von Fett durchdrungen, bildet eine wasserdichte, selbst für Dämpfe impermeable Cruste. Das Casein, aus der Lösung mittelst Essigsäure praecipitirt, fällt nicht vollständig nieder (vergl. Th. 4, S. 356); aus dem festen Rückstande dagegen wird ein Theil ebensowohl von Alkohol als von Wasser extrahirt; bei Anwendung von Essigsäure geht übrigens die Säure Verbindungen mit Alkalien ein und vermehrt auf eine nicht zu controlirende oder abzuschätzende Weise die Menge des Alkoholextracts. Aus dem einfachen Milchrückstande ist das Fett nicht vollständig zu extrahiren, wovon man sich durch sorgfältige Untersuchung eines solchen, wenn auch noch so lange, mit Aether extrahirten Rückstands bald überzeugen kann. Beim Verdunsten saurer Milch wird der Milchzucker zum Theil in Krümelzucker oder nicht krystallisirebaren, syrupösen Zucker verwandelt; in der Wärme werden überhaupt in der Milch sg. Extractivstoffe gebildet. Das Einäschern des Milchrückstandes ist schwieriger als das der festen Bestandtheile vieler anderen Flüssig-

keiten. Die Hüllenmembran der Milchkügelchen, sowie diese selbst, können bis jetzt nicht einmal annähernd bestimmt werden.

Um das Casein möglichst genau zu bestimmen, rathen *Dumas* und *Scherer* die im Wasserbade oder im Vacuo neben Schwefelsäure fast zur Trockne verdunstete Milch mit etwas Essigsäure zu versetzen, vollkommen zu trocknen und dann mit Aether, Alkohol und Wasser zu extrahiren. Mir scheint aber die von *Haidlen* (vergl. Th. 1, S. 392) empfohlene Methode in mehrfacher Hinsicht vorzuziehen zu sein; die Behandlung der Milch mit bestimmten Quantitäten schwefelsauren Kalks hat, abgesehen davon, dass das Casein in allen Menstruis unlöslich wird, noch grosse Vortheile für das Abdampfen, das Eintrocknen und die Fettbestimmung. Die mit Chlorcalcium, Lösung von schwefelsaurem Kalk oder nach *Haidlen* mit trockenem Gyps versetzte Milch ist ohne Verlust durch Blasenwerfen leicht einzudampfen, der Rückstand aber sehr vollständig auszutrocknen und dann leicht pulverisirbar; Aether zieht das Fett leicht und vollständig aus, Alkohol aber weder beim Kochen noch in der Kälte etwas Casein. Zur Bestimmung des festen Rückstands, der Salze und des Wasserextracts muss aber allerdings ein anderer Weg eingeschlagen werden. Man verdunstet am besten in einem flachen Platinschälchen 1 bis 3 grm. Milch im Vacuo oder Wasserbade und trocknet dann im Luftbade bei $+ 120^{\circ}$ oder im Vacuo unter Mithilfe eines kleinen bis 120° erhitzten Sandbades; den Aschengehalt findet man am besten, wenn ein Theil wohlgetrockneten Rückstandes in einem Platinschiffchen unter Mitwirkung von Sauerstoff verbrannt wird. Das Wasserextract kann nur nach *Scherer's* Methode einigermaßen genau bestimmt werden.

Rücksichtlich der quantitativen Bestimmung des Milchezuckers verweisen wir auf das Th. 1, S. 267 Gesagte; jedoch ist hierbei nur noch daran zu erinnern, dass stark saure Milch vor dem Abdampfen neutralisirt werden muss, wenn man den Milchezucker krystallisirt erhalten will.

*Dumas*¹⁾ bemerkt, dass die Milchkügelchen auf dem Filter bleiben, wenn die Milch mit einer concentrirten Lösung von Seesalz versetzt worden ist; ein Versuch, der mir auch bei Benutzung ganz frisch gemolkener Milch nur unvollkommen gelungen ist; so auch *Moleschott*²⁾.

Wegen der vielen Verfälschungen, welchen die Kuhmilch im gewöhnlichen Leben grosser Städte unterworfen zu werden pflegt, hat man sich bemüht, Instrumente und Methoden ausfindig zu machen, die in Kürze die Güte der Milch ermitteln: *Galaktoskope* und *Galaktometer*. Alle diese Mittel gehen darauf hinaus, den Fettgehalt der Milch ungefähr zu bestimmen, da man die Güte derselben für das gewöhnliche Leben nach ihrem Fettgehalte zu beurtheilen pflegt. Am bekanntesten sind unter diesen Instrumenten das Galaktoskop von *Donné*³⁾; dasselbe besteht aus zwei Röhren, die durch eine feine Schraubenwindung in einander zu schieben sind; jede von diesen Röhren ist am entgegengesetzten Ende durch ein Planglas verschlos-

1) *Dumas*, Arch. génér. de médéc. Vol. suppl. 1846. p. 180.

2) *Moleschott*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 44. S. 704.

3) *Donné*, Compt. rend. T. 47, p. 585 - 592.

sen; die Messung geschieht, indem man die Dichte der Milchsicht bestimmt, durch welche noch ein Kerzenlicht erkannt werden kann. Dabei hält man die Undurchsichtigkeit der Milch für entsprechend ihrem Fettgehalte. Araeometrische Bestimmungen wie sie Jones, Chevallier und Henry, so wie auch Quevenne zur Bestimmung der Dichte und darnach der Güte der Milch angegeben haben, verfehlen sehr oft ihren Zweck; auch die von Simon empfohlene Anwendung einer titrirten Gerbsäurelösung, welche Butter und Casein aus der Milch niederschlägt, kann in vielen Fällen zu Täuschungen Veranlassung geben. So entspricht auch das Lampérierre'sche Verfahren¹⁾, wobei die Dichtigkeit der frischen Milch mit der durch Papier filtrirten verglichen wird, nicht allen Anforderungen.

Was die Absonderungsgrösse der Milch betrifft, so fehlt es namentlich beim Menschen noch sehr an genauen Bestimmungen; dieselbe wird aber natürlich auch sehr verschieden sein müssen nach den Ernährungsverhältnissen des milchgebenden Organismus. Bei Frauen ist die körperliche Constitution, die Nahrung, äussere Verhältnisse, Temperament u. dergl. von dem sichtbarsten Einflusse auf die Mengen der abgesonderten Milch eben so gut als auf deren Zusammensetzung. Gleichzeitig ist die Quantität der abgesonderten Milch auch von deren Verbräuche abhängig; denn in der ersten Zeit der Lactationsperiode wird den Brüsten weniger Milch entzogen, als später, wo der Bedarf an Nahrungsmaterial für den Säugling weit bedeutender ist. Lampérierre bestimmte mittelst des oben S. 288 beschriebenen Apparats an einer grossen Anzahl von stillenden Frauen die in bestimmten Zeiten secernirten Mengen Milch und fand als Mittel für jede Brust innerhalb 2 Stunden 50 bis 60 grm. Dürfen wir annehmen, dass 24 St. lang die Secretion der Milch in gleicher Weise von Statten gehe, so würden (55 grm. als Mittel genommen) von einer Säugenden in 24 St. durch beide Brüste 1320 grm. Milch entleert werden können; hiernach würden auf 1000 grm. des weiblichen Organismus (das Gewicht des weiblichen Körpers = 60 Kilogramm angesetzt) während der Lactationsperiode in 24 St. 22 grm. secernirter Milch kommen.

Bei Kühen, die gemolken werden, lässt sich die Menge der abgesonderten Milch ungefähr berechnen; nach den Erfahrungen der Landwirthe, welche mit denen Boussingault's bei Gelegenheit seiner Ernährungsversuche ziemlich übereinstimmen, giebt eine Kuh durchschnittlich in 24 St. = 5½ Litre oder etwa 6 Kilogramm Milch; da nun eine Kuh durchschnittlich 580 Kilogramm schwer ist, so würden 1000 grm. Kuh = 10,4 grm. Milch absondern.

Rücksichtlich der Genesis der Milch und ihrer Bestandtheile müssen wir ganz auf das verweisen, was später unter den thierischen Processen über die Secretion im Allgemeinen bemerkt ist. Hier sei nur so viel hervorgehoben, dass wir, der zuerst von Chevreul und andern Chemikern und uns selbst gehegten Meinung entgegen, die Bestandtheile der Milch praeformirt im Blute nicht annehmen können. Wenn wir nur den chemischen Gesichtspunkt festhalten, so steht wenigstens so viel fest, dass

1) Lampérierre, a. o. a. O.

die Gegenwart der Hauptbestandtheile der Milch im Blute bis jetzt noch nicht nachgewiesen worden ist; wir glauben bereits im 4. Th. S. 343 hinlänglich bewiesen zu haben, dass alle jene Reactionen und Erscheinungen, aus welchen man auf Anwesenheit des Caseins im Blute schloss, entweder keinen sichern Beweis dafür geben oder geradezu auf Irrthümern beruhen. Aehnliches gilt vom Milchzucker; dieser ist mit Bestimmtheit auch nicht im Blute nachgewiesen worden; der Zucker des Blutes, wie wir ihn vorzugsweise im Lebervenenblute und *C. Schmidt* im Gesamtblute gefunden hatten, ist gährungsfähig; jener von *Scherer* im Muskelsaft entdeckte Zucker, der Inosit, ist zwar nicht gährungsfähig, aber seinen übrigen physischen und chemischen Eigenschaften nach durchaus verschieden vom Milchzucker; es kann also wohl als höchst wahrscheinlich angesehen werden, dass sich kein Milchzucker praeformirt im Blute findet., wenn auch nicht in Abrede zu stellen ist, dass seine Zunahme oder Abnahme in der Milch sehr abhängig ist von der Natur der genossenen Nahrungsmittel.

Dr. v. Becker hat vor Kurzem in meinem Laboratorium einige Beobachtungen gemacht, welche eine Thatsache, die man freilich kaum anders erwarten konnte, doch eigentlich erst experimentell feststellten. Bei seinen Versuchen über die Resorption des Zuckers fand er nämlich, dass bei Kaninchen, deren Euter Milch enthielt, weit mehr Zucker ins Blut geführt werden musste, damit derselbe im Harn erschien, als bei männlichen und nicht säugenden Kaninchen. Auch im Blute fand sich dann immer weit weniger Zucker, als nach der Uebereinstimmung der andern Versuche erwartet wurde. Der ins Blut übergeführte Krümelzucker musste übrigens in diesen Fällen sehr schnell von den Milchdrüsen aufgenommen worden sein.

Sprechen diese Thatsachen für die Bildung der Milch in den Milchdrüsen, so beweist die Praeexistenz einzelner Bestandtheile der Butter im Blute wenigstens nichts dagegen; denn nehmen wir auch an, dass die in der Milchdrüse verlaufenden Capillaren die Fette in einer andern Proportion durchsehen, als sie praeformirt im Blute enthalten sind, wie das nach den bei der Transsudation beobachteten Erscheinungen wohl denkbar ist: so muss es doch auffallen, dass diese Capillaren gerade für das im Blute so reichlich enthaltene und so leicht transsudirbare Cholesterin vollkommen impermeabel sind; denn in der Milch findet sich kein Cholesterin; dagegen ist es sehr fraglich, ob wahres Butyrin in normalem Blute enthalten ist. Auch die Salze gehen nicht in Folge einfacher Transsudation in die Milch über; denn man vergleiche die Zusammensetzung der Salze der Transsudate mit jener der Milchsätze, und man wird finden, dass in den letztern die Chlormetalle bei weitem nicht so überwiegend sind, als in der Transsudatasche, dass aber in jenen Kaliumverbindungen und Phosphate in weit grösserer Menge enthalten sind, als selbst in den Blutkörperchen; das Ueberwiegen der unlöslichen Phosphate in der Milch- asche wurde oben besonders hervorgehoben. Vergleicht man aber z. B. die löslichen Salze der Milch- asche mit denen der Intercellularflüssigkeit und denen der Blutkörperchen (z. B. bei Rindern), so stellt sich fast mit Nothwendigkeit heraus, dass die Blutkörperchen an der Bildung der Milch

wenigstens in Bezug auf die Salze mit Antheil nehmen, und dass ihr Uebergang in die Milch nicht der Erfolg eines einfachen Transsudationsprocesses sein kann.

Wenn der physiologische Werth der Milch so offen vor Augen liegt, dass es lächerlich sein würde, denselben hier im Allgemeinen noch darlegen zu wollen: so hat doch andererseits eine genauere Erforschung des Einflusses, welchen die einzelnen Bestandtheile dieses von der Natur selbst als Normalnahrungsmittel hingestellten Secrets auf die Ernährung des Säuglings ausüben, eine so hohe physiologische Bedeutung, dass in ihr eines der Hauptfundamente der physiologischen Chemie, der Angelpunkt des gesammten thierischen Stoffwechsels, zu suchen ist. Dies ist aber gerade der Grund, weshalb wir erst bei der Lehre von der Ernährung diese Verhältnisse ausführlicher in Betracht ziehen werden.

S p e r m a .

Die von den Hoden ausgesonderte und gewöhnlich mit dem Secrete der Prostata gemischte Saamenflüssigkeit ist schleimig, klebrig, opalisirend, farblos, nur beim Eintrocknen gelblich werdend, von eigenthümlichem Geruche, bedeutend schwerer als Wasser, neutral oder von alkalischer Reaction; frisch entleert ist sie gallertartig, wird aber nach einiger Zeit ziemlich dünnflüssig; mit Wasser gemischt bildet sie ein schleimiges Sediment; das Gemeng wird beim Kochen nicht wahrnehmbar trüber, in Alkohol gerinnt sie dagegen vollkommen.

Bei Thieren kann der Saame zur Brunstzeit in verhältnissmässig grossen Mengen gesammelt werden, wenn man ihn aus dem Vas deferens und den Saamenbläschen entlehnt; in letztern wird jedoch ein eigenthümlicher Saft secernirt, und man findet daher oft in denselben keinen eigentlichen Saamen.

*Frerichs*¹⁾ verschaffte sich grössere Mengen dadurch, dass er die Hoden frisch getödteter Thiere zerschnitt und stark auspresste.

Diese Flüssigkeit enthält die eigenthümlichsten Formelemente, die man im Thierkörper nur antrifft: die sog. *Saamenthierchen*, *Saamenfäden* oder *Spermatozoïden*. Diese Elemente, welche sich nach dem übereinstimmenden Zeugnisse der Physiologen in dem fruchtbaren Saamen aller Thiere vorfinden, haben bei den meisten derselben ziemlich ähnliche, wiewohl unterscheidbare Formen (einen runden, ovalen oder birnförmigen Knopf bildend, an welchem ein langer allmählig spitz zugehender Faden

1) *Frerichs*, Todd's Cycl. of An. and Ph. 1850. p. 680.

sitzt). Der Knopf dieser seltsamen Gebilde ist beim Menschen 0,0007—0,0013" breit und 0,0019—0,0025" lang, der Faden hat eine Länge von 0,0018 bis 0,0020". Das Eigenthümlichste dieser Gebilde ist die scheinbar spontane Bewegung, die veranlasste, dass man sie lange Zeit für Infusorien hielt; die Fortbewegung geschieht durch Beugen und schnelles Strecken des Fadens bald von der einen, bald von der andern Seite her, so dass das Molecül sich im Zickzack nach der Richtung des Knopfes bewegt. Die Beweglichkeit behalten dieselben oft lange Zeit bei, sobald der Saame aufbewahrt wird, ohne dass Verdunstung möglich ist, oder wenn sie in laues Serum, Harn, Speichel, Schleim gebracht werden; wird der Saame mit der doppelten Menge Wasser vermischt, so verliert der Faden seine Beweglichkeit und rollt sich mehr oder weniger auf (*Henle*¹⁾, *R. Wagner*²⁾). Die Beweglichkeit verlieren sie auch durch Zersetzung des Saamens, durch Weingeist, Opiumlösung und Strychnin; der Faden ist dann meist gestreckt. Durch Fäulniss werden die Spermatozoiden nur schwer zerstört; von concentrirten kohlen-sauren Alkalien werden sie aufgelöst, nicht aber durch verdünnte, durch welche sie dagegen (da diese die zwischen ihnen befindlichen Coagula oder den Schleim auflösen) oft deutlicher unter dem Mikroskop wahrnehmbar gemacht werden können. Vorsichtig geglüht hinterlassen sie nach *Valentin*³⁾ eine Asche, welche noch die ganze Form dieser Gebilde zeigt. Nach den Untersuchungen *Frerichs'* bestehen die Saamenfäden aus einer Substanz, welche dem *Mulder'schen* Proteindeutoxyd sehr ähnlich ist; ausserdem wurden darin 4% eines butterartigen Fettes, nicht oxydirter (?) Phosphor und ungefähr 5% phosphorsaurer Kalk gefunden.

Die unentwickelten Saamenfäden bestehen nach *Frerichs* aus einer albuminartigen Substanz, deren Menge sich bei fortschreitender Entwicklung vermindert. Das vollkommen entwickelte Sperma enthält aber nach demselben Forscher keine albuminartige Verbindung mehr.

Ausser den Spermatozoïden finden sich im Saamen noch andere morphologische Elemente; neben den nur sparsam vorkommenden Epithelien, Prostata- und Schleimkörperchen fand namentlich *R. Wagner* noch fein granulirte, blasse, scharf contourirte Molecüle, *Saamenkörnchen*, von 0,0016 bis 0,0100" Grösse; ausserdem feine Fettkörnchen und moleculäre Materie.

Die Zwischenzellflüssigkeit des Spermas, welche weniger in den Hoden als in den Cooper'schen Drüsen, den Saamenbläschen und der Prostata ihre Quellen hat, gelatinirt nach der Entleerung; *Henle*⁴⁾ hält die galatinirende Substanz für Fibrin, während sie *Berzelius* mit Schleim vergleicht, aber damit nicht für identisch hält. Man hat diese

1) *Henle*, Allg. Anatom. S. 949.—958.

2) *R. Wagner*, Physiol. S. 8. 49 ff. u. Todd's Cyclop. of Anat. and Phys. London 1850.

3) *Valentin*, Repertor. Bd. 1, S. 34.

4) *Henle*, a. a. O. S. 56.

Substanz *Spermatin* genannt; sie ist aber nach *Frerichs* dem Schleimstoffe sehr ähnlich; beim Kochen trübt sich die Flüssigkeit nicht; nach dem Verdunsten ist jene eiweissartige Substanz in Wasser unlöslich geworden; durch verdünnte Alkalilösung wird die durch Wasser praecipitirte Materie aufgelöst, durch concentrirte ätzende und kohlen-saure Alkalien wieder praecipitirt; der Rückstand der Flüssigkeit ist in Wasser nur theilweise löslich, zum Theil aber auch in Alkohol; durch Essigsäure entsteht aus der wässrigen Lösung ein flockiger Niederschlag, der sich in überschüssiger Essigsäure auflöst und aus dieser Lösung durch Kaliumeisen-cyanür fällbar ist; in concentrirter Salpetersäure ist dieser Niederschlag auflöslich. Da alle diese Eigenschaften mit dem Natronalbuminat (vergl. Th. 1. S. 343) übereinkommen, so darf man zwar noch nicht schliessen, dass dieser Stoff nichts andres als gerade Natronalbuminat sei: allein man ist noch weniger berechtigt, einen eigenthümlichen Stoff, ein *Spermatin* oder das bekannte Fibrin darin anzunehmen.

Die Salze des Blutserums sind im Sperma sehr leicht nachzuweisen; indessen findet sich phosphorsaurer Kalk und besonders phosphorsaure Talkerde in überwiegender Menge darin; von der Gegenwart und der Menge der letztern kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man z. B. Sperma zwischen zwei Glasplatten, die mit einem Firniss umgeben werden (wie bei der Herstellung mikroskopischer Praeparate), sich zersetzen lässt; es scheiden sich alsdann zwischen den unversehrten Spermatozoiden unzählige Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak aus; dass diese Krystalle nicht phosphorsaurer Kalk sind (wie nach *Vauquelin* viele angenommen haben), beweist die Unfähigkeit des letztern, aus organischen Lösungen zu krystallisiren (mit Apatit haben diese Krystalle weder der Form noch der Entstehung nach irgend eine Aehnlichkeit); davon aber, dass es die Krystalle des bekannten Tripelphosphats sind, kann man sich ebensowohl durch die mikroskopisch-krystallometrische als durch die mikroskopisch-chemische Analyse überzeugen. *Frerichs* fand in dem flüssigen filtrirbaren Theile des Saamens ausser ziemlich viel Chlornatrium phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien.

Die Saamen der Fische, Vögel und Säugethiere scheinen nach *Frerichs*' Untersuchungen des aus den Hoden des Karpfens, Hahnes und Kaninchens ausgepressten Saftes im Wesentlichen dieselbe chemische Zusammensetzung zu haben.

Vauquelin ¹⁾ fand im Sperma 6% organische Materie, 3% Erdphosphate und 4% Natron, also 10% fester Bestandtheile.

Rücksichtlich der Analyse des Spermas dürften nur die für die Untersuchung thierischer Flüssigkeiten allgemein gültigen Regeln zu beachten sein; bei der quantitativen Analyse möchte aber zu berücksichtigen sein, dass durch Mischen des frischen Objectes mit höchst verdünnter Ammoniakflüssigkeit die Ausscheidung organischer Materien aus der eigentlichen Flüssigkeit des Saamens verhindert werden kann und demnach

1) *Vauquelin*, Berzelius Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 634.

vielleicht durch Filtriren eine quantitative Bestimmung der Spermatozoïden und anderer Gebilde des Saamens zu erzielen sein würde. Wollte man die Extracte des Spermas genauer untersuchen, so wäre das frische mit etwas Wasser verdünnte Object jedenfalls erst mit verdünnter Essigsäure zu neutralisiren und zu filtriren, ehe man zur Verdunstung und Extraction des Rückstandes mit Wasser und Alkohol schreiten dürfte.

In medico-forensischer Hinsicht ist die dokymastische Analyse des Spermas von grosser Wichtigkeit; man hat sich daher in neuerer Zeit bemüht (*Remak*¹⁾, *Bayard*²⁾, *C. Schmidt*³⁾), Mittel anzugeben, um besonders das auf Geweben eingetrocknete Sperma von andern eingetrockneten Flüssigkeiten zu unterscheiden und mit Sicherheit nachzuweisen. Die Form der Spermatozoïden ist so charakteristisch, so verschieden von allen thierischen und pflanzlichen Gebilden, dass bei der mikroskopischen Exploration eine Verwechslung mit andern Materien unmöglich ist. Die schwere Zerstörbarkeit der Saamenfäden unterstützt die Diagnose des Saamens in thierischen Flüssigkeiten, namentlich im Harn, ausserordentlich. Bemerkenswerth ist hier nebenbei, dass saamenhaltiger Harn, wie ich wenigstens constant beobachtete, ausserordentlich leicht alkaliscirt und im schleimigen Sedimente, auch wenn wenig Saamenfäden gefunden werden, eigenthümliche, feine, lamellenartige, sehr durchsichtige Flocken zeigt. Die Diagnose des Spermas ist also in jedem Falle leicht, wo man das Object mikroskopisch ohne Weiteres untersuchen kann; es bedarf alsdann keiner chemischen Versuche, die auch leider keine Entscheidung geben könnten. Schwieriger ist es, auf Leinwand oder andern Geweben eingetrockneten Saamen zur mikroskopischen Untersuchung vorzubereiten. Wir übergehen die von *Bayard* zu diesem Zwecke empfohlene Methode, da sie zu umständlich ist, einen ziemlich geübten Analytiker verlangt und noch andre Inconcinuitäten hat, und weisen nur auf die von *Schmidt* angegebene höchst einfache Methode hin. Auf dem Gewebe ist nach *Schmidt* zunächst die Seite zu suchen, auf welcher die Befleckung stattgefunden hat; denn nur hier wird man die Saamenfäden finden; man erkennt diese Seite an dem Lichtreflex von der glänzenden Oberfläche, während die Gegenseite matt erscheint und rauh anzufühlen ist. Indem man alsdann die Spermaseite zu einem Zipfel ausdehnt, hängt man sie in ein mit Wasser halbgefülltes Uhrglas; nach 4 Stunden erwärmt man die mit einem Tropfen Ammoniak versetzte Flüssigkeit, während der befleckte Zipfel noch in dieselbe eintaucht, streicht dann etwas über die Aussenfläche hin, und untersucht die im Uhrglase befindliche Flüssigkeit mikroskopisch.

Nach *Schmidt* unterscheiden sich die Saamenflecke von allen andern z. B. durch Lochien, Vaginalschleim (syphilitischen oder nicht syphilitischen), Eiter, Tripper-

1) *Remak*, Diagnostische u. pathogen. Unters. Berlin 1845. S. 448—474.

2) *Bayard*, Ann. d'Hygiène publique. 1849. Nr. 43.

3) *C. Schmidt*, Diagnostik verdächtiger Flecke. Mitau und Leipzig 1848. S.

schleim, Nasen- und Bronchialschleim, Eiweiss, Gummi, Fett, Leim oder Kleister entstandenen Flecken dadurch, dass sie 4 bis 2 M. dem Feuer genähert fahlgelb werden, wodurch die Form der Saamenfäden bei der spätern Untersuchung sich durchaus nicht verändert findet. Andre Stoffe werden auf diese Weise grün (z. B. Vaginalschleim) oder gar nicht gefärbt; die von thierischen Substanzen herrührenden Flecke sind entweder durch ihre morphologischen Elemente oder durch ihren Eiweissgehalt nach dem Aufweichen sehr leicht diagnosticirbar. Die reinen Fett-, Gummi- oder Kleisterflecke wird wohl Niemand mit Spermaflecken verwechseln können.

Die Genesis des Spermas ebenso wie seine physiologische Bedeutung gehören vollkommen der Histologie und Physiologie an.

Eiflüssigkeiten.

Während die glänzendsten Entdeckungen der Physiologen vorzugsweise aus den Forschungen über das Ei und seine morphologischen Elemente, seine Entwicklung und Umgestaltung hervorgegangen sind, hat von Seiten der Chemiker die Untersuchung der Zusammensetzung und Beschaffenheit des Thiereis und seiner Bestandtheile noch wenig Beachtung gefunden, und gewiss nicht ganz mit Unrecht; denn es waren bisher erst noch weit zugänglichere Gebiete zu durchforschen, weit fruchtbarere Felder zu cultiviren, die eine weit reichlichere Ernte versprachen, als man sie nach dem bisherigen Stande der Wissenschaft durch Untersuchung dieses Gegenstandes sammeln zu können hoffen durfte. Es fehlten aber für die Erforschung der Eibestandtheile selbst noch die Mittel und nothwendigen Voruntersuchungen, ohne welche eine gedeihliche Bearbeitung dieses Gegenstandes, die der Wissenschaft im Allgemeinen oder den bereits gemachten Entdeckungen der Histologie einigermaassen entsprochen hätte, sicher nicht zu erwarten stand. So ist z. B. die Lehre von den Fetten heute allerdings zu einem gewissen Abschlusse gekommen; allein noch sind viele thierische Fette und namentlich ihr Verhältniss zu den Lipoïden völlig unbekannt. Dass aber die Fette im Ei bei dessen Entwicklung und Umbildung eine höchst wichtige Rolle spielen, das deuten wenigstens die Forschungen der Physiologen an. Besonders dunkel ist noch das chemische Gebiet der phosphorhaltigen Materien, die sich, wie es scheint, ebenso constant im Ei als im Gehirn und Nervenmarke vorfinden.

Von der Mangelhaftigkeit unsrer Kenntnisse über die Proteïnkörper ist schon oft die Rede gewesen. Dass in den Eiflüssigkeiten neben den Fetten auch andre stickstofflose Materien und namentlich Zucker vorkommen, das hat man bis auf die neueste Zeit kaum zu praesumiren gewagt.

Unter Eiflüssigkeiten versteht man gewöhnlich auch jene Flüssigkeiten, die sich erst mit der Entwicklung des Embryo bilden; von diesen

wird an diesem Orte nicht die Rede sein, da wir auf den Liquor Amnios schon unter den »Transsudaten« Rücksicht genommen haben, über den Liquor Allantoidis aber unter »Harn«, über die Vernix caseosa unter »Häutabsonderung« und über die Gelatine Whartoniana unter »Schleim« gesprochen werden wird.

Weil die Eier der meisten Thiere entweder sehr klein sind oder sehr schwer in hinreichender Menge erlangt werden können, so wurden bis jetzt fast nur die Eier der Hühner und der Karpfen genauer untersucht. Da nach *Gobley's* Untersuchungen¹⁾ die Bestandtheile der Eier beider Thierclassen fast völlig identisch sind, so lässt sich annehmen, dass wir nach der Zusammensetzung der Hühnereier mit einigem Rechte auf die der Eier aller übrigen Thiere schliessen dürfen.

Es ist bekannt, dass man in den Eiern der meisten Thiere keine solche Eiweisshülle, wie bei den Vogeleiern, sondern nur eine dem Dotter entsprechende, von einer Membran eingeschlossene Flüssigkeit gefunden hat. Beginnen wir daher mit der Betrachtung des Eidotters, dessen Constitution wir also nur nach den an Hühnereiern angestellten Versuchen kennen. Die Dotterflüssigkeit der Hühnereier ist eine sehr zähe, dicke, kaum durchscheinende, bald gelbroth, bald schwefelgelb gefärbte Flüssigkeit, ohne Geruch, von schwachem, aber eigenthümlichem Geschmacke, bildet mit Wasser eine weisse, emulsive Flüssigkeit, bläut geröthetes Lackmus, erstarrt beim Kochen zu einer leicht zerreiblichen Masse, wird in kaltem Alkohol coagulirt; giebt beim Schütteln mit Aether an letztern ein röthlich- oder bernsteingelb gefärbtes Fett ab, während eine zähe weisse Masse sich ausscheidet.

Betrachtet man Dotterflüssigkeit unter dem Mikroskope, so erblickt man eine breiartige, aus sehr feinen Körnchen (von nicht messbarem Durchmesser) bestehende Masse, in welcher die sogenannten Dotterkugeln und Fettblasen der verschiedensten Grösse schwimmen; letztere zeichnen sich durch eine minder intensiv gelbe Farbe aus und sind von einer Lage jener feinen Körnchen bedeckt, während die Dotterkugeln von einer Hülle umgeben sind, die wie mit Körnchen bestreut ist. Lässt man unter dem Mikroskope Salmiak oder andre neutrale Alkalisalze auf das Dotter einwirken, so verschwinden die Körnchen fast vollständig und es bleiben nur scharf contourirte, glänzende Fettkugeln zurück, neben den etwas verzerrten, oval, gurken- oder spindelförmig gewordenen Dotterzellen; an letztern kann noch eine sehr schwach granulirte Hüllmembran wahrgenommen werden; eine ähnliche Verzerrung der Dotterzellen wird auch durch verdünnte Essigsäure hervorgebracht, welche jedoch die suspendirte Materie nicht auflöst. Lässt man dagegen concentrirte Essigsäure oder verdünnte Kalilauge auf das Dotter einwirken, so verschwinden auch die Hüllen der Dotterkugeln, während neben dem

¹⁾ *Gobley*, Compt. rend. T. 24, p. 766—769; Journ. de Phys. et de Chim. 3. Sér. T. 44, p. 409—417 et T. 42, p. 513; Journ. de Chim. médic. T. 6. p. 67—69.

gelbgefärbten Fett nur eine sehr fein granulirte Materie sichtbar bleibt. Die Dotterkugeln verhalten sich also ganz ähnlich den Milchkugeln (vgl. oben Th. 1. S. 357); es findet hier nur der wesentliche Unterschied statt, dass aus dem Dotter auch ohne Anwendung von Essigsäure, Kali, Salmiak u. dergl. das Fett vollständig extrahirt werden kann; schneller geschieht dies allerdings nach Anwendung von Salmiak oder ähnlichen Mitteln. Betrachtet man das mit Aether möglichst entfettete Dotter unter dem Mikroskop, so findet man die Körnchen nicht mehr fein vertheilt, sondern zu grössern Klümpchen oder Haufen conglomerirt; durch Salmiak, Essigsäure und Aetzkali werden diese Klümpchen zum grössten Theil aufgelöst, und es bleiben nur sehr feine, matt erscheinende Körnchen und Flöckchen noch übrig, welche der Flüssigkeit im Ganzen ein opalisirendes oder molkenähnliches Ansehn ertheilen.

Vor 10 Jahren habe ich ziemlich zahlreiche Versuche über die Constitution der Eiflüssigkeiten und über die bei der Bebrütung vor sich gehenden Veränderungen angestellt, deren Veröffentlichung ich unterliess, da nach dem damaligen Stande der Wissenschaft die Hauptfragen, die ich mir gestellt hatte, unbeantwortet bleiben mussten; ich bin seitdem leider nicht wieder auf diesen Gegenstand zurückgekommen, was ich um so mehr bedaure, als jene mit den damals noch so unzureichenden Mitteln von einem Anfänger angestellten Versuche nicht einmal recht benutzbar sind zur Kritik der neuern von *Gobley* angestellten Versuche, an denen sicher so manches nicht stichhaltig ist.

Die Eier der Amphibien und Fische enthalten sogenannte Dotterplättchen, Täfelchen theils quadratischer theils anderer krystallinischer Form, oft von deutlich geschichtetem Aussehn. Diese Körper wurden von den Histologen, denen jene schon seit längerer Zeit (unsers Wissens durch *Bergmann*¹⁾ bekannt waren, meistens für Fett und zwar für Stearin angesehen. *Virchow*²⁾ hat dieselben jüngst genauer mikrochemisch untersucht und nachgewiesen, dass sie keines der bekannten Fette sein können, sondern wahrscheinlich eine neue Substanz, die manche Aehnlichkeit mit den Proteinkörpern besitzt, namentlich in ihrem Verhalten gegen Salpetersäure und das *Millon*'sche Reagens. In Aether und kochendem Alkohol bleiben diese Plättchen nach *Virchow* ungelöst; dagegen quellen sie dadurch stark auf, werden blass und zerplatzen zu weilen zu einzelnen Stücken; ebenso verhalten sie sich nach *Virchow* gegen Essigsäure, verdünnte Mineralsäuren und Alkalien, Chloroform, Glycerin u. s. w. Die quadratischen Tafeln werden dadurch oblong, oft eiförmig, ja wurstförmig. In concentrirter Essigsäure oder ätzenden Alkalien lösen sie sich mit Zurücklassung kleiner häutiger Partikeln oder grosser blasser Flocken auf.

Ueber die Constitution der sphaerischen, zellenartigen Fettkörper des Dotters lässt sich nichts Näheres bestimmen, da es weder ein mechanisches noch ein chemisches Mittel giebt, diese vollständig von der Intercellularflüssigkeit zu trennen.

Ihr Inhalt besteht, soviel man bis jetzt schliessen kann, fast nur aus Fett; hauptsächlich dürften diesem aber die phosphorhaltigen Materien des Dotterfettes beigemischt sein; darauf deutet wenigstens folgende Erfahrung hin: schüttelt man Dotter wiederholt mit Aether, so enthalten die zuerst durch Aether extrahirten Fettportionen nur sehr wenig oder

1) *Bergmann*, Müller's Arch. 1844. S. 89.

2) *Virchow*, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 4, S. 236—244.

gar keine Phosphorsäure liefernde Substanz, während die Portionen Fett, welche später durch Schütteln mit Aether dem Dotter entzogen wurden, beim Einäschern sehr viel saure phosphorsaure Alkalien und Kalk geben. Hat man Dotter vorher mit Salmiak, Essigsäure oder Kali versetzt, so ist ein solcher Unterschied im Phosphorgehalte der früher oder später extrahirten Fettportionen nicht wahrzunehmen. Wären die Hüllenmembranen der Dotterkugelchen für Aether ganz impermeabel (auch die der Milch sind es nicht vollkommen, auch sie werden durch Aether verzerrt, jedoch ihrem Inhalte weit weniger Fett entzogen, als unter gleichen Verhältnissen den Dotterkugelchen), so würde durch reinen Aether nur phosphorfreies Fett, nach Behandlung mit Salmiak u. dergl. aber phosphorhaltiges extrahirt werden.

Neben dem phosphorfreien und phosphorhaltigen Fett dürften auch in diesen Zellengebilden, in denen ich wenigstens keinen Kern oder etwas dem ähnliches entdecken konnte, hauptsächlich die Pigmente des Dotters angehäuft sein; wenigstens wird man die Dotterzellen besonders nach Behandlung mit Salmiak immer intensiver gelb gefärbt finden, als die hüllelosen Fettblasen; allerdings sind jene in der Regel viel grösser als diese und müssen daher auch farbiger erscheinen, allein einzelne der Fettbläschen sind entschieden farblos. Diesen Erfahrungen nach dürften also die Dotterkugelchen mitten inne stehen zwischen den Milchkugelchen und Blutkörperchen; der Fettreichthum stellt sie näher den ersteren, der Gehalt an Phosphorsäure und an eisenhaltigem Pigment rückt sie den Blutkörperchen näher.

Da wir die chemischen Bestandtheile der Dotterkugelchen von denen der Intercellularflüssigkeit noch nicht streng zu sondern verstehen, so werden wir die Elemente des Dotters unmittelbar neben einander betrachten.

Es ist bereits im 4. Th. S. 352 ff. von dem wesentlichsten albuminösen Bestandtheile des Dotters, dem Vitellin, die Rede gewesen. Wir sahen daselbst, dass dieser Körper für jetzt wenigstens nicht füglich als verschieden von Casein betrachtet werden konnte.

In 100 Th. Dotterflüssigkeit fand ich 13,932% solchen Caseins (aus der Salmiaklösung durch Essigsäure gefällt); die Menge der in Salmiaklösung unlöslichen Materie (Hüllenmembranen) betrug nur 0,459%.

An Eiweiss im Eidotter, welches sich in reinem Wasser auflöste (vergl. Th. 4. S. 353), fand ich 2,841% in der Dotterflüssigkeit, an solchem dagegen, welches mit dem Casein ungelöst geblieben war und erst nach der Fällung des Caseins durch Essigsäure quantitativ bestimmt wurde 0,892%.

Prout fand an sog. Vitellin (also Casein + Albumin + Hüllenmembranen) im Eidotter = 17%, *Gobley* = 15,76%.

Neben den erwähnten Proteinkörpern finden sich im Eigelb der Fische sowohl als der Vögel eine Anzahl in Aether löslicher Substanzen, welche Fette sind oder wenigstens bei ihrer Zerlegung saure und neutrale

Fette liefern und zwei Farbstoffe aufgelöst enthalten. Die Gesamtmenge dieser in Aether löslichen Materien fand *Prout* 29%, *Gobley* 30,468%, ich durchschnittlich 31,146%. Ein Schwefelgehalt im Eidotterfett ist weder von *Gobley* noch von mir aufgefunden worden; weder die alkoholische Lösung des Eidotterfettes noch das Wasser, womit man dasselbe erwärmt hat, röthet Lackmus.

Zunächst stossen wir bei Untersuchung dieser Fette auf Elain und Margarin, deren Menge *Gobley* zu 21,304% berechnet.

Allgemein hat man einen Gehalt von Cholesterin im Eierdotter angenommen und *Gobley* hat ihn sogar quantitativ zu bestimmen gesucht und zu 0,438% berechnet. Ganz entschieden ist aber dessen Gegenwart keineswegs nachgewiesen, obwohl selbst der Schmelzpunkt des von *Lecanu* aus dem Eieröl dargestellten unverseifbaren Fetts ($= + 145^{\circ}$) mit dem des Cholesterins übereinstimmt. Ich habe mich wenigstens weder durch Messung der Winkel der Krystalle, die man für Cholesterin gehalten hat, noch durch andre Mittel von der Gegenwart wahrhaften Cholesterins überzeugen können; die Krystalltafeln dieses Körpers bilden grösstentheils nicht Rhomben, sondern parallelipedische Blätter, deren Winkel von denen des Gallenfetts verschieden sind; während die Cholesterintafeln meist einspringende Winkel bilden, sind bei diesen langen Tafeln die spitzen Winkel schief abgestumpft; aus alkoholisch-aetherischer Lösung scheiden sich diese bei langsamem Verdunsten in schönen federfahnenartigen Gruppen ab. Die Krystalle schmelzen leichter als die des Gallenfetts. Dass sie sich auch in kaltem Alkohol leicht zu lösen scheinen, wenn sie noch mit Eidotterfett gemengt sind, würde kein Beweis für ihre Nichtidentität mit dem Cholesterin sein, da das letztre bekanntlich sich bei Gegenwart von öligen Fetten und Seifen auch in kaltem Alkohol leicht auflöst.

Zweifelhaft ist es mir geblieben, ob im frischen Dotterfett Margarinssäure und Oelsäure enthalten sind; in solchem, welches einige Zeit an der Luft gestanden hat, sind diese Säuren unverkennbar nachzuweisen. *Gobley* behauptet, dass beide Säuren sich erst durch Zersetzung eines indifferenten Stoffs, den er neuerdings *Lecithin* nennt, neben Phosphoglycerinsäure bilden.

Dieses *Lecithin* ist von *Gobley* nicht im isolirten, völlig reinen Zustande dargestellt worden; es scheidet sich aus dem aetherischen Auszuge des trocknen Eidotters beim Verdunsten des Aethers zuerst aus und zwar unter der Form einer *Matière visqueuse*, auf deren Untersuchung *Gobley* einen sehr hohen Werth legt, während bei den meisten andern Fetten sich unter ähnlichen Verhältnissen ebenfalls eine physisch ähnliche, aber chemisch sehr verschiedene *Matière visqueuse* absetzt; etwas Eigenthümliches habe ich gar nicht daran finden können, denn jedes andre ölige Fett scheidet unter übrigens günstigen Verhältnissen eine ähnliche Masse ab, die wesentlich aus viel Margarin und etwas Elain besteht. Richtig ist aber, dass die phosphorsäurehaltige Substanz sich in dem Theile des Fet-

tes befindet, welcher sich zuerst aus der verdunstenden Aetherlösung absetzt. Diese Substanz, gemengt mit Elaïn und Margarïn und noch mit einer andern Materie, die *Gobley Cerebrin* nennt, ist nach seinen neuern Untersuchungen ein durchaus neutraler Körper, welcher durch Behandlung mit Mineralsäuren (weit schwieriger durch organische Säuren) oder mit Alkalien, sowohl in wässriger als alkoholischer Lösung, selbst auch bei Ausschluss des atmosphärischen Sauerstoffs neben Oelsäure und Margarïnsäure Phosphoglycerinsäure liefert. An Lecithin fand *Gobley* im Eidotter 8,426%.

Das Cerebrin wird erhalten, wenn man die Matière visqueuse mit Alkohol und einer Säure versetzt und ruhig stehen lässt; es scheidet sich dann als weisse, weiche Masse ab, welche der *Fremy'schen* Cerebrinsäure oder Oelphosphorsäure entspricht; dieselbe ist ebenfalls neutral, stickstoff- und phosphorhaltig, quillt in Wasser wie Stärke auf, schmilzt bei höherer Temperatur; im isolirten Zustande ist sie in Aether unlöslich, leicht löslich in Alkohol, verbindet sich leicht mit Metalloxyden; bei wiederholtem Auflösen in Weingeist verliert sie phosphorsauren Kalk und rüthet Lackmus.

Farbstoffe wurden schon von *Chevreur* zwei im Eidotter entdeckt, ein gelber und ein rother; beide lassen sich durch kalten Alkohol ausziehen; der rothe eisenhaltige ist in Aether schwerer löslich als der gelbe eisenfreie; im fettfreien Zustande scheinen sie übrigen beide in Aether so gut wie unlöslich zu sein; indessen sind beide noch wenig untersucht.

Ob die organische Säure, welche sich in dem Eidotter vorfindet, Milchsäure sei, ist sehr zweifelhaft; wenigstens ist ihre Gegenwart durch das wenige, was *Gobley* anführt, keineswegs erwiesen.

Obgleich *Gobley* sich überzeugt hat, dass die phosphorhaltigen Bestandtheile des Eidotters nicht an Ammoniak gebunden sind, so nimmt er doch noch einen Gehalt von 0,034% Salmiak im Eigelb an.

An Mineralstoffen findet man in der Asche des Eigelbs die gewöhnlichen Salze thierischer Substanzen, allein in ganz andern Proportionen, als man sie sonst zu finden pflegt: die Kaliumverbindungen überwiegen bedeutend die Natriumverbindungen, Chlormetalle fehlen nach *Poleck*¹⁾ gänzlich, dagegen fanden *H. Rose*²⁾ und *Weber* neuerlich, dass in dem Eidotter allerdings etwas Chlornatrium (= 9,12% der unorganischen Materien) nachweisbar ist, sobald die organische Materie weder durch Verkohlen noch durch Einäschern zerstört worden ist. Nur Phosphate und zwar einbasische sind in der nach *Rose's* älterer Methode bereiteten Asche zu entdecken; *Poleck* fand daher 66,7 bis 67,8% Phosphorsäure in derselben, *Weber* 70,92%. Ausserdem findet sich etwas Eisenoxyd (1,45% der Asche) und eine geringe Menge Kieselsäure (= 0,55%) in der Asche des Eigelbs. Jedem, der der oben angeführten Zusammen-

1) *Poleck*, Poggend. Ann. Bd. 79, S. 455—461.

2) *Rose*, ebendas. S. 398—429.

setzung der Blutkörperchen eingedenk ist, wird hier die grosse Analogie zwischen der Natur der Blutzellensalze und des Eigelbs auffallen; wir werden sogleich sehen, dass dagegen die Zusammensetzung der Salze des Albumins der Hühnereier sich in ähnlicher Weise der der Serumsalze anschliesst.

Wir wiederholen, dass *Gobley* ganz dieselben Stoffe, sogar fast in gleicher Proportion, in den Eiern der Fische gefunden hat, welche, wie die der meisten Thiere, nur aus Dotter bestehen und nicht mit einer besondern Eiweisschicht umgeben sind.

In 30 Eiern fand ich 466,2 grm. Dotter; demnach würde ein Hühnerei durchschnittlich 15,54 grm. Eigelb enthalten; *Poleck* erhielt aus 29 Eiern = 427,364 grm., wornach durchschnittlich ein Ei 14,75% Dotter enthalten würde. Der Wassergehalt des Dotters frischer Eier ist ziemlich wechselnd; er schwankt zwischen 48 und 55%. An anorganischen Materien fand *Poleck* in dem Eidotter = 1,523%.

Knüpfen wir hieran sogleich leichtern Vergleichs halber die quantitativen Verhältnisse, welche das Albumen der Hühnereier betreffen. In 30 Eiern fand ich 690,3 grm., also durchschnittlich in einem Ei 23,04 grm. Albumen; *Poleck* in 29 Eiern = 719,742 grm., also in einem = 24,8 grm. Auch der Gehalt des Eiweisses an Wasser ist sehr variabel, schwankt zwischen 82 und 88%. Durchschnittlich fand ich im frischen Albumen = 13,316% fester Bestandtheile. An *anorganischen Bestandtheilen* enthält das Albumen 0,64 bis 0,68% (*Poleck* 0,65%). In dem getrockneten Albumenrückstande fand ich durchschnittlich 3,042% schmelzbarer Asche.

In der Asche des Albumens sind die *löslichen Salze* bedeutend überwiegend über die *unlöslichen*, während in der Asche des Dotters das Umgekehrte der Fall ist; das Plus der löslichen in der Albumenasche rührt hauptsächlich von dem nicht unbedeutenden Gehalte an Chlormetallen = 50,45% (nach *Poleck* = 41,92% Chlorkalium und 9,46% Chlornatrium) her. An Säuren gebundenes Natron findet sich im Eiereiweiss in weit grössrer Menge als im Eidotter (in ersterem nach *Poleck* und *Weber* 23,04%, in letzterem = 5,12 oder 5,70%), während die Verhältnisse der Kalisalze gerade umgekehrt sind (im Albumen = 2,36% Kali, im Dotter = 8,93 oder 8,60%). Phosphorsäure kommt in der Albumenasche nur in sehr geringer Menge vor (= 4,83%); dagegen findet sich hier auch Kohlensäure (11,6 und 14,05%) und etwas Schwefelsäure (= 1,40 und 2,63%). Kieselsäure findet sich fast in derselben Menge in der Asche des Albumens (= 0,49%) wie in der des Dotters, Eisenoxyd dagegen in geringerer Menge (= 0,34 und 0,44%), so auch Kalk und Talkerde (1,74% Ca und 1,60% Mg), wogegen in der des Eigelbs die sechs- bis siebenfache Menge derselben und zwar mit Ueberwiegen des Kalks gefunden wurde (= 12,21% Ca und 2,07% Mg). Alle diese Verhältnisse deuten auf eine bestimmte, gewiss nicht zwecklose Vertheilung der anorganischen Materien in der Zelle und der Intercellularflüssigkeit des thierischen Körpers, ein

Gesichtspunkt, der uns für die Betrachtung der Entwicklungsgeschichte (im 3. Th.) von hoher Bedeutung sein wird.

Dass im Eiweiss, so wie man es unmittelbar aus frischen Eiern erhält, bereits kohlensaure Salze enthalten sind, davon kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man etwas Eiweiss unter dem Mikroskop mit Essigsäure versetzt; es ist dann eine oft ausserordentlich bedeutende Luftentwicklung wahrzunehmen. Die Quantität dieser präformirten kohlensauren Salze scheint aber sehr verschieden zu sein und ist vielleicht abhängig von der längern oder kürzern Zeit, welche die Eier an der Luft gelegen haben, durch deren Kohlensäure möglicher Weise dem Natronalbuminat ein Theil der Basis entzogen worden sein kann.

Freie Gase sind im Albumen und im Dotter so gut enthalten, wie in allen thierischen Flüssigkeiten.

An Albumin (unter den Th. 4. S. 322 angegebenen Vorsichtsmaassregeln bestimmt) findet sich meinen Untersuchungen nach im frischen Eiweiss = 42,274%, im getrockneten Eiweiss = 92,293%. Ueber den Unterschied zwischen dem Albumin der Eier und dem des Blutersums vergleiche man Th. 4. S. 316.

Das Eiweiss der Eier ist keineswegs fettfrei, wenn auch die Menge des Fettes ausserordentlich gering ist. Betrachtet man frisches Eiereiweiss unter dem Mikroskop, so entdeckt man hie und da kleine in 3 und 4 Zacken oder Spitzen auslaufende Körnchen, die der mikrochemischen Untersuchung nach nichts weiter, als Fett sein können und zwar Margarin. Extrahirt man ferner getrocknetes Eiereiweiss mit Aether, so erhält man zuweilen eine lichthimmelblaue Lösung, jedoch nicht immer; das Fett, welches nach Verdunstung des Aethers zurückbleibt, besteht aus Elaïn und Margarin, enthält aber auch ölsaures und margarinsaures Natron, wenn alkoholhaltiger Aether zur Extraction angewendet wurde; es wird aus alkoholischer Lösung durch essigsäures Bleioxyd gefällt; für sich eingäschert hinterlässt es eine alkalisch reagirende, mit Säuren aufbrauende Asche.

Es ist bereits Th. 4. S. 274 nachgewiesen worden, dass das gewöhnliche Albumen normal Zucker enthält; einigen Bestimmungen nach fand ich die Menge des in 100 Th. trocknen Eiweissrückstandes enthaltenen Zuckers = 0,5% (aus der bei eingeleiteter Gährung entwickelten Kohlensäure bestimmt).

Die Zahl der nach Abzug der Fette, des Zuckers und der Salze bestimmten extractiven Materien des Albumens ist ziemlich gering; ich fand im festen Rückstande desselben 3,443%.

Es ist bemerkenswerth, dass in das Alkoholextract so wie in das Wasserextract, wenn man das Eiweiss vorher nicht neutralisirt, etwas Natronalbuminat mit übergeht, und dadurch leicht eine scheinbar grössere Menge an Extractivstoffen erhalten werden kann; die an Alkali gebundene Essigsäure des alkoholischen Extractes wurde daher bei der Bestimmung der Extractivstoffe mit abgezogen.

Wenn das Eiweiss der Eier auch eines der gewöhnlichsten Objecte ist, welches zu Untersuchungen verwendet wird, so existirt doch noch

keine genaue Analyse desselben; es sind aber zu seiner Analyse einige Vorsichtsmaassregeln nothwendig, die man bisher unterlassen hat zu beachten. Das gallertartige Eiweiss, wie man es aus frischen Eiern erhält, ist nicht bloss ein durch Wasser aufgequollenes Albumin oder Natronalbuminat nebst anhängendem Fett und eingemengten löslichen Stoffen, sondern es enthält auch unlösliche membranöse Theile; hierzu gehören nicht bloss die Chalazen, sondern auch feine, texturlose, nur schwach granulirte Häutchen, welche das Albumin nach verschiedenen Richtungen hin durchkreuzen und so einhüllen, dass es nach vorsichtiger Entfernung aus dem Ei immer noch eine ziemlich cohaerente Masse ausmacht. Diese feinen Membranen haben dieselbe lichtbrechende Kraft, wie das in ihnen eingeschlossene Eiweiss; daher werden sie erst auf Zusatz von Wasser sichtbar. Man darf aber nicht glauben, dass alle die Flocken, welche sich nach Mischung des Albumens mit Wasser ausscheiden, nur die vorher unsichtbaren Membranen sind; es trennt sich nämlich auch das Natronalbuminat der Eier gleich dem des Blutserums durch starke Verdünnung mit Wasser in ein alkalireicheres Albuminat und in ein alkaliarmes Albumin; das letztere vermehrt die unlöslichen Theile des mit Wasser versetzten Albumens. Man kann sich hiervon sehr leicht überzeugen, wenn man so behandeltes und von ausgeschiedenen Flocken fast weiss und undurchsichtig gewordenes Eiweiss mit einem wenn auch nur neutral reagirenden Alkalisalze, z. B. Chlornatrium, Salmiak und dergl., versetzt; ein sehr grosser Theil der Trübung verschwindet alsdann und man erkennt in dem noch ungelöst gebliebenen unter dem Mikroskop nur noch die Ausläufer der Chalazen und die membranösen Theile. Will man daher im Eiereiweiss das eigentliche *Albumin* genauer bestimmen, so muss eine im verschlossenen Gefässe gewogene Menge frischen Albumens mit Wasser in einer Reibschale gehörig zusammen gerieben werden; dann ist das gewässerte Albumen in ein Cylinderglas zu spülen und mit der 45- bis 20fachen Menge Wassers zu verdünnen. Ohne diese starke Verdünnung ist die Eiweisslösung kaum filtrirbar, und selbst dann oft nicht im Sommer bei hoher Temperatur, wo Byssus- und Vibrionenbildung nur zu schnell eintritt. Ist die ganze Flüssigkeit erst auf das Filter gebracht, so ist es räthlich, den Rückstand ohne Weiteres mit salmiakhaltigem Wasser zu behandeln und dann erst vollständig auszuspülen. Der Salmiak löst nicht bloss das durch Wasser praecipitirte Albumin auf, sondern er bewirkt auch, dass beim darauf erfolgenden Kochen der filtrirten Flüssigkeit das Albumin vollständig coagulirt wird; es vertritt die Stelle der sonst empfohlenen Essigsäure, indem sich Chlornatrium und Ammoniakalbuminat bildet, welches letztere beim Kochen das Ammoniak verliert, vollständig gerinnt und ein gut filtrirbares Coagulum bildet.

Das Fett des Eiweisses, ebenso die sog. *Extractivstoffe* und der *Zucker* sind nach den oft erwähnten Methoden nachzuweisen und quantitativ zu bestimmen.

Der Gehalt an praeformirtem *kohlensauren Alkali* ist auf dieselbe

Weise, wie wir sie beim Blute und den Transsudaten (vergl. S. 284) angegeben haben, zu ermitteln; kennt man diesen, so lässt sich leicht auch ein Mittel finden, um das an Albumin gebundene Alkali zu berechnen. Leider fallen aber wegen des verschiedenen Gehalts einzelner Eier an kohlensauren Alkalien und an mit Albumin verbundenem Alkali die einzelnen Bestimmungen so verschieden aus, dass sich ein bestimmtes Verhältniss von Alkali zu Albumin und von kohlensaurem Alkali zu Natriumalbuminat noch nicht hat ermitteln lassen.

Die Analyse der Dotterflüssigkeit hat auch ihre Schwierigkeiten, die zum Theil nicht gänzlich zu überwinden sind. Was zunächst die Dotterkügelchen betrifft, so sind diese auf mechanischem Wege um so weniger von der übrigen Flüssigkeit zu trennen, als neben ihnen noch die freien Körnchen ungelösten Dottercaseins und freie Fettbläschen vorkommen. Als den besten Weg der Analyse habe ich noch folgenden gefunden; wie bei allen andern Flüssigkeiten ist zunächst deren fester Rückstand und der Salzgehalt desselben zu bestimmen; letzterer aber auf keine andere Weise, als nach der ältern Methode von *Rose* oder mit Zusatz von Baryt nach *Strecker's* Angabe, da man ohne solche Vorsicht unfehlbar eine Menge Phosphorsäure durch die nothwendig starke und anhaltende Glühhitze beim Einäschern verlieren würde. Will man die albuminösen Bestandtheile der Dotterflüssigkeit einigermaassen genau bestimmen, so muss natürlich das unverletzte Dotter vorher von anhaftender Eiweissflüssigkeit durch oft wiederholtes aber schleuniges Abspülen befreit worden sein. Die ausgelaufene sehr leicht eintrocknende Dotterflüssigkeit ist nach dem Wägen mit Aether zu schütteln, so lange als sich dieser nur noch schwach gelblich färbt. Die rückständige wässrig albuminöse Flüssigkeit bildet dann einen dichten, weissen Brei; dieser wird mit Wasser geschüttelt, welches einen grossen Theil eiweissartiger Materie in sich aufnimmt; dessen Menge wird durch Kochen u. s. w. bestimmt und die vom Coagulum abgelaufene Flüssigkeit abgedampft, der Rückstand mit Alkohol extrahirt und somit die Menge des Wasser- und Alkoholextracts ermittelt, dies jedoch nur als Controle der andern Methode, wornach die Menge der Extracte aus dem festen Rückstande der Gesammtflüssigkeit bestimmt wird.

Von den albuminösen Bestandtheilen des Dotters bleibt aber eine sehr grosse Menge in Wasser ungelöst, nämlich Casein und etwas alkali-freies Albumin; diese sind nun mit verdünnter Salmiaklösung zu behandeln, von welcher die unter dem Mikroskop sichtbaren Körnchen des Dotters, das Casein, und das durch Wasser praecipitirte Albumin, gelöst werden. Die Lösung dieser Stoffe wird erhitzt, wodurch das Albumin gefällt wird, die hiervon abfiltrirte caseinhaltige Flüssigkeit aber vorsichtig mit verdünnter Essigsäure versetzt und so das Casein gefällt oder umgekehrt erst das Casein durch Essigsäure und dann das Albumin nach Neutralisation der Essigsäure mittelst Ammoniak durch Kochen praecipitirt. Um jedoch alle Proteinsubstanz aus der Flüssigkeit zu entfernen,

ist es nöthig, dass die filtrirte Flüssigkeit zur Trockenheit verdunstet und der Rückstand durch Auslaugen mit kaltem Wasser von Salmiak und essigsauerm Ammoniak befreit werde. Uebrigens erinnern wir hier nur an die früher (S. 191) gegebene Regel, dass alle albuminösen Stoffe nach vollendetem Aussüssen mit Wasser auch noch mit siedendem Spiritus zu behandeln sind, damit ihnen noch anhaftende, in Wasser unlösliche, in Alkohol aber lösliche Stoffe entzogen werden können. Beim Dottercasein ist dies um so nöthiger, da dieses, auf die oben genannte Weise erhalten, selten ganz fettfrei ist.

Die in Salmiakwasser unlöslichen, weissen Flocken, welche hauptsächlich aus den *Hüllenmembranen* der Dotterkugeln bestehen, sind mit destillirtem Wasser zur Entfernung des Salmiaks auszuwaschen, zu trocknen und zu wägen.

Die Bestimmung des *Zuckers* geschieht aus dem fettfreien Alkohol-extracte durch Gährung oder die Fehling-Trommer'sche Methode.

Milchsäure, wenn solche wirklich vorhanden, dürfte sich bei der höchst geringen Menge, in der sie sich nur vorfinden kann, kaum quantitativ bestimmen lassen.

Um die Menge des *Fettes* und der *phosphorhaltigen Materien* der Dotterflüssigkeit zu bestimmen, muss diese verdunstet und bei 110° getrocknet worden sein, ehe man sie mit Aether extrahirt. Eine genaue Trennung der verschiedenen in Aether gelösten Substanzen ist bis jetzt nicht möglich; doch werden wir auf die Methoden, die phosphorhaltigen Substanzen von den Fetten, fettsauren Salzen und Lipoïden einigermaassen zu trennen und quantitativ zu bestimmen, ausführlicher bei Betrachtung der Hirnmasse und des Nervenmarks zurückkommen, da dort noch die phosphorhaltigen Materien unsre besondere Beachtung erfordern. Auf die Methode, die neutralen Fette von den Fettsäuren zu unterscheiden und zu trennen, ist im Allgemeinen schon Th. 1, S. 231 hingewiesen worden.

Was den physiologischen Werth der einzelnen Bestandtheile des Dotters betrifft, so ist es gewiss kein voreiliger Schluss, wenn wir im Ei die thierischen Substanzen fertig zur Zellen- und Gewebsbildung abgelagert glauben, und wenn wir später (im 3. Th.) unsre Anschauung von der Umwandlung der Nährstoffe in organisirte Materien hauptsächlich mit auf die Constitution der Eiflüssigkeit und die Entwicklung des Embryo in derselben begründen.

S c h l e i m .

Kaum dürfte irgend eine andere thierische Flüssigkeit in der ganzen Säftelehre noch so wenig wissenschaftlich erforscht sein, als der Schleim. Die Gründe dieser traurigen Thatsache sind indessen sehr leicht einzu-

sehen. Zuvörderst ist an sich der Ausdruck Schleim ein sehr vager Begriff; man hat zwar gesagt, das Secret der Schleimbäute sei nur als Schleim zu betrachten; indessen finden wir auch unter gewissen Verhältnissen im thierischen Organismus einen limpiden, zähen Saft, der alle Charaktere des Schleimes an sich trägt, ohne von einer wahren Schleimhaut mit sog. Schleimfollikeln secernirt zu sein. Wir erinnern nur an den schleimigen Inhalt gewisser Cystenbildungen, der nach den Untersuchungen *Virchow's*¹⁾ und *Rokitansky's*²⁾ alle Reactionen giebt, die man dem normalen Schleime als einigermaassen charakteristisch zuschreiben kann. Mehrere colloïde abnorme und normale Bildungen, z. B. die Wharton'sche Sulze, verwandeln sich in eine Flüssigkeit, die durch keine Reaction von normalem Schleimsafte zu unterscheiden ist. Ein andrer und zwar noch wichtigerer Grund, welcher das Schweigen der Chemiker über die Constitution des Schleimes erklärt, ist der, dass der normale Schleim immer mit morphologischen Elementen so erfüllt oder durchsetzt ist, dass kein reines chemisches Object erlangt werden konnte; eine Trennung dieser Bildungen von dem eigentlichen Schleimsafte ist noch heute unmöglich, und man muss sich, will man eine chemisch geniessbare Untersuchung des Schleimes anstellen, auf die seltnern Fälle beschränken, wo einmal ein Schleimsaft vorkommt, der arm an jenen Zellenbildungen ist oder aus dem sie sich zufällig leicht entfernen lassen. Selten sind diese Fälle, und noch bleibt dann die Frage: ist das Untersuchungsobject wirklich vollkommen identisch mit dem Schleimsafte? Darf man einigen übereinstimmendern Reactionen zufolge diese aus so verschiedenen Quellen entsprossenen Säfte für identisch erklären, während man Globulin von Albumin, Syntonin von Fibrin zu trennen für recht hält? Können wir nicht selbst aus dem Albumin und Fibrin durch Behandlung mit Alkalien Verbindungen herstellen, die alle physikalischen und manche chemischen Eigenschaften mit dem Schleimsafte gemein haben? Und wie verschieden sind endlich die Eigenschaften und Fähigkeiten völlig legitimen, verschiedenen Schleimbäuten entsprossenen Schleimes? Wenn aber auch alle diese Schwierigkeiten dem Chemiker überwindbar wären, so würden seine Bemühungen doch an dem Unternehmen scheitern, sich eine Normalflüssigkeit zu verschaffen. Denn die Abscheidung des Secrets ist auf allen Schleimbäuten so gering, so lange sich dieselben im normalen Zustande befinden, dass kaum Spuren desselben zu erlangen sind; man weiss aber, wie leicht die Schleimbäute afficirt werden und wie sehr alsdann das Secret von dem normalen verschieden ist; wir können ja fast täglich beobachten, wie schnell sich die

1) *Virchow*, Verhandl. der Gesellsch. f. Geburtshilfe in Berlin. 1848. Bd. 3, S. 203.

2) *Rokitansky*, Zur Anatomie des Kropfes, aus d. 1. Bd. der Denkschriften der mathem. naturwiss. Classe d. kais. Ak. d. Wissensch. besonders abgedruckt. Wien 1849. S. 44.

Zahl der sog. Schleimkörperchen bei dem geringsten Reize der Schleimhaut vermehrt, und wir wissen hauptsächlich durch *Jul. Vogel*, dass eine gereizte Schleimhaut in der Regel nicht blos solche Körperchen, sondern auch eiweissartige, coagulirbare Materie absondert, wie sehr sie zur Bildung von wahrhaften Transsudaten und Exsudaten geneigt ist. Wenn wir alle diese Umstände erwägen, so werden wir darin für den Chemiker Entschuldigung genug finden, dass er im Ganzen noch so wenig Aufmerksamkeit diesem Gegenstande gewidmet hat, so wünschenswerth auch in chemischer wie in physiologischer Hinsicht eine genaue Untersuchung des Schleims sein mag; haben doch selbst die Physiologen die Frage seiner Bildung noch nicht völlig entschieden; denn während man an den meisten Schleimhäuten besondere Organe, die sog. Schleimbälge, als die Quellen des Schleimes betrachtet, giebt es doch auch schleimabsondernde Häute, welche jener Follikeln gänzlich entbehren, z. B. die der Kiefer-, Stirnbein-, Trommel- und Keilbeinhöhlen, die Ovula Nabothi, die Synovialsäcke, endlich die abnormen Bildungen, wie Hygroma, Cysten u. dergl. Der Schleim kann also nicht oder wenigstens nicht allein in den drüsigen Organen der Schleimhäute seine Quelle haben. *Tilanus*¹⁾ macht darauf aufmerksam, dass alle diese Häute mit einer Epithelialschicht überzogen seien und dass wohl die Epithelialzellen integrierende Begleiter des Schleimsaftes seien und deshalb dieser mit jenen in einem ursächlichen Zusammenhange stehen möchte. Allein nach *Virchow's*²⁾ und *Rokitansky's*³⁾ Erfahrungen scheint auch die colloïde Materie mancher Cysten der Thyreoidea, der Leber, der Nieren und des Ovariums ohne Anwesenheit von Epithelien in eine dem Schleim höchst ähnliche oder gleiche Materie übergehen zu können. Wie der permanente Knorpel in Leim, so wird die Wharton'sche Sulze leicht in Schleim umgewandelt (*Virchow*⁴⁾). Nach *Frerichs*⁵⁾ ist das Colloïd eine der ersten Umwandlungen von Proteinstoffen in leimgebendes Gewebe.

Ziehen wir auch hier zunächst in Kürze die dem normalen und abnormen Schleime beigemengten histologischen Elemente in Betracht.

Normaler Schleim ist nie frei von den Epithelien der Schleimhaut, der er entsprungen, ja er besteht fast lediglich aus Epithelien, die nur durch einen pelluciden Saft zusammengeklebt erscheinen. Dies ist ebensowohl der Fall bei den Schleimhäuten, die mit Plattenepithelien überzogen sind, als bei denen, die Cylinder- oder Flimmerepithelien enthalten; doch sind die Cilien der letztern gewöhnlich abgestossen, so dass man selbst bei abnormer Absonderung nur selten noch vollständige Flimmerepithelien auffindet.

1) *Tilanus*, de saliva et muco, spec. inaugur. Amstelodami 1849. p. 56—75.

2) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. Bd. 1, S. 445.

3) *Rokitansky*, über d. Cysten, aus d. 4. Bde. d. Denksch. d. math. naturwiss. Cl. d. k. Ak. d. W. besonders abgedruckt. Wien 1849. S. 20.

4) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 1, S. 447.

5) *Frerichs*, Gallert- und Colloidgeschwülste. Göttingen 1847.

Schleimkörperchen (cytoide Körperchen, *Henle*) sollten nach den Behauptungen mehrerer Beobachter im normalen Schleime nicht vorkommen, allein wenn man den Auswurf aus der Mundhöhle, das normale schleimige Harnwölkchen oder feste Excremente sorgfältig untersucht, so wird man immer einzelne dieser Körperchen finden. Obgleich die Schleimkörperchen, die Viele nur für abortive Epithelialzellen ansehen, in morphologischer und selbst in mikrochemischer Hinsicht keine wesentlichen Unterscheidungsmerkmale von den Eiterkörperchen an sich tragen, so ist doch nicht in Abrede zu stellen, dass die normalen, nur sparsam vorkommenden ebensowohl als die von einer katarrhalisch afficirten Schleimhaut abgesonderten Schleimkörperchen erst nach Behandlung mit Wasser oder Essigsäure den Kern erkennen lassen, dann aber einen einfach oder mehrfach gespaltenen. Der sogenannte blennorrhische Schleim enthält wenig Epithelien und besteht fast nur aus Schleimkörperchen, die in einer mehr oder minder grossen Menge schleimiger Intercellularflüssigkeit suspendirt sind. Weder an dem Gesamtsecrete noch an dessen Zellen ist ein wesentlicher Unterschied von Eiter aufzufinden.

Bei sogenannten exsudativen oder croupösen Entzündungen der Schleimhäute findet man in dem ausgeworfenen Schleime, rühre er von Diphtheritis, Pneumonie, Dysenterie, Bright'scher Krankheit oder ähnlichen Affectionen der Schleimhäute her, Fibrincoagula, welche oft den Abdruck der Höhle oder des Canales bilden, dem sie entsprungen sind, häufig aber auch kleine, von Schleim- oder Eiterkörperchen durchsetzte, faserige Flocken darstellen. In solchen Fällen pflegen auch Blutkörperchen nicht zu fehlen (*F. T. 12. F. 2*).

Wenn die Entzündung der Schleimhaut vorüber ist, und das croupöse Exsudat nicht als solches aus dem Canale entfernt wird, pflegt es Veränderungen zu erleiden, welche beim gewöhnlichen Verlaufe des Processes zur Bildung von Eiterkörperchen, bei langsamer Resolution des Exsudats zur Bildung sog. *Entzündungskugeln*, Körnchenzellen und *Körnchenhaufen* Veranlassung geben (*F. T. 12. F. 3*). Dass die Grössen und Formen dieser morphologischen Molecüle höchst verschieden sind, lehrt die Histologie. Wir müssen aber hier noch besonders darauf aufmerksam machen, dass auch eine Art solcher Körnchenzellen im Schleime und zwar vorzugsweise im Bronchialschleime gefunden wird, ohne dass eine croupöse Schleimhautentzündung vorangegangen ist. Solche finden sich nämlich in jenem zähen, dichten Schleime, der bei inveterirtem Bronchialkatarrh namentlich älterer Personen ausgeworfen wird. Neben den Körnchenzellen und Körnchenhaufen findet sich nur wenig Schleimsaft und selten noch andre morphologische Elemente; die Körnchen der Zellen sind gewöhnlich viel grösser, als die der gewöhnlichen Entzündungskugeln, und stark lichtbrechend, dem Nervenmarke ähnlich; sie gleichen in vieler Hinsicht den Corps granuleux der Milch. Neben diesen kommen concentrisch gestreifte Körperchen vor, welche oft die Grösse und Form der Stärkmehlkörnchen aus Kartoffelmehl haben und diesen überhaupt

sehr ähneln; sie mögen wohl identisch sein mit den von *Henle*¹⁾ unter ähnlichen Verhältnissen gefundenen *Hassal'schen Körperchen*.

Bekannt ist, dass solche Sputa oft eine graue, wie angeruste Farbe haben; ja es sind in ihnen oft stahlgraue, sehr glänzende Flimmerchen mit blossen Augen zu erkennen: mit Nadel und Scalpell können diese Flimmerchen leicht isolirt werden; bringt man sie unter das Mikroskop, so bemerkt man nichts als eng aneinander gelagerte Körnchenzellen der eben beschriebenen Art, aber keine Spur von Pigmentmoleculen oder schwarz oder dunkel gefärbten Massen (F. T. 12. F. 4). Es dünkt mir diese Erscheinung kaum anders erklärlich, als dass von den dicht gelagerten, das Licht stark refrangirenden Zellen alles Licht absorbirt wird, so wie auch viele Schwefelmetalle in Massen dem unbewaffneten Auge schwarz erscheinen, in feiner Vertheilung aber unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung stark lichtbrechenden Bläschen gleichen. Man hat die schwarze, rusige Färbung oft von Lampenrus oder fein vertheiltem, vorher mit eingeathmetem Kohlenstaub abgeleitet; ich habe nie etwas dem ähnliches finden können, wage aber deshalb keineswegs in Abrede zu stellen, dass unter gewissen Verhältnissen, namentlich bei Kohlenarbeitern, Schmidten, Schlossern u. dergl., Kohlenstäubchen sich dem Bronchialschleim beimengen können. Manche der über diesen Gegenstand aufgestellten Behauptungen streifen aber sehr ans Fabelhafte.

Freies Fett in Form von Bläschen oder höchst feinen Körnchen findet sich fast in aller Art von Schleim bald nur in Spuren, bald in grosser Menge vor.

Molecular- oder Elementarkörnchen fehlen selten im Schleimsafts, sind aber in grosser Menge besonders dann zu beobachten, wenn der Schleim einem ungesunden Boden entsprossen ist, bei Tuberculose, Krebs, hauptsächlich bei Typhus; in letzterem erscheinen die milchfarbenen Sputa unter dem Mikroskop wie von einem Schleier feinsten Körnchen eingehüllt. Häufiger noch bemerkt man solche Körnchen im Darmschleime, da hier durch die Zersetzung der Albuminsubstanzen die Ausscheidung solcher Moleculle sehr befördert wird.

Einzelne Darm- und Zellenbildungen verschiedener Form und Grösse (Valentin's Exsudatzellen u. dergl.), so wie ähnliche Elemente aus den solitären und conglomerirten Drüsen, die in den Schleimhäuten zu nisten pflegen, sind Körper, denen man in krankhaft abgesondertem Schleime oft begegnet.

Vibrionen, mikroskopische Pilzbildungen u. dergl. organisirte Theile sind nur als zufällige Vorkommnisse zu betrachten.

Unter den chemischen Bestandtheilen des Schleimes steht der eigentliche Schleimstoff, *Mucin*, obenan. Die Gegenwart dieses Stoffes ertheilt dem Schleime seine wesentlichsten Eigenschaften; leider hat man ihn, insoweit er Absonderungsproduct wirklicher Schleimhäute ist, noch nicht vollständig von den obenerwähnten morphotischen Stoffen trennen können, und noch weniger ist es gelungen, ihn rein und frei von andern chemischen organischen oder anorganischen Substanzen zu trennen. Zum Theil liegt hierin gewiss ein Grund, weshalb verschiedener Schleimsaft

1) *Henle*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 7, S. 441.

sich gegen einzelne Lösungsmittel und Reagentien oft sehr verschieden verhält.

Gewöhnlich hält man den Schleimstoff für eine in Wasser unlösliche, darin nur aufquellende und sich sehr fein vertheilende Substanz; zuweilen kommt jedoch ein Schleim vor, wie z. B. *Scherer*¹⁾ gefunden, der sich in Wasser wirklich auflöst und demnach durch Filtriren von den morphotischen Stoffen getrennt werden kann. Die Schleimflüssigkeit gerinnt in der Wärme nicht, ja sie wird sogar zuweilen dadurch dünnflüssiger und einer wahren Auflösung ähnlicher; durch Alkohol wird der Schleimstoff aus der Flüssigkeit in Flocken und Fäden niedergeschlagen, durch Behandlung mit Wasser quillt er aber wieder darin auf und nimmt seine frühern Eigenschaften an. Durch verdünnte Essigsäure wird er aus Flüssigkeiten in klebrigen Flocken gefällt; bildete er eine gallertartige Masse, so wird er durch dieselbe Säure in weisse Fäden verwandelt (*F. T. 44. F. 6*); in überschüssiger verdünnter Säure sind Flocken und Fäden unlöslich, wohl aber werden sie durch concentrirtere Essigsäure, namentlich beim Erwärmen, aufgelöst. Ganz ähnlich verhalten sich Mineralsäuren; auch diese praecipitiren den Schleimstoff in verdünntem Zustande, lösen ihn aber, wenn man sie concentrirt anwendet, sehr leicht wieder auf. In verdünnten Alkalien löst sich derselbe leicht auf, schwerer dagegen in concentrirteren; aus den Lösungen der verdünnten Alkalien wird er durch Essigsäure in grösserer Menge gefällt, als aus seiner Auflösung in concentrirten; dies rührt nämlich daher, dass er in nicht allzu verdünnten Lösungen neutraler Alkalisalze wo nicht vollständig löslich, doch als Gallerte sehr fein vertheilbar ist; das essigsäure Kali verhindert also in solchen Fällen die vollständige Ausscheidung des Schleimstoffs in Flocken. Oft wird gallertartiger Schleim durch Wasser gleichsam coagulirt; er verdichtet sich und verliert die durchscheinende gallertartige Beschaffenheit; dies mag wohl daher rühren, dass ihm Alkali oder Alkalisalze, denen er seinen gallertartigen Aggregatzustand zum Theil verdankt, durch das Wasser entzogen werden. Blutlaugensalz fällt den Schleimstoff weder aus alkalischer noch aus saurer Lösung; (wenn Schleim aus der essigsäuren Lösung durch Blutlaugensalz gefällt wird, was nicht zu selten ist, so dürfte neben dem Schleimstoff wohl Albumin oder ein ähnlicher Proteinkörper zugegen sein). Wird dagegen Schleim mit concentrirter Essigsäure gekocht, so wird er durch Kaliumeisencyanür sehr stark gefällt. Durch concentrirte heisse Salpetersäure wird er gelb gefärbt, durch Erwärmen mit Salzsäure an der Luft blau. Gerbsäure oder basisch essigsäures Bleioxyd geben aus der wässrigen, schwach alkalischen Schleimlösung bedeutende Niederschläge; geringe Trübungen dagegen nur Alaun, Chromsäure, Quecksilberchlorid, neutrales essigsäures Bleioxyd und andere Metallsalze.

Man hat mehrere Elementaranalysen des Schleims angestellt, allein

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 496—204.

insofern sie zugleich die Epithelien mit in sich begriffen, können sie natürlich keinen Aufschluss über die Zusammensetzung des Mucins geben; nur *Scherer* ist es gelungen, ein zur Elementaranalyse einigermaassen geeignetes Praeparat darzustellen; er fand in 3 Analysen durchschnittlich 52,4% Kohlenstoff, 6,97% Wasserstoff, 12,82% Stickstoff und demnach 28,11% Sauerstoff. Schwefel wurde nicht darin gefunden, wohl aber 4,114% weisser Asche, welche ausser ziemlich viel phosphorsaurem Kalk auch kohlensaure Alkalien enthielt.

Scherer erhielt den Schleim aus einem neugebildeten Sacke zwischen Trachea und Oesophagus (abnorm erweiterter bursa mucosa?); dieser wurde durch starke Verdünnung mit Wasser filtrirbar, so dass die morphotischen Stoffe abgeschieden werden konnten; aus der Lösung wurde der Schleimstoff wiederholt durch Alkohol gefällt, mit Alkohol und Aether ausgekocht u. s. w.

Der leicht zu bestätigenden Erfahrung *Jul. Vogel's*, dass der Schleim bei katarrhalischer Reizung der Schleimhaut alsbald einen grössern oder mindern Gehalt an Albumin zeigt, ist schon oben Erwähnung gethan worden. Es kommen aber Fälle vor, wo auch der normale Schleim eiweisshaltig ist; zählt man, wie man kaum anders kann, den mit Lab-saft untermengten schleimigen Ueberzug des Magens zum Schleim, so haben wir hier einen Schleimsaft, welcher constant Albumin enthält (*Buchheim*¹⁾). Den Inhalt der *Naboth'schen* Bläschen sah ich beim Erhitzen sich trüben. In der Synovia der Gelenkbeutel fand *Tilanus* neben Schleimstoff stets Eiweiss; die schleimige Flüssigkeit der Colloideysten enthält nach den von *Virchow* und *Rokitansky* damit angestellten Reactionen bald mehr, bald weniger Albumin.

Man hat auch noch eine eigenthümliche Substanz, das von *Güterbock* in manchem Eiter gefundene Pyin, als constanten Bestandtheil des Schleims ansehen wollen (*Eschholtz*²⁾), ja dasselbe sogar für identisch mit dem Schleimstoff halten wollen: allein ein näherer Vergleich der Eigenschaften des beim Eiter zu beschreibenden Pyins mit denen des Mucins kann jeden leicht von dem Irrigen dieser Behauptung überzeugen.

Fett ist im normalen Schleim nur in sehr geringer Menge enthalten, jedoch mit dem Auftreten von Albumin und grössern Mengen von Schleimkörperchen wird das Schleimhautsecret auch reicher an Fett. Im festen Rückstande des normalen Nasenschleims fand *Nasse*³⁾ 6,25% eines halbfesten, gelblich weissen Fettes (während derselbe Schleim nur 4,448% feste Bestandtheile enthielt).

Auch der Schleim enthält seine in Wasser und in Alkohol löslichen Extractivstoffe; genauer sind diese nicht untersucht; durch Drüsen-secrete, wie sie im Magen und Darmcanale sich dem Schleime beimengen, wird die Zahl dieser Stoffe zweifelsohne vermehrt; man hat daher

1) *Buchheim*, Dissert. inaug. Lips. 1845.

2) *Eschholtz*, Rust's Magazin. Bd. 10, S. 160.

3) *Nasse*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 29, S. 59 ff.

ganz unausführbar wäre. Nur zuweilen gelingt es, wie das Beispiel der *Scherer'schen* Untersuchung lehrt, durch Vermischung des Objectes mit sehr viel Wasser und wiederholtes Schütteln den Schleimstoff filtrirbar zu machen, so dass die morphotischen Elemente auf dem Filter gesammelt werden können. Sehr oft wird aber der Schleimstoff in Wasser nicht nur nicht zertheilt, sondern durch Wasser geradezu in einen scheinbar coagulirten Zustand übergeführt; dies ist namentlich bei katarrhalischem Bronchialschleim der Fall und hat darin seinen Grund, dass dem durch viel Alkalisalze stark aufgequollenen Schleimstoffe diese Salze entzogen werden und derselbe sich dadurch contrahirt. Ist der Schleimstoff nicht in Wasser löslich, so ist das einzige Mittel, ihn wenigstens ungefähr zu bestimmen, dieses: dass man das Object mit sehr verdünntem Ammoniak digerirt und filtrirt; leider geht dann der durch das Alkali gelöste Schleimstoff nur langsam durch das Filter, da die gallertartig aufgequollenen Epithelien dasselbe sehr leicht verstopfen. In vielen Fällen ist daher auch auf diese Weise eine Trennung des Schleimstoffs von den erwähnten Formelementen unmöglich. Ist es geglückt, die Epithelien durch Filtriren zu entfernen, so ist der Schleimstoff aus der neutralen oder schwach sauren Lösung durch Spiritus, aus der alkalischen durch verdünnte Essigsäure zu fällen, der Niederschlag ist alsdann zunächst mit heissem Spiritus auszuwaschen und nach dem Trocknen bei 120° noch einmal mit heissem Wasser, damit die in Spiritus unlöslichen organischen und mineralischen Substanzen entfernt werden. Die Auswaschwässer werden dann erst für sich stark concentrirt, und zugleich mit der vom Schleimstoffe abfiltrirten spirituösen Lösung verdunstet, deren Rückstand aber mit Aether, Alkohol und Wasser extrahirt.

Ist neben dem Schleimstoff noch *Albumin* zugegen, wie es fast immer der Fall ist bei grössern Mengen, wie solche der Untersuchung nur zugänglich sind: so wird dadurch die Analyse noch schwieriger. Ist der Schleimstoff unlöslich in Wasser, was niemals vollständig der Fall zu sein scheint, so sollte man die Trennung des löslichen Albumins von dem unlöslichen Schleimstoffe für sehr leicht ausführbar halten, allein dies ist keineswegs der Fall: denn der aufgequollene, gallertartig oder auch wie geronnen erscheinende Schleimstoff giebt das Albumin nur schwierig und äusserst langsam an Wasser ab; man muss daher, um wenigstens einigermaassen zum Zwecke zu gelangen, den Schleim wiederholt in Wasser vertheilen, denselben sich dann absetzen lassen und nur die klare Flüssigkeit auf das Filter geben; dieses muss so oft wiederholt werden, als die vom Filter ablaufende Flüssigkeit beim Erhitzen noch eine Opalescenz zeigt. Erst wenn sich keine solche mehr zeigt, würde der unlösliche, schleimige Rückstand auf das Filter zu bringen sein, weil er sonst dasselbe vor dem völligen Auslaugen des Albumins vollständig verstopft hätte. Das Albumin wird dann nach den gewöhnlichen Regeln bestimmt, während man noch eine Trennung des Schleimstoffs von den Epithelien durch verdünnte Alkalien versuchen kann.

Orten, wo wahrhafter Schleim sich vorfinde, constant auch Epithelialbildungen gefunden werden. Diese Erfahrung möchte zu der Annahme führen, dass die Schleimbildung an die Entwicklung gewisser Zellen gebunden sei und dass aus der Entstehung gewisser Formelemente gleichzeitig die Bildung des Schleimes resultire. Es sind in dieser Hinsicht zwei Ansichten möglich, die eine ist die: die Albuminate der Blutflüssigkeit zerfallen unter gewissen, wiewohl noch nicht ermittelten, Bedingungen in das Substrat der Epithelialzellen und in Schleim; letzterer könnte also in gewisser Hinsicht als Nebenproduct dieser Zellenbildung angesehen werden, so dass im Schleime sich Schleimsaft zu Epithelialzellen wie im ausgegohrnen Gährungsgemisch die spirituöse Flüssigkeit sich zu den Hefezellen verhielte. Die andre Ansicht, der sich mehrere Beobachter nach *Scherer* und *Virchow* zuneigen, würde dagegen in einem wenigstens theilweisen Zerfallen der Epithelialzellen die Entstehung des Schleimes suchen. Wer, wie *Frerichs*, die Umwandlung der Labzellen im Magensaft oder bei Bereitung von künstlichem Magensaft mikroskopisch verfolgt hat, dem wird die allmähliche Auflösung der Labzellen und ihre Metamorphose in eine schleimige Flüssigkeit vor Augen stehen. Die Umwandlung von Zellen in schleimige Materie würde also wenigstens nicht ohne Analogie sein. *Scherer* und *Virchow* gehen aber noch weiter, und glauben, gestützt auf einige pathologisch-histologische Beobachtungen und chemische Versuche, dass gewisse colloide oder zur Hornbildung geneigte Substanzen unter noch zu eruirenden Bedingungen auch ohne Zellenbildung in Schleim übergehen können, und halten daher die Schleimbildung zunächst für gebunden an die Existenz colloider oder knorpelartiger Substanz. Dafür spricht einerseits das Fehlen von Epithelialbildungen in manchen schleimhaltigen Cysten, hauptsächlich aber die oft erwähnte Umwandlung der *Wharton'schen* Sulze in vollkommenen Schleim. Welcher von diesen beiden Hypothesen der Vorzug zu geben sei, darüber können, wie es uns scheint, nur noch genaue chemische Versuche Entscheidung geben. Leider ist aus den Elementaranalysen, welche *Scherer* mit einer einzigen Art Schleimsaft angestellt hat, um so weniger zu schliessen, da das Atomgewicht nicht bestimmt werden konnte und andererseits eine genaue Analyse der Epithelialzellen, der colloiden Substanz u. dergl. noch gänzlich fehlt. Es steht zu hoffen, dass durch das Forschungstalent eines *Scherer* die Wissenschaft sehr bald die gediegensten Aufschlüsse auch über diesen so tief in die Physiologie eingreifenden Gegenstand erlangen wird. In neuerer Zeit hat sich *Schrank*¹⁾ in Folge einer sehr ausgedehnten, sorgfältigen histologischen Untersuchung dafür ausgesprochen, dass der gewöhnliche Schleim, Synovia und Colloid ganz identische Substanzen seien und dass der eigentliche Schleimstoff ein Secret sei, hervorgebracht durch Zellen in Folge einer eigenthümlichen Constitution derselben.

1) *Schrank*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 44, S. 884—916.

gewiesen hat, dass es dem Wesen nach nichts weiter ist, als das Secret des zu zahllosen Falten ausgebreiteten Praeputiums des Penis und der Clitoris des Bibers.

In allen diesen Secreten ohne Ausnahme findet sich ebenfalls eine grössere oder mindere Anzahl morphotischer Elemente. Alle jene Drüsenbläschen und Drüsenschläuche sind mit einem feinzelligen Epithelium ausgekleidet; man findet daher in allen jenen Secreten bei der mikroskopischen Untersuchung Epithelialzellen. Sehr oft trifft man aber mehr plattenförmiges Epithelium von der äussern Haut an, als kleinzelliges aus den Hautdrüsen.

In den meisten dieser Secrete, hauptsächlich aber und constant in denen der *Meibom'schen* und Ohrenschmalzdrüsen finden sich eigenthümliche, ovale, eckige oder rundliche Zellen von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{140}$ ''' , welche neben einem blassen Kern mit Kernkörperchen kleine, dunkle, scharf contourirte Körnchen und einzelne deutliche Fetttropfchen enthalten.

Wie die Schleimfollikel, so erzeugen auch die Talgdrüsen im Zustande entzündlicher Reizung solche primitive Zellen, die man Eiterzellen, Schleimkörperchen u. s. w. zu nennen pflegt. Dieselben findet man in geringerer Menge nach jeder selbst geringern Reizung der Haut und der betreffenden Follikel, besonders aber in den vollkommen eiterähnlichen Flüssigkeiten, welche abgesondert werden bei Entzündung des äussern Gehörgangs, der *Meibom'schen* Drüsen, beim Eicheltripper, bei Akne und ähnlichen Hautaffectionen, die ja bekanntlich ihren Sitz hauptsächlich in den Haarbalgdrüsen haben.

In dem normalen Secrete der Talgdrüsen ebensowohl als in den sog. Comedonen pflegen auch die von *G. Simon*¹⁾ beschriebenen *Milben*, *Acarus folliculorum*, zu nisten.

Eine eiweissartige Substanz ist in allen Secreten der oben genannten Drüsen enthalten; dieselbe lässt sich aber nicht gut im löslichen Zustande darstellen, da nach der Methode, nach welcher allein man diese talgartigen Massen analysiren kann, dieselbe stets in den unlöslichen Zustand versetzt wird; es lässt sich daher gar nicht entscheiden, ob sie ähnlicher dem Casein oder dem Albumin ist; als einen Proteinkörper charakterisirt sie sich durch ihr Verhalten gegen Essigsäure und Blutlaugensalz, gegen concentrirte Salpetersäure, Salzsäure u. s. w. *Esenbeck*²⁾, welcher Gelegenheit hatte, die in einem sehr ausgedehnten Haarbalge enthaltene Masse zu untersuchen, fand in der trocknen Substanz 24,2% dieser eiweissartigen Materie, ich³⁾ in der Vernix caseosa eines ziemlich ausgetragenen Foetus 4,0% im Smegma praepatii = 5,6%, in dem eines Pferdes = 2,9%, in der aus frischem Bibergeilbeutel entnommenen breiartigen Masse nach dem Trocknen = 2,4%, im canadischen Bibergeil 5,8%.

1) *G. Simon*, Müller's Arch 1842.

2) *Esenbeck*, Gmelin's Handb. d. Ch. Bd. 2, S. 2455.

3) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 2, S. 200—208.

Den Hauptbestandtheil jener Secrete machen die Fette und Lipide aus; *Esenbeck* fand in dem erwähnten Talgdrüsensecrete 26,2%, ich in der Vernix caseosa 47,5%, im Smegma praeputii des Menschen (nach Operation mehrerer mit Phimose Behafteter gesammelt) 52,8%, in dem eines Pferdes 49,9%, im frischen Castoreum eines deutschen Bibers 7,4%, im russischen Castoreum 2,5% und im canadischen 8,249% Aetherextract.

Von *verseifbaren Fetten* findet sich eine nicht unbedeutliche Menge Elain und Margarin im Aetherextracte, allein in keinem der von mir untersuchten Secrete, auch nicht im Ohrensalmal, war eine Spur Butterfett oder freie Buttersäure nachzuweisen, wogegen letztere Säure, wie wir später sehen werden, von den Schweissdrüsen sehr häufig abgesondert wird.

An *Lipoiden* fand ich im Smegma praeputii etwas Cholesterin, ausserdem aber noch einen dem Cholesterin sehr ähnlichen, aber nicht krystallisirbaren, in Aether und heissem Alkohol löslichen Körper; in dem Käseschleim war nur dieser letztere Stoff, aber kein Cholesterin nachzuweisen.

Phosphorhaltige, fettähnliche Körper wurden von mir weder in dem Käseschleime noch in dem Praeputialsecrete aufgefunden.

Das alkoholische Extract jener Secrete besteht grösstentheils aus *margarinsaurem* und *ölsaurem Kali*, *Natron* und *Ammoniak*; buttersaures Alkali ist auch hier nicht zu entdecken; dagegen herrscht die Ammoniakseife im Praeputialsecrete bedeutend vor.

Neben den Seifen ist in dem Alkoholextracte nur wenig organische, *nicht weiter bestimmbar* Substanz enthalten, wenn nicht zufällige oder dem besondern Secrete eigenthümliche Stoffe darin auftreten, über die wir weiter unten sprechen werden.

*Berzelius*¹⁾ erhielt aus dem *Ohrensalmal* ein Fett, welches von weicher Consistenz war, weiss, undurchsichtig, leicht schmelzbar, ohne Reaction auf Lackmus, bei der Behandlung mit Kali eine höchst übelriechende Seife gab, die, mit Salzsäure versetzt, die Fettsäuren in Gestalt eines weissen Pulvers abschied; diese Säuren erhoben sich nur schwierig auf die Oberfläche der Salzlösung und schmolzen ungefähr bei 40°.

Das Fett der menschlichen Haare fand *Vauquelin* ölarartig und gefärbt, zugleich schwefelhaltig.

Der fettige Schweiss, welcher die rohe Wolle umgiebt, besteht nach *Vauquelin*²⁾ vorzüglich aus einer Kaliseife; dagegen hat *Chevreul*³⁾ in neuerer Zeit diesen Schweiss genauer untersucht, und darin zwei nicht verseifbare, schwefel- und stickstofffreie Fette gefunden, von denen das eine, *Stearerin* genannt, bei + 60° schmilzt, das andre, *Elaerin*, noch bei + 45° flüssig ist.

An *Alkoholextract* fand ich in der Vernix caseosa 45,0%, im Praeputialsmegma des Menschen 7,4%, in dem des Pferdes 9,6%.

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9, S. 586.

2) *Vauquelin*, A. Gehler's Journ. Bd. 3, S. 437.

3) *Chevreul*, Compt. rend. 1840 4. Sér. No. 46.

Die harzartigen in Alkohol löslichen Bestandtheile des Castoreums barren noch einer genauern und umsichtigeren Untersuchung, als sie sich jetzt erfreuen können. Der Gehalt des Castoreums an solchen Stoffen ist höchst verschieden, im deutschen frischen fand ich 67,7%, im russischen geräucherten 64,3% und in einem canadischen 41,34%.

In allen jenen Secreten finden sich auch kleine Mengen nur in Wasser löslicher Materien, von denen die organischen nicht näher bestimmbar sind. Im Käseschleim fand ich an Wasserextract 3,3%, im Praeputialsmegma des Menschen 6,4%, in dem des Pferdes 5,4%.

Was die indifferenten Menstrua von den fraglichen Secreten ungelöst lassen, besteht zum grossen Theil aus den oben erwähnten histologischen Gebilden, zu denen noch nachträglich Haare zu rechnen sind, wenigstens bezüglich der Vernix caseosa, die immer fast netzförmig von Lanugo durchzogen ist. Aus dieser Masse lässt sich die oben erwähnte eiweissartige Substanz ausziehen, die aber wohl wenigstens zum Theil den Zellen mit angehört.

Von Mineralstoffen finden sich nur wenig lösliche vor, namentlich etwas *Chlornatrium* und *Salmiak*, nebst *phosphorsaurem Natron-Ammoniak*. *Erdphosphate* kommen dagegen in nicht geringer Menge vor: in der Vernix caseosa meinen Analysen nach 6,5%, im Smegma praeputii des Menschen 9,7%, in dem des Pferdes 5,4%.

Es geht aus dieser Zusammenstellung der wenigen Versuche, die mit solchen Secreten angestellt werden konnten, wenigstens so viel hervor, dass von den Talgdrüsen verschiedener Orte und verschiedenen Baues doch ziemlich ähnliche Producte abgesondert werden.

Dass Bestimmungen des Wassergehalts dieser Secrete zu nichts Sicherem führen können, ist wohl an sich ersichtlich; um aber nur eine ungefähre Idee von dieser Grösse zu erhalten, sei erwähnt, dass ich im Käseschleim 66,98% Wasser, *John Davy*¹⁾ 77,87% fand, dass aber in den Secreten der Talgdrüsen an der Luft lebender Wesen die Wassermenge wegen der steten Verdunstung bei weitem geringer, wiewohl je nach den äussern Verhältnissen sehr variabel sein wird.

Wir haben nun noch einiger Stoffe Erwähnung zu thun, welche entweder nur als zufällige Beimengung oder als einzelnen Secreten eigenthümliche Bestandtheile zu betrachten sind. Unter diesen ist zuerst eine gallenähnliche Substanz zu nennen, welche ich im Praeputialsecret des Menschen, des Pferdes und des Bibers fand; da sie von mir weder im Käseschleime, noch im Ohrenschnalze, noch in der Augenbutter eines scrophulösen Kindes gefunden wurde, so scheint sie dem Secrete der haarlosen Talgdrüsen der Vorhaut und Eichel eigenthümlich zu sein. Sie wurde aus dem aetherischen Extracte durch Ausziehen mit Wasser erhalten und gab mit Schwefelsäure und Zucker die schönste Gallenreaction; Fett ist sie ihrer Löslichkeit nach, sowie auch dem schnellen

1) *John Davy*, *Dubl. med. Press.* V. 44, p. 234.

Die oben erwähnte *eiveissartige Substanz* lässt sich nur ungefähr bestimmen, da sie aus dem Rückstande der mit Aether, Alkohol und Wasser behandelten Objecte nur durch Essigsäure extrahirt werden kann; diese Säure aber sicher den Zellengebilden des Rückstandes etwas albuminöse Materie, hauptsächlich aber Erdsalze entzieht. Ich bestimmte diese Materie so, dass ich den mit den indifferenten Menstruis extrahirten Rückstand trocknete und sein Gewicht ermittelte, darauf mehrere Stunden lang mit mässig verdünnter Essigsäure digerirte, aussüsste und nach dem Trocknen wieder wog; ich erhielt aus dem Gewichtsverluste die Summe der durch Essigsäure extrahirten Materien; die essigsäure Lösung ward verdunstet, deren Rückstand ohne Weiteres zur Bestimmung der Mineralstoffe eingesichert und das Gewicht derselben abgezogen von dem Gewichtsverluste, den der Rückstand durch Essigsäure erlitten hatte; so erhielt man die Zahl der in dem Secrete enthaltenen albuminösen Substanz.

Rücksichtlich der *Carbolsäure* dürfte dem Obigen nur noch hinzuzufügen sein, dass ihre Gegenwart keineswegs so leicht nachzuweisen ist, als es der angeführten Reaction nach scheinen möchte; denn abgesehen von der höchst geringen Menge, in welcher sie im Castoreum vorkommt, kann die Anwendung von Fichten- oder Tannenholz neben Salzsäure leicht zu Täuschungen Veranlassung geben; denn durch letztre Säure werden Späne der genannten Hölzer beim Eintrocknen an der Sonne schon für sich bläulich grün gefärbt; es ist daher nöthig, vor Anwendung jener Reactionsmittel die Carbolsäure möglichst von den harzigen und fettigen Bestandtheilen des Bibergeils zu trennen, was bei der leichten Löslichkeit der Carbolsäure in Alkohol und Aether und ihrem hohen Siedepunkte (+ 187° C.) mit geringen Quantitäten gar nicht ausführbar ist.

Von den Erkennungs- und Trennungsweisen der *Lipide* und *Fette*, der *Hippursäure*, *Benzoësäure*, *Harnsäure*, *des oxalsäuren Kalks* u. s. w. ist schon im Einzelnen unter der Lehre von den thierischen Substraten das Nöthige bemerkt worden.

Um die Menge der von den gesammten Talgdrüsen oder von einzelnen Gruppen derselben abgesonderten Hautsalbe zu beurtheilen, fehlt es noch ganz an einem Maassstabe; übrigens lehrt die tägliche Erfahrung, dass sie bei verschiedenen Individuen unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen sehr verschieden sein muss.

In Betreff des Ursprunges der erwähnten Secrete dürfte für weitere Untersuchungen nur das zu beachten sein, dass das Fett der Talgdrüsen entweder unmittelbar aus dem Blute der diese umschlingenden Capillaren entlehnt oder aus andern Materien in den Zellen der Drüsen entstanden sein muss; denn es ist auffallend, dass fast alle diese Talgdrüsen in durchaus fettlosem Gewebe wurzeln; die Haartalgdrüsen dringen nicht bis in das fetthaltige Zellgewebe unter dem Corium; die Glans penis ist fast absolut fettfrei. Die verschieden lichtbrechenden Körnchen, Kügelchen und Bläschen in manchen Zellen, namentlich in denen des äussern Gehörganges und in den Meibom'schen Drüsen, möchten, insofern

sie häufig die leisesten Uebergänge zu einander zeigen, fast zu der Conjectur führen, dass in diesen Drüsen erst das diesen Secreten eigenthümliche Fett gebildet werde.

Die Hautsalbe ertheilt den Haaren und der Oberhaut einen fettigen Ueberzug; *Krause*¹⁾ hält sie vorzugsweise für bestimmt, die hygroskopische Beschaffenheit der Hornschicht der Epidermis und der Haare zu mindern und dadurch der zu jähen Verdunstung der Feuchtigkeit und der Austrocknung der tiefern Epidermisschicht und der Lederhaut entgegenzutreten.

Unter **Schweiss** verstehen wir nur die tropfbarflüssige Aussonderung der sog. Schweissdrüsen, ohne Rücksicht darauf, ob diese auch die Quellen der gasigen Hautausdünstung allein sind oder nicht. Die Schweissdrüsen sind bekanntlich fadenförmige, feine, einfache, unter einander nicht communicirende Schläuche, welche im fetthaltigen Unterhautbindegebe mit blindem Ende entspringen, dort meist spiralförmig aufgewundene Knäuel bilden, die Lederhaut korkzieherförmig oder wenigstens geschlängelt, das Malpighi'sche Netz aber mehr geschlängelt durchdringen und endlich sich erheblich verengend in der Oberhaut münden. Die Schweissdrüsen-schläuche sind immer mit einem Epithelium überzogen, welches aus rundlichen oder oval-eckigen kernhaltigen Zellen besteht.

Der Schweiss, wie er sich auf der Haut eines Schwitzenden in Tropfen sammelt, ist bekanntlich eine farblose, sehr wässrige, etwas salzig schmeckende Flüssigkeit, die gewöhnlich einen eigenthümlichen, je nach den Hautflächen, denen sie entquollen ist, mehr oder minder intensiven Geruch verbreitet; er ist frisch stets von saurer Reaction; nur wenn er längere Zeit in Papier oder Zeugen aufgesogen oder in offenen Gefässen aufbewahrt gewesen ist, wird er von alkalischer Reaction.

*Favre*²⁾, der mit 40 Litres Schweiss gearbeitet zu haben angiebt, behauptet, dass nach längerem Schwitzen das Absonderungsproduct neutral und endlich alkalisch werde, was ich wenigstens nie beobachten konnte.

Es ist sehr schwierig, einigermaassen hinreichende Quantitäten von Schweiss für die chemische Untersuchung zu gewinnen. Man hat sich, um die Bestandtheile des Schweisses kennen zu lernen, von Schweiss durchtränkter Hemden bedient (*Thénard*) und diese mit verschiedenen Lösungsmitteln extrahirt. Schweiss aus der Achselhöhle sammelt man am besten, wenn man mit destillirtem Wasser zu wiederholten Malen ausgekochte Schwämme 6 bis 12 St. lang in den Achselhöhlen befestigt trägt; Fusschweiss erhält man am besten aus vorher ebenfalls mit destillirtem Wasser ausgekochten Strümpfen durch Extraction mit Wasser. Allein diese Methode ist insofern nicht in jedem Falle anwendbar, als hier sich dem Schweisse immer eine grössere oder geringere Menge der Hautsalbe und ziemlich viel Epidermidalschuppen heimeschen. Der eigentliche Was-

1) *Krause*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2, S. 135.

2) *Favre*, Compt. rend. T. 35, p. 721—723.

sergehalt des Schweisses, so wie der nur ihm und nicht dem Talgdrüsen-secrete angehörigen Fetttheile sind, wie leicht ersichtlich, auf diesem Wege nicht zu bestimmen. Am besten war jedenfalls noch das Verfahren von *Anselmino*¹⁾, der seinen Arm in einem Glascylinder möglichst luftdicht verschloss und auf diese Weise in 5 bis 6 Stunden ungefähr einen Esslöffel voll Schweissflüssigkeit sammeln konnte. Zur Gewinnung des Schweisses habe ich einen Cylinder oder Aermel von Gutta percha am brauchbarsten gefunden; derselbe wird am Oberarm durch eine Binde befestigt, ist aber auf der entgegengesetzten Seite unterhalb des Theils, dem die Finger am nächsten sind, mit einem durch einen Hahn schliessbaren Messingröhrchen versehen, welches mittelst eines durchbohrten Korks in ein Fläschchen mündet. Letzteren Apparat fand ich nothwendig, da der Schweiss, kaum abgesondert, sobald er sich tropfbarflüssig angesammelt hat, bei der geringsten Abkühlung von aussen wieder resorbirt wird und das mühsam gesammelte Untersuchungsobject somit grösstentheils verloren geht. Fühlt der Experimentirende Flüssigkeit im Cylinder, so wird der Hahn geöffnet und der tropfbarflüssige Schweiss tröpfelt in das Fläschchen hinab. Allein selbst von hier aus verdunstet die Flüssigkeit oft ziemlich schnell, wenn jener Hahn nicht bis zur neuen Ansammlung wieder geschlossen wird.

Mit diesem Apparate hat *Schottin*²⁾ die reinlichern seiner Analysen des Schweisses in meinem Laboratorium ausgeführt. Wie *Favre* jene Unmassen Schweiss gesammelt (40 Litres), hat er leider nicht angegeben.

Der Schweiss enthält nur sehr wenig feste Bestandtheile; *Anselmino* fand an festen, nicht verdunstenden Bestandtheilen 0,5 bis 4,25, *Schottin* 2,24%, *Favre* dagegen nur 0,443%.

Schottin fand in jenen 2,24% festen Bestandtheilen normalen Schweisses 4,2% Epithelien und unlöslicher Materie.

Als Hauptbestandtheile des Schweisses, d. h. diejenigen, deren Menge im Schweisse nach dem Wasser die grösste ist, stellen sich nach den Erfahrungen aller Beobachter die Chloralkalien heraus.

Favre fand unter den 0,447% festen Bestandtheilen des Schweisses 0,22805 Chlornatrium und 0,02437 Chlorkalium. *Schottin* fand in 100 Th. Asche des Schweissrückstandes 34,3 Th. Chlor neben 28,2 Natrium und 44,4 Kalium.

Phosphorsaures Natron ist nicht im Schweisse gefunden worden, schwefelsaures nur selten (*Simon*³⁾).

Auch *Favre* fand nur Spuren phosphorsaurer Alkalien, dagegen eine geringe Menge schwefelsaurer. *Schottin* fand in der Schweissasche 2,2% an Alkalien gebundene Phosphorsäure und 5,5% Schwefelsäure.

Das Verhältniss von Kalium zu Natrium fand *Schottin* in der Schweissasche = 45,7 : 27,5.

1) *Anselmino*, Tiedemann's Zeitschr. Bd. 2, S. 324—342.

2) *Schottin*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 44, S; 73—104.

3) *Simon*, Handb. d. medic. Ch. Bd. 2, S. 326—336.

wegen nicht entscheiden. Der Geruch des Schweißes gleicht oft sehr dem der *Capronsäure*, so dass deren Gegenwart wohl möglich erscheint, in- dessen noch von Niemandem auch nur wahrscheinlich gemacht worden ist.

Lange Zeit glaubte man die Gegenwart der *Milchsäure* im Schweißes als ausgemacht ansehen zu dürfen: allein ich selbst vermochte früher im Schweißes von Wöchnerinnen oder Kranken (Rheumatischen oder Gichti- schen) keine Spur dieser Säure aufzufinden; auch habe ich selbst mich auf das bestimmteste überzeugt, dass in dem von *Schottin* gesammelten Schweißes die Abwesenheit jener Säure ausser allem Zweifel war. *Favre*, der die flüchtigen Säuren des Schweißes gänzlich übersehen hat, giebt jedoch an, die Milchsäure nicht nur durch Herstellung des Zinksalzes und Elementaranalyse nachgewiesen, sondern auch ihre Menge im Schweißes (milchsaures Kali und Natron = 0,03474% ?) bestimmt zu haben.

Favre glaubt aber im Schweißes noch eine neue, stickstoffhaltige Säure gefunden zu haben, die er *acide hydrotique* oder *sudorique* nennt. Nach 2 Elementaranalysen ihres Silbersalzes hielt er sie für entsprechend der Formel: $C_{10} H_8 N O_{13}$.

Bewahrt man flüssigen Schweiß in einem verschlossenen Glase, so bildet er bei der sehr bald eintretenden Zersetzung nicht wenig Schwefel ammonium, zum Theil wenigstens gewiss von dem Gehalte an faulenden Epithelialgebilden herrührend.

Die Beobachtungen der Aerzte über die qualitativen und quantitativen Verän- derungen, welche der Schweiß in Krankheiten erleidet, sind so unsicher, dass man sich wenigstens davor hüten muss, bereits Schlussfolgerungen auf sie zu bauen. Beobachtungen und Schlüsse, wie die, dass, da der Schweiß stark schwitzender Personen z. B. Rheumatischer und Arthritischer recht deutlich sauer reagirt (offen- bar deshalb, weil der reichlich abgesonderte Schweiß durch Verdunstung concen- trirter wird), Rheumatismus oder Arthritis auf einer Milchsäuredyskrasie oder einer milchsauren Diathese beruhe, dürfen wohl auch in der Medicin nicht mehr vor- kommen.

Unter den Stoffen, welche in *Krankheiten* im Schweißes aufzutreten pflegen, verdient vor allen der Harnstoff Erwähnung. Letzterer ist zwar nach *Favre* ein Bestandtheil des normalen Schweißes und das leichte Alkalesciren desselben möchte beinahe für die Gegenwart dieses oder eines ähnlichen Stoffes sprechen: allein der sorgfältigsten Aufmerk- samkeit ungeachtet wurde bei *Schottin's* Untersuchungen weder im ganz normalen Schweißes, noch in dem so leicht alkalisch werdenden Fuss- schweißes von Personen, die an einem Excess desselben litten, von uns eine Spur gefunden. Dagegen machte *Schottin* die interessante Beobach- tung, dass bei *Uraemie* (namentlich in der Cholera) erhebliche Mengen Harnstoff in den Schweißes übergehen.

Die Leichen Cholerakranker findet man zuweilen wie mit einem dünnen, bläu- lichen Schleier überzogen; bei näherer Untersuchung findet man den Körper wie mit einem feinen Pulver bedeckt, welches grösstentheils aus Harnstoff besteht.

Albumin will *Anselmino* im »kritischen« Schweißes einer Person gefunden haben, die an acutem Rheumatismus litt.

*Wolf*¹⁾ glaubt sich überzeugt zu haben, dass in dem auf der Stirn eines Steinkranken eingetrockneten Schweisse *Harnsäure* enthalten war.

Im Schweisse eines *Diabetischen*, der ungewöhnlicher Weise in einem heissen Sommer sehr stark schwitzte, vermochte ich keine Spur *Zucker* nachzuweisen.

Dass *Farbstoffe* zuweilen im Schweisse Kranker vorkommen, davon wird jeder Praktiker sich überzeugt haben; bei *Ikerischen* nimmt die Leibwäsche, wenn sie stark schwitzen, zuweilen eine gelbe Farbe an. Blaue und rothe Pigmente will man auch im Schweisse beobachtet haben.

Ueber den Uebergang einiger Stoffe in den Schweiss hat *Schottin* mehrere ziemlich aufopfernde Versuche angestellt, aus denen hervorging, dass *Benzoësture* ausserordentlich schnell und zwar als solche in den Schweiss übergang, so auch *Bernsteinsture* und *Weinsture*. *Jodkalium* erschien erst nach 5 Tagen (täglich $\frac{1}{2}$ Drachme) im Schweisse nachweisbar. Nach dem Genusse von *Salicin* war weder dieses, noch eines seiner bekannten Zersetzungsproducte im Schweisse aufzufinden. Auch *Chinin*, zu 12 grm. genommen, schien nicht in den Schweiss überzugehen. Der Genuss von viel *Milchzucker* zog weder das Vorkommen einer zuckerartigen Substanz, noch von *Milchsäure* im Schweisse nach sich.

Interessant schien mir die Beantwortung der Frage, ob die im Schweisse von *Schottin* gefundene *Benzoësäure* erst durch Zersetzung des Schweisses aus *Hippursäure* hervorgegangen sei oder ob die aufgenommene Säure, ohne sich vorher (wie bei ihrer Ausscheidung durch den Harn) in *Hippursäure* verwandelt zu haben, unverändert durch die Schweissdrüsen abgesondert würde. Da die *Zimmtsäure* nach *Marchand's* und *Erdmann's* Entdeckung durch die Nieren als *Hippursäure* ausgeschieden wird, so dünkte mir, dass jene Frage durch Untersuchung der nach Genuss von *Zimmtsäure* im Schweisse erscheinenden Säure entschieden werden könnte; fände sich anstatt der *Zimmtsäure* *Benzoësäure*, so hätte dies einigermaassen dafür gesprochen, dass die *Zimmtsäure* vorher in *Hippursäure* verwandelt war und dass aus dieser erst die *Benzoësäure* hervorging. Würde sich dagegen *Zimmtsäure* im Schweisse finden, so wäre die Ansicht die wahrscheinlichere gewesen, dass die im Schweisse gefundene *Benzoësäure* vor ihrer Abscheidung auch nicht in *Hippursäure* verwandelt gewesen wäre. Leider konnten aber bei dem von *Schottin* ausgeführten Versuche nur Mengen zur mikroskopisch chemischen Untersuchung gewonnen werden: das Mikroskop gab aber bei der grossen Aehnlichkeit der Krystallform beider freien Säuren und ihrer Salze leider keine bestimmte Antwort.

Dass mit der tropfbarflüssigen Absonderung der Schweissdrüsen zugleich auch Gase exhalirt werden und zwar *Kohlensäure* und *Stickstoff*, ist von *Milly*, *Jurine*, *Ingenhouss*, *Spallanzani*, *Abernethy*, *Barruel* und *Collard de Martigny*²⁾ nachgewiesen worden. Nach letzterem Forscher ist das Verhältniss zwischen beiden Gasen sehr variabel; so soll in dem entwickelten Gase nach vegetabilischer Kost mehr *Kohlensäure*, nach animalischer mehr *Stickstoff* enthalten sein, nach *Abernethy* ist durchschnittlich in dem Gasgemenge etwas mehr als zwei Dritttheile *Kohlensäure* und

1) *Wolf*, Diss. inaug. sistens singul. cas. calculositatis. Tueb. 1817.

2) *Collard de Martigny*, Journ. de Physiol. T. 44, p. 4.

etwas weniger als ein Dritttheil Stickstoff enthalten. Während des eigentlichen Schwitzens, z. B. nach starker Leibesbewegung, soll im Ganzen weniger Gas exhalirt werden.

Ueber die Untersuchungsmethode des Schweisses bedarf es kaum weiterer Angaben, da von der Bestimmung der einzelnen im Scheweisse enthaltenen Stoffe schon an verschiedenen Orten die Rede gewesen ist; besonders beachtenswerth sind bei der Analyse des Schweisses die flüchtigen Substanzen, deren genauere Bestimmung nur durch sorgfältige Destillation zu erzielen ist. Andererseits ist die leichte Zersetzbarkeit des Schweisses und eine etwa nachträgliche Ammoniakbildung zu berücksichtigen.

Ueber die absoluten Quantitäten von Stoffen, welche in bestimmten Zeiten von den Schweissdrüsen und der Haut im Allgemeinen ausgeschieden werden, sind zahlreiche und zwar sehr sorgfältige Untersuchungen angestellt worden. Auf jene Untersuchungen, welche seit *Sanctorius* bis *Scharling* die Hautausdünstung mit der Lungenausdünstung gleichzeitig betrafen und ihre Grösse in Summa bestimmten, werden wir erst beim Respirationsproceß unsere Aufmerksamkeit lenken. *Cruikshank*, *Abernethy*, *Dalton* und *Anselmino* suchten auf verschiedene Weise die Grösse der Hautaussonderung zu berechnen, vorzüglich aber dadurch (wie *Anselmino*), dass die für einzelne Gliedmaassen oder Hautflächen gefundene Perspirationsgrösse auf die ganze Oberfläche des menschlichen Körpers übertragen wurde: allein abgesehen davon, dass die übrigen Unterlagen der Rechnung meist auf sehr unsichern Voraussetzungen beruhen, so kann besonders auch auf den Hauptwerth, d. i. die Zahl der excernirten Materien, gewonnen unter der Perspiration sehr ungünstigen Verhältnissen, kein grosses Gewicht gelegt werden. Der Schluss ex parte in totum dürfte wegen der ungleichen Vertheilung und ungleichen Ausbildung der Drüsen (z. B. unter den Achselhöhlen) hier weniger gestattet sein, als bei irgend einem andern Gegenstande; endlich muss aber die eingeschlossene Hautfläche ganz anders fungiren, als die freie mit der Atmosphaere communicirende.

Etwas näher der Wahrheit dürften die auf *Seguin's*¹⁾ ausserordentlich mühsame Versuche begründeten Berechnungen kommen, obwohl bei diesen die nicht flüchtigen Bestandtheile der Hautabsonderung gar nicht mit in Rechnung gebracht sind. *Seguin* gelangte dadurch zu absoluten Zahlen über die Grösse der durch die Haut respirirten Materien, dass er Wägungen seines Körpers in der Weise anstellte, dass er den Gewichtsverlust des Körpers bei freiem Athmen und Perspiriren in der Luft bestimmte und diesen dann mit dem Gewichtsverluste verglich, welchen der Körper erlitt, wenn die Perspiration in einer luftdichten Hülle zurückgehalten wurde. Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Menge der durch die Haut abgedunsteten Stoffe sich zu der Zahl der durch die Lun-

1) *Seguin*, Ann. de Chim. T. 90, p. 52—82 et 413—580.

gen ausgeschiedenen durchschnittlich wie 2 : 4 verhält, eine Proportion, zu der auch ziemlich die noch sorgfältiger ausgeführten Versuche von *Valentin* führen, wenn man sie, wie *Krause*¹⁾ dies thut, aus der auf 24 St. berechneten Summe der durch die Lunge exspirirten Mengen von Wasser und Kohlensäure und dem in gleichen Zeiten stattfindenden Gewichtsverluste durch Lungen- und Hautausdünstung ableitet. *Valentin*²⁾ fand bei dreitägigen Wägungen, dass sein Körper durch die Haut- und Lungenausdünstung durchschnittlich in 24 St. = 1246,93 grm. verlor; aus seinen Messungen der exspirirten Quantitäten Wasser und Kohlensäure unter Rücksichtnahme des inspirirten Sauerstoffs geht aber hervor, dass in gleicher Zeit *Valentin* durch die Lungen allein durchschnittlich einen Gewichtsverlust von 455,18 grm. erlitt, also war die Perspirationsgrösse für 24 St. = 791,75 grm., demnach die Proportion der perspirirten Stoffe zu den exspirirten annähernd = 9 : 5. *Valentin*³⁾ findet es trotz dem, dass der angeführten Berechnung nach seine Versuche fast zu demselben Resultate, wie die *Seguin's* führen, ganz unmöglich, dass durch die Hautperspiration mehr Stoffe eliminirt würden, als durch die Lungenexhalation; allein mit *Krause* muss ich doch die angegebene Proportion für höchst wahrscheinlich halten. Es scheint mir nämlich, dass dem Athmungsprozesse seine vollkommene Dignität gewahrt wird, sobald man erwägt, dass der durch die Lungenexhalation entstandene Gewichtsverlust nur deshalb so gering ausfällt, weil dort Sauerstoff in grosser Menge aufgenommen wird, was bei der Perspiration nicht der Fall ist. Vergleicht man nämlich die in 24 St. durch die Lungen eliminirten Mengen Kohlenstoff und Wasserstoff mit dem Wasserstoff und Kohlenstoff (die ja auch ihre Oxydation grösstentheils dem durch die Lungen aufgenommenen Sauerstoff verdanken), so stellt sich das Verhältniss bedeutend anders und zwar zu Gunsten der Lungenexhalation heraus; das Gewichtsverhältniss der Summe dieser Elemente in der Hautausdünstung ergiebt sich nämlich zu der der Lungenexhalation = 14 : 24. Daher dürfte wohl die *Seguin'sche* Proportion nichts so Auffallendes haben, dass an ihrer annähernden Richtigkeit zu zweifeln wäre.

Nach *Brunner* und *Valentin*⁴⁾ werden stündlich ungefähr 40,4 grm. Kohlenstoff, nach *Vierordt* = 4,5 grm. Wasserstoff unter der Form von Kohlensäure und Wasser exspirirt; wenn wir den von *Valentin* für die Perspiration gefundenen Werth, auf die Stunde = 51,95 grm., als bestehend aus 0,93 grm. Kohlensäure (nach *Abernethy*) 0,34 grm. Stickstoff und 50,74 grm. Wasser annehmen dürfen, so würden in einer Stunde durch die Haut 0,25 grm. Kohlenstoff, 0,92 grm. Stickstoff und 5,57 grm. Wasserstoff perspirirt werden. Die Ausscheidung sauerstoffloser Elemente durch die Lungen würde sich also zu der durch die Haut verhalten wie 41,9 : 6,75; dieses Verhältniss würde demnach ungefähr dem von 24 : 14 entsprechen. Stellt man die Mengen der von der Lunge exhalirten Oxyde mit denen der Hautausdünstung zu-

1) *Krause*, a. a. O. S. 144.

2) *Valentin*, Lehrb. d. Physiol. d. M. Bd. 4, S. 744.

3) *Ders.*, a. a. O. S. 582.

4) *Brunner* und *Valentin*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 2, S. 373—417.

- sammen, so findet man, dass die Grösse der erstern fast vollkommen gleich ist der der letztern: denn von der Lunge werden in 4 St. 51,53 grm. Kohlensäure + Wasser exhalirt, von der Haut 51,95 grm. derselben Oxyde nebst Stickstoff.

Ueber die Quantitäten tropfbarflüssigen Schweisses, welche unter besondern Verhältnissen, z. B. bei starker Bewegung, nach Wassertrinken und Einwicklung in wollne Decken, im Dampfbade u. dergl. abgeseondert werden, giebt es sehr wenige und der Natur der Sache nach sehr ungenaue Bestimmungen; wir erwähnen von den bezüglichen Beobachtungen nur die *Berthold's*¹⁾, da sie im Dampfbade, also unter Verhältnissen gemacht wurden, wo der ausgetretene Schweiß nicht abdunsten und auch von der Lunge schwerlich Wasser abgegeben werden konnte; *Berthold* fand an sich, nachdem er eine halbe Stunde im Dampfbade verweilt hatte, einen Gewichtsverlust von 1½ Pfund; da die durch die Lungen exhalirte Kohlensäure durch den inspirirten Sauerstoff ziemlich ersetzt wird, so würde man wohl annehmen können, dass ein Erwachsener im Dampfbade innerhalb einer Minute etwa 25 grm. Schweiß verliere.

Nach *Favre* soll der von einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten gesammelte Schweiß ziemlich constante Zusammensetzungsverhältnisse darbieten, was *Favre* aber nicht durch Anführung seiner Versuche bewiesen hat und bei einem Gehalte des Schweisses von 0,447% fester Bestandtheile (nach *Favre*) nicht gut nachweisbar gewesen sein möchte.

Nach *Abernethy*²⁾ werden binnen 24 St. von der Haut eines Erwachsenen ungefähr 442 Cubikzoll Kohlensäure exhalirt.

Krause berechnet, dass von einem Erwachsenen binnen 24 St. 794,5 grm. Wasser, 7,98 grm. organischer und flüchtiger Materien und 2,66 grm. Mineralsubstanzen durch den Schweiß excernirt werden.

Rücksichtlich der Quellen der Hautausdünstung waren die Ansichten der Physiologen lange getheilt, da einige allen Hautdunst und Schweiß nur von den Schweißdrüsen ableiteten, andre aber auch der Epidermis eine Permeabilität für elastisch flüssige Stoffe vindicirten.

Die Wichtigkeit der Hautausdünstung tritt Laien und Aerzten so klar vor Augen, dass man glauben sollte, die Zwecke derselben seien leicht zu erklären, und doch sind wir höchstens im Stande, Hypothesen darüber aufzustellen. Unzweifelhaft zwar, aber minder erheblich ist der Zweck der Hautausdünstung, die Temperatur des thierischen Körpers zu reguliren. Obgleich physikalische Gesetze und physiologische Erfahrungen vollkommen für diese Function der Hautausdünstung sprechen, so wird sie doch im Allgemeinen wohl etwas überschätzt, da einerseits die äussere Temperatur doch fast immer unter der Temperatur des Körpers ist und es daher nicht erst der Verdunstung tropfbarer Flüssigkeiten bedarf, um den Organismus von der Peripherie her abzukühlen, und da andererseits die Thätigkeit der Lungen, durch welche fast unmittelbar das

1) *Berthold*, Müller's Arch. 4838.

2) *Abernethy*, Chir. u. phys. Versuche, übers. v. Brandis. Leipz. 4795.

Blut abgekühlt wird, jenen Zweck in viel höherm Grade erfüllt. Das reichliche Vorkommen jener flüchtigen Säuren, die nur wenige Atome Sauerstoff brauchen, um in Oxalsäure oder Kohlensäure und Wasser verwandelt zu werden, könnten darauf hindeuten, dass die Materien, welche im Blute nicht vollkommen zu Wasser und Kohlensäure oxydirt werden, ihren Ausweg aus dem Körper, anstatt durch die Lungen oder den Harn, durch die Haut nehmen.

Gewöhnlich hält man dafür, dass durch die Ausdünstung gewisse Stoffe entfernt werden, deren Zurückhaltung bei Unterdrückung des Schweisses verschiedene krankhafte Zustände hervorzurufen im Stande sein solle. Der nüchternste Beobachter kann den oft äusserst nachtheiligen Einfluss selbst nur partieller Unterdrückung der Ausdünstung nicht in Abrede stellen, und dennoch giebt die immerhin unvollkommene Analyse der chemischen Bestandtheile, welche die Haut absondert, nicht nur keinen Aufschluss, sondern sie könnte vielleicht zu dem Glauben verleiten, dass namentlich durch die Nieren diese Function der Haut vollkommen ersetzt werden könne; denn die Bestandtheile des Schweisses sind ja zum Theil im Harn enthalten. Man würde aber offenbar zu viel schliessen, wollte man nach den Untersuchungen der Chemiker der Hautausdünstung eine geringere Bedeutung zuschreiben. Lassen sich auch einzelne Symptomengruppen unmittelbar von der durch die jähe Abkühlung bedingten Affection der peripherischen Nerven ableiten, so ist der Complex der Folgeerscheinungen doch der Art, dass man unwillkürlich dazu geleitet wird, an die Retention gewisser deleterer Stoffe zu denken. Bei der Unvollkommenheit der zoochemischen Analyse rücksichtlich der flüchtigen, riechenden Stoffe kann man wohl glauben, dass jene Riechstoffe, welche im Schweisse stets mehr oder weniger hervortreten, in der Blutmetamorphose ebensowohl als in den Functionen einzelner Organe bestimmte Veränderungen hervorbringen, die unter verschiedenen Formen sich in den Erkältungskrankheiten kund geben; bringen doch viele aus der Arzneimittellehre und Toxikologie bekannte flüchtige Stoffe auch schon in höchst geringen Mengen, wenn sie in die Säftemasse gelangen, die drohendsten krankhaften Erscheinungen hervor. In keiner Ausscheidung, selbst nicht in der so analogen Lungenexhalation, finden sich so verschiedene und so penetrante eigenthümliche Riechstoffe, als in der Hautausdünstung; in den Körper aufgenommene, stark riechende Materien, z. B. Copaivabalsamöl, Moschus, Aether, die bei Sectionen sich verbreitenden Miasmen werden nicht blos mit den Flatus und der Lungenexhalation ausgeschieden, sondern in der That auch durch die Hautausdünstung. Es gewinnt also den Anschein, als ob die Haut gleich den meisten andern Organen der Abscheidung gewisser ihr vorzugsweise eigenthümlicher Stoffe vorstände und dadurch einen ihr speciell zugewiesenen Zweck im Haushalte des thierischen Organismus erfüllte.

Consequenter Weise sollten wir hier einen Abschnitt über die Lungenexhalation folgen lassen, allein die positiven Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen

über die Lungenexhalation hängen so innig mit den den Respirationsprocess betreffenden Untersuchungen zusammen, dass wir weilläufig oder unklar zu werden befürchten müssten, wollten wir der Systematik zu Liebe die von einer einheitlichen Idee geleiteten Untersuchungen keck auseinander reissen.

H a r n .

Wenn Physiologie und Medicin von irgend einem Theile der Zoochemie bündige Aufschlüsse über die vegetativen Processe im gesunden und kranken Thierkörper erwarten durften, so war es gewiss der Harn. Denn wenn die physikalischen Eigenschaften und Veränderungen des Harns unter verschiedenen Bedingungen schon im Alterthume die Aufmerksamkeit der Weisen auf sich gezogen und zur Erkenntniss einer Anzahl zwar unerklärlicher aber bedeutungsvoller Thatsachen geführt hatten: so musste auch nach dem Wiederaufleben wissenschaftlicher Forschung dieser Gegenstand einer genauern Untersuchung am zugänglichsten sein. Dazu kam, dass die Leichtigkeit, mit welcher das Material zu solchen Untersuchungen erlangt werden konnte, die Bestrebungen der Forscher mehr unterstützte, als bei den meisten Objecten der Naturwissenschaft der Fall ist. Es konnte daher kaum anders kommen, als dass die ersten Forscher, welche in der neuen Zeit ihre Beobachtungen auf thierische Erscheinungen richteten, vorzugsweise über diesen Gegenstand Licht zu verbreiten suchten. Männer, die in allen Theilen der Wissenschaft jenes Zeitalters glänzten, *van Helmont*, ein *Boerhave* und Andere stellten schon werthvolle Versuche mit dem Harne an; Männer, welche die neuere Chemie mit gründen halfen, lieferten schon ziemlich ausführliche Analysen dieser sehr zusammengesetzten Flüssigkeit, wir nennen von diesen nur *Cruikshank*, *Fourcroy* und *Vauquelin*; im Anfange unsers Jahrhunderts war eine der ersten Arbeiten des jungen *Berzelius* eine Analyse des Harns, die selbst nach fünf Decennien noch als Norm für die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit so wie für das analytische Verfahren gelten kann. Die Forscher der Neuzeit haben sich mit all dem Eifer und Enthusiasmus, den eine neuentstehende oder wiedererstandene Wissenschaft erregt, auf die chemische Untersuchung des Harns geworfen; die neuere Literatur ist daher überreich an Arbeiten, welche diesen Gegenstand betreffen; es fehlt ebensowenig an systematisch durchgeführten, von physiologischen oder pathologischen Gesichtspunkten aus eingeleiteten Untersuchungen, als etwa ein Mangel an Einzelanalysen zu bemerken wäre, die nur von rein chemischem Standpunkte aus oder auch nur zu diagnostischen Einzelzwecken angestellt worden sind. Es liegt vielmehr ein solches Material vor uns aufgethürmt, dass man, der trägen Masse nach zu urtheilen, glauben sollte, die Lehre vom Harn sei der vollendetste Theil der physiologischen Chemie. In wie weit dieser Glaube gerechtfertigt

tigt sein mag, das überlassen wir Jedem nach dem Folgenden selbst zu beurtheilen.

Kaum bedarf es der Erwähnung, dass der Harn vom physiologischen Standpunkte aus zu betrachten ist als eine vom thierischen Organismus durch bestimmte Organe, die Nieren, ausgeschiedene Flüssigkeit, welche gewisse entweder bei der thierischen Stoffmetamorphose unbrauchbar gewordene oder dem Thierkörper zugeführte, den thierischen Functionen aber unzutragliche, auflösliche, stickstoffhaltige und salzige Stoffe enthält.

Fassen wir zunächst den normalen, menschlichen Harn ins Auge, so zeigt sich derselbe im frischen Zustande von licht- oder dunkelbernsteingelber Farbe und bitterlich salzigem Geschmacke; frisch gelassen, wo er noch die Temperatur des thierischen Körpers hat und vollkommen klar und durchsichtig ist, riecht er eigenthümlich, schwach aromatisch; er ist immer etwas schwerer als Wasser; doch steigt seine Dichtigkeit nie über 1,03 (d. h. im normalen Zustande); er röthet Lackmuspapier deutlich, jedoch bald mehr bald weniger stark. Beim Aufbewahren des Harns in reinen Gefässen zersetzt er sich, besonders wenn er nicht allzuwenig feste Bestandtheile enthält, keineswegs so leicht, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. Kurz nach dem Erkalten pflegt sich, wenigstens im concentrirteren Harne, wenn solcher längere Zeit in der Harnblase verweilt hat, also z. B. im Morgenharn, ein leichtes Wölkchen zu bilden, welches sich allmählig zu Boden senkt. Bei längerem Stehen in mittlerer Temperatur nimmt allmählig seine saure Reaction zu und es scheiden sich, namentlich in dem schleimigen Sedimente und an den Wänden des Gefässes, gelbrothe, schon mit blossen Augen erkennbare Krystalle ab. In diesem Zustande kann der Harn oft wochenlang verweilen ohne weitere Zersetzung. War der Harn aber sehr verdünnt, stieg die Temperatur über das gewöhnliche Mittel, so tritt sehr bald anstatt der sauren Gährung eine andre ein. Der Harn bedeckt sich zunächst mit einem dünnen, fettglänzenden und oft irisirenden Häutchen, von welchem Bruchstücke sich allmählig zu Boden senken; dem schleimigen Sedimente mischen sich schmutzig gelbweisse Flocken bei, die Farbe des Harns verblasst, seine Reaction wird alkalisch, er beginnt einen widrig ammoniakalischen Geruch zu entwickeln; an die Stelle der rothgelben Krystalle sind weisse Körnchen getreten, und diesen haben sich farblose, stark lichtbrechende, prismatische Krystallchen beigesellt.

Der Harn der fleischfressenden Säugethiere unterscheidet sich wenig von dem des Menschen; er ist vollkommen klar und meist von viel lichterer, fast strohgelber Farbe und röthet Lackmuspapier stark; dagegen ist der Harn pflanzenfressender Thiere gewöhnlich trüb, wo nicht stark sedimentirend, von schmutziggelber Farbe, widrig süßlichem Geruche und alkalischer Reaction.

Der Harn der Vögel und Amphibien, also derjenigen Thiere, bei denen die Ausführungsgänge der Nieren in das Rectum münden, ist frisch

entleert gallertartig, halbflüssig, durchscheinend, trocknet aber an der Luft sehr bald zu weissen, käseartig bröcklichen Massen aus.

An morphotischen Bestandtheilen enthält der normale Harn weniger, als irgend eine andre thierische Flüssigkeit, doch pflegt das oft ganz eigenthümlich geformte Plattenepithelium der Harnwege, namentlich der Harnblase, niemals gänzlich zu fehlen; auf die verschiedenen Formen des Harnblasenepitheliums, welches zuweilen dreizackigen Klammern gleicht, zwischen denen die gewöhnlicheren Formen von Pflasterepithelium eingeschlossen sind, hat hauptsächlich *Virchow* aufmerksam gemacht; das Erscheinen solcher Zellen im Harn ist nur selten; sie werden noch zusammenhängend im Harn nur gefunden, wenn eine reichliche Abschilferung des Epitheliums der Harnwege stattfindet, z. B. öfter nach *Scarlatina*, seltener nach *Erysipelas*.

In dem schleimigen Sedimente normalen Harns findet man bei aufmerksamem Suchen durch das Mikroskop auch einzelne, wohlgebildete Schleimkörperchen mit einfachem linsenförmigen Kern; eine Vermehrung derselben tritt oft schon bei leichteren Reizungen der Blaseschleimhaut ein, noch mehr aber bei Blasenkatarrhen und *Pyelitis*, wo der Harn oft ein bedeutendes, scheinbar eitriges Sediment absetzt. Bei *Gonorrhoeen* pflegen die der *Urethra* entsprossenen Schleimkörperchen sich von denen der Harnblase und übrigen Harnwege durch ihre Grösse und ihr glashelles, wenig granulirtes Ansehn zu unterscheiden, bei Leiden der *Prostata* treten die cytoïden, ziemlich leicht unterscheidbaren Körperchen dieser Drüse auf.

Unter den mikroskopisch erkennbaren Moleculen krankhaften Harns haben seit *Nasse's*¹⁾, *Henle's*²⁾ und *Simon's*³⁾ Untersuchungen besonders die schlauchförmigen oder cylindrischen Körper die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen; will man dieselben ihrer Textur nach unterscheiden, so lassen sie sich in drei verschiedene Arten eintheilen, nämlich erstens solche Schläuche, welche aus dem Epithelialüberzuge der *Bellini'schen* Röhrchen selbst zu bestehen scheinen; diese bilden ziemlich regelmässige Schläuche, an welchen die kleinen Zellen und Zellenkerne fast honigwabeförmig gruppirt erscheinen; solche Cylinder finden sich gewöhnlich nur im *Desquamationsstadium acuter Exantheme* und im Beginne jeder entzündlichen Reizung der Nieren. Die zweite Art solcher Cylinder besteht aus frischem Exsudat, welches, in den *Bellini'schen* Röhrchen gebildet, deren Form beibehalten hat; es sind cylindrische granulirte Stücke, welche Blutkörperchen und Eiterkörperchen eingeschlossen enthalten, ihrer Grundmasse nach aber aus Faserstoff bestehen, wenigstens löst sich diese in Alkalien ziemlich leicht auf, während die eingeschlossenen Blutkörperchen und Eiterkörperchen theils zerstört

1) *Nasse*, Correspondenzbl. rh. u. westph. Aerzte. 1843. S. 424.

2) *Henle*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 1, S. 60 u. 68.

3) *Simon*, Müller's Arch. 1843. S. 26.

theils in der Flüssigkeit vertheilt werden; da sie demnach wahrhaft croupöse Exsudate sind, so werden sie bei allen den entzündlichen Nierenleiden vorkommen, die man als acute Form der Bright'schen Krankheit zu betrachten pflegt. Noch macht sich aber oft auch eine dritte Form solcher Schläuche bemerkbar; dieselben gleichen hohlen Cylindern mit so hyalinen Wänden, dass sie unter dem Mikroskop ziemlich schwer und am leichtesten noch durch Benutzung der Blendung zu entdecken sind; sie sind häufig zusammengefallen, bilden Falten und scheinen manchmal wie um ihre Achse gewunden; dieselben kommen gewöhnlich nur vereinzelt in den chronischen Formen der Bright'schen Krankheit, namentlich bei ausgebildeter Fettniere vor; unter Anwendung von Kali verschwinden sie mit Zurücklassung einer feinen, granulösen Materie; hie und da bemerkt man in ihnen eine Epithelialzelle oder ein Rudiment derselben; ich habe diese Art von Formen bisher für die Membrana propria der Harncanälchen gehalten; *Frerichs* sieht sie dagegen für plattgedrückte Faserstoffgerinsel an (*F. T.* 14, *F.* 1, 2 u. 3).

Spermatozoïden finden sich im Harn gewöhnlich nach Pollutionen oder Ausübung des Coitus; auch sollen sie im Harne bei der wohl etwas selten vorkommenden Spermatorrhoe gefunden werden. Im Harn Typhöser findet man sie nicht selten; doch ist in solchen Fällen wohl eine Erection mit Saamenergiessung vorhergegangen; ja sie scheinen in dieser Krankheit zuweilen aus der Urethra in die Blase zu wandern; denn nach dem Tode Typhöser entdeckt man solche zuweilen auf der Blasen-schleimhaut.

Nach *Bethe*¹⁾ sollen auch bei jungen gesunden Männern ohne vorangegangene Pollution oder Coitus Spermatozoen im Harn vorkommen, was von *Clemens*²⁾ aber durchaus nicht beobachtet werden konnte.

Längliche Schleimpfropfen, die unter dem Mikroskope aus eng aneinander reihenweise gelagerten Schleimkörperchen zusammengesetzt sich zeigen, findet man oft nach Gonorrhoe und beim sg. Goutte militaire, am häufigsten aber bei Leiden der Prostata.

Blutkörperchen werden sehr häufig gefunden; die Quelle derselben kann natürlicher Weise sehr verschieden sein; in geringern Mengen kommen sie bei Entzündungen der Nieren und Harnwege vor, besonders aber bei Bright'scher Krankheit, wo sie fast in allen Stadien derselben gefunden werden; ist der Harn sauer, so erhalten sich die Blutzellen lange Zeit unversehrt, höchstens werden sie etwas gezackt; gewöhnlich sind sie etwas aufgequollen und nähern sich der sphaerischen Form, meist etwas blasser als im gewöhnlichen Zustande, dabei aber noch scharf contourirt. Der Salzgehalt des Harns ist wohl die Ursache, dass man sie nie rollenförmig an einander gereiht findet.

1) *Bethe*, de spermatozois Diss. inaug. Berol. 1854.

2) *Clemens*, de semine urinae intermixto et de seminis excretionem involuntaria. Heidelb. 1849.

Faserstoff in grössern Klumpen findet sich im Harn nur bei heftigern Entzündungen der Nieren oder Harnwege, dann aber immer auch Blutkörperchen.

Wird der Harn nicht ganz frisch untersucht, so findet man oft noch gewisse organisirte Materien, die den Vegetabilien oder den Infusorien beizuzählen sind. Im sauren Harn entwickeln sich allmählig, und zwar vorzugsweise in dem schleimigen Sedimente, und wie es den Anschein hat, auch aus diesem selbst, mikroskopische Fadenpilze, sehr ähnlich der *Mykoderma cerevisiae*; sie sind nur erheblich kleiner als diese ($\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{330}$ "), mehr sphaerisch als oblong, haben einen deutlichen excentrischen, runden Kern und scheinen sich ganz in derselben Weise, wie die Hefenpilze zu entwickeln; wenn der Harn anfängt, seine saure Reaction zu verlieren, finden sie sich auch an der Oberfläche desselben, und scheinen zur Bildung der dann gewöhnlich bemerkbaren Häutchen beizutragen. Erst wenn der Harn alkalisch zu werden anfängt, entstehen complicirtere, vegetabilische Organismen; man findet dann zahlreiche Conferenzfäden mit und ohne Sporen, die oft ein dichtes Gewirr bilden, dessen einzelne Fäden selbst bei schwachen Vergrösserungen gewöhnlich über das ganze Sehfeld hinweggehen (F. T. 14, F. 4.)

Im alkalisch gewordenen Harne sind immer Infusorien zu erkennen, hauptsächlich die gewöhnlichen, faden- oder stäbchenförmigen *Vibrionen* (*Vibrio lineola*?), aber auch punctförmige, bewegliche Molecüle, die *Höfle*¹⁾ für *Monas termo* Ehrenb. hält.

*Heller*²⁾ hat im Harn auch die *Sarcina ventriculi* Goods. früher einmal und neuerdings in 2 Fällen von »Spinalirritation« gefunden.

Wir gehen zu den nicht organischen Bildungen chemischer Stoffe über, die sich im Harn vorfinden, und, wenn sie in grösserer Menge vorkommen, die sogenannten Harnsedimente darstellen; unter diesen steht das gewöhnliche amorphe harnsaure Natron oben an, von welchem im 1. Th., S. 191 u. 200—202 ausführlich gesprochen worden ist. Es ist ebendasselbst erwähnt worden, dass die dunkeln, kuglichen, mit feinen Nadeln besetzten Molecüle harnsauren Ammoniaks nur in alkalisch gewordenem Harne vorkommen.

Die prismatischen Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak finden sich nur in neutralem oder alkalischem Harne; von ihnen ist ebenfalls bereits im 1. Th. (S. 398) die Rede gewesen.

Die oktaëdrischen Krystalle oxalsauren Kalks, die im normalen Harne in geringerer Menge, bei gewissen krankhaften Zuständen aber in grösserer Menge gefunden werden, sind ebenfalls schon Th. 1, S. 44—46 beschrieben worden.

Zu den seltenern spontanen Niederschlägen krankhaften Harns gehören die Krystalle des Th. 1, S. 173—175 beschriebenen Cystins.

1) *Höfle*, Chem. und Mikr. Nachträge, S. 459.

2) *Heller*, Arch. f. pathol. Ch. u. Mikrosk. Bd. 4, H. 5. F. 5. u. N. F. Bd. 4, S. 26.

Unter den chemischen Bestandtheilen des Harns steht der Harnstoff oben an und zwar ebensowohl deshalb, weil er an Menge alle übrigen festen Bestandtheile des Harns übertrifft, als auch wegen der bedeutenden Rollen, die er unter den Trümmern der thierischen Stoffmetamorphose in physiologischer sowohl als chemischer Hinsicht spielt. Alle diese Beziehungen sind bereits im 1. Th., S. 154—168 ausführlich in Betracht gezogen worden.

Von dem Vorkommen der Harnsäure im Harn gilt vollkommen dasselbe. (Th. 1, S. 188—205).

Dass Hippursäure auch als normaler Bestandtheil des menschlichen Harns zu betrachten ist, wurde bei der (Th. 1, S. 179—188 befindlichen) Beschreibung des chemischen und physiologischen Verhaltens dieser Säure mit erwähnt.

Liebig's Entdeckung, dass die in der Fleischflüssigkeit enthaltenen, stickstoffhaltigen, krystallisirbaren Körper: Kreatin und Kreatinin, auch im Harne vorkommen, veranlasste uns im 1. Th., (S. 148—154) näher auf diese Stoffe einzugehen.

Ueber die wechselnde Gegenwart und Abwesenheit von Milchsäure und milchsauren Salzen haben wir uns ebenfalls bereits Th. 1, S. 107 ausgesprochen.

Die leidigen Extractivstoffe und Farbstoffe des Harns haben wir Th. 1, S. 298—301 in möglichster Kürze behandelt; wir würden hier durch Aufzählung der zahlreichen, resultatlosen Versuche, die über dieselben angestellt worden sind, nur in Verwirrung zu gerathen fürchten und schweigen darüber in der Erwartung, dass wir bald von einem tüchtigen Forscher wahrhaft wissenschaftliche Aufschlüsse darüber erhalten werden. Soviel dürfen wir jedoch nicht unerwähnt lassen, dass die Extractivstoffe in sehr variablen Mengen im Harn vorkommen, besonders in Krankheiten; indessen ist dies auch im gesunden Zustande unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen der Fall. So fand z. B. Scherer¹⁾, dass Kinder relativ zu ihrem Körpergewichte in 24 St. weit mehr Extractivstoffe durch den Harn entleeren, als Erwachsene. Für 1 Klgrm. des Körpergewichts eines Kindes fand er als Summe der 24stündigen Ausscheidung 0,346 grm., dagegen für das Erwachsene nur = 0,156 grm. Merkwürdiger noch ist eine andere von Scherer an einem Irren gemachte Beobachtung, derselbe hatte 4 Wochen lang fast gar keine Nahrung zu sich genommen und entleerte doch noch viel Extractivstoffe und sogar mehr als Harnstoff, nämlich in 24 St. 9,48 grm. Harnstoff und 10,59 grm. Extractivstoffe.

Eine in diesen Extractivstoffen verborgene Materie dürfen wir nicht ganz unberührt lassen, auf welche die Aufmerksamkeit der Chemiker durch Scharling²⁾ gelenkt wurde. Diese Materie ist im aetherischen Ex-

1) J. Scherer, Verh. d. physik.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 3, S. 187—190.

2) Scharling, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42, S. 265.

tracte des Harns enthalten, daselbst aber gemengt mit Farbstoff und einer fettigen Materie und flüchtigen Fettsäuren. Leider ist es nicht gelungen, diese Materie im völlig reinen Zustande zu erhalten und genauer zu studiren.

Der fragliche Körper, von *Scharling* Omichmyloxyd genannt, ist harzähnlich, schmilzt schon in kochendem Wasser zu einem gelblichen Oele, löst sich in Alkohol, Aether und Alkalien auf; ob die saure Reaction von einer anhängenden Säure abhängt oder dem Omichmyloxyd angehört, muss zur Zeit noch unentschieden bleiben; trocken riecht er nach Castoreum, feucht aber mehr urinös, mit etwas Terpentinöl versetzt veilchenartig; beim Erhitzen wird er zersetzt. Durch Behandlung mit Chlorgas erhielt *Scharling* daraus einen Körper, dessen Zusammensetzung er = $C_{14}H_5ClO_3$ fand, also vollkommen isomer dem Chlorsalicyl. Es muss aber noch dahin gestellt bleiben, ob das fragliche Omichmyloxyd wirklich praeformirt und der eben beschriebene Stoff die einfache Wasserstoffverbindung der von *Scharling* analysirten Chlorverbindung ist = $C_{14}H_6O_3$, isomer dem Salicylwasserstoff; denn jene könnte leicht das Zersetzungsproduct einer complicirteren Verbindung sein. Leider ist der oben beschriebene Körper zur Elementaranalyse untauglich, indem er noch nicht völlig rein hat dargestellt werden können. Gegen salpetersaures Eisenoxyd giebt übrigens das besagte Omichmyloxyd nicht dieselbe Reaction, wie die Salicylverbindungen.

Schleimsaft findet sich, wie schon oben erwähnt, immer, wenn auch oft in sehr geringer Quantität im normalen Harn; er hat alle die S. 349 im Allgemeinen dem Schleimsafte zugeschriebenen Eigenschaften.

Chlornatrium und Chlorkalium finden sich im Harn in sehr variablen Mengen, worauf bereits Th. 1, S. 405 hingewiesen worden ist. Neuerdings hat *Hegar*¹⁾ unter *Jul. Vogel's* Leitung an 8 Personen Versuche über die Schwankungen im Chlorgehalte des Harns angestellt, die Resultate dieser Arbeit sind folgende: Der mittlere Gehalt des Harns am Chlor beträgt für 24 St. 40,46 grm., indessen ist dessen Menge bei verschiedenen Personen sehr verschieden. Nachmittags ist die Chlorausscheidung am bedeutendsten (jedoch nicht unmittelbar nach der Mahlzeit), in der Nacht sinkt dieselbe meist bedeutend und steigt wieder am Morgen. Körperliche Bewegung vermehrt die Chlorausscheidung, Unpässlichkeit vermindert sie ziemlich schnell. Durch Wassertrinken wird die Ausscheidung vermehrt, indessen vermindert sie sich dann später um so mehr. Werden nach dem Fasten Chlorverbindungen aufgenommen, so bleibt die Ausscheidung einige Zeit geringer als sie sonst sein würde. Auch wenn keine Chlorverbindungen von aussen aufgenommen werden, wird immer etwas Chloralkali durch den Harn ausgeschieden. Wird mehr Chlor, als gewöhnlich, aufgenommen, so steigt die Ausscheidung nur auf kurze Zeit; es wird aber im Ganzen weniger Chlor durch den Harn excernirt, als aufgenommen worden ist; der Chlorüberschuss muss also auf anderm Wege entleert werden.

Unter gewissen pathologischen Verhältnissen wird die Menge des Chlors im Harn oft ausserordentlich vermindert; dies ist nämlich in allen

1) *Hegar*, Ueber die Ausscheidung der Chlorverbindungen durch den Harn. Inauguralabh. d. med. Fac. zu Giessen vorgel. 1852.

den Fällen bemerkbar, wo reichliche Exsudate aus dem Blute ausgeschieden werden; oft zeigt sich diese Verminderung jedoch nur, wenn man die in 24 St. durch den Harn entleerten Chlormengen vergleicht, z. B. bei acutem Hydrops, acuter Bright'scher Krankheit, bei heftigen Diarrhoen, Cholera und Typhus. Dagegen ist das Chlor im Harn bei heftigen Entzündungen oft so vermindert, dass salpetersaures Silberoxyd kaum eine Trübung bedingt. *Heller*¹⁾ beobachtete dies zuerst bei Pneumonien und später auch bei andern bedeutenden Entzündungen. *Redtenbacher*²⁾ hat aber in 80 Fällen von Pneumonien die Menge des Chlornatriums auf ein Minimum schwinden sehen; auf der Höhe der Krankheit giebt salpetersaures Silberoxyd im angesäuerten Harn gar keinen Niederschlag; mit der Abnahme des entzündlichen Processes vermehren sich die Chlorverbindungen wieder allmählig. Selbst nach Gebrauch von Salzsäure vermochte *Redtenbacher* bei Pneumonikern kein Chlor im Harn zu finden. Auch bei frischen Nachschüben in der Lungentuberculose verschwindet demselben Forscher zufolge das Chlor auf kurze Zeit aus dem Harn. Bei acutem Rheumatismus, capillärer Bronchitis und im Typhus verschwindet auch nicht selten das Chlor auf kurze Zeit, jedoch keineswegs constant.

Von dem Gehalte des normalen Harns an schwefelsauren Salzen ist ebenfalls bereits im 1. Th. (S. 412) die Rede gewesen. Ueber die Schwankungen im Gehalte des Harns an Schwefelsäure haben insbesondere *Bence Jones*³⁾ und *Gruner*⁴⁾ unter *Jul. Vogel's* Leitung eine Untersuchung ausgeführt, deren Resultate folgende sind: Ein Erwachsener (60 Klgrm. schwer) entleert durchschnittlich in 24 St. 2,094 grm. Schwefelsäure (*Gruner*). In der Verdauungszeit steigt die Menge ausgeschiedener Schwefelsäure, sinkt etwas in der Nacht und erreicht in den Vormittagsstunden ihr Minimum (*Gruner* und *Jones*). Nur särke körperliche Bewegung und psychische Erregung scheint auf Vermehrung der Schwefelsäure im Harne hinzuwirken, mässige Bewegung aber gar nicht (*Jones* und *Gruner*). Fasten vermindert wenigstens in den ersten 24 St. die Schwefelsäureexcretion nicht. Durch reichliches Wassertrinken wird diese Ausscheidung auf kurze Zeit vermehrt, sinkt aber später um so mehr (*Gruner*). Eingenommenes schwefelsaures Natron, Kali oder Talkerde wird in den folgenden 18 bis 24 St. durch den Harn vollständig wieder ausgeschieden (*Gruner* und *Jones*). Auch nach Einnahme von Schwefel nimmt der Schwefelsäuregehalt des Harns zu.

Dass krankhafte Zustände auch auf die Schwefelsäureexcretion einen entschiedenen Einfluss äussern, ist von verschiedenen Seiten her nachge-

1) *Heller*, Arch. Bd. 1, S. 214 u. Bd. 4, S. 516—526.

2) *Redtenbacher*, Ber. d. kais. Ak. d. Wiss. zu Wien 1850.

3) *Bence Jones*, Philosoph. transact. 1849. p. 252—260.

4) *Gruner*, die Ausscheidung der Schwefelsäure durch den Harn. Inaug.-Abh. der med. Fac. zu Giessen vorgel. 1852.

wiesen worden. So glaubt *Heller*¹⁾ gefunden zu haben, dass bei lebhaftem Respirationsprocess (er versteht darunter entzündliche Krankheiten, »wo die Hyperinosis sanguinis zugegen«) die Menge der Sulphate im Harn (entsprechend dem Grade der Entzündung) zunehme. Vermindert fand er die Zahl dieser Salze im Harn bei Chlorosis, Neurosen, chronischen Nieren- und Rückenmarksleiden, besonders aber in manchen Fällen und Stadien des Typhus. *Bence Jones*²⁾ fand sie dagegen vermehrt im acuten Veitstanze und Delirium tremens.

Bei drei Versuchsreihen, die ich mit dem von je 24 St. gesammelten Harn zweier Pneumoniker und eines Pleuritikers anstellte, waren die Resultate der *Heller'schen* Behauptung nicht günstig; relativ enthielt der Harn allerdings mehr Sulphate, als normaler, d. h. in 100 Th. des (specifisch schwereren) entzündlichen Harns waren mehr Sulphate als in 100 Th. des normalen (specifisch leichteren) Harns derselben Subjecte nach ihrer vollständigen Wiederherstellung enthalten; in 24 St. wurden aber von den Kranken 4,542 bis 5,842 grm. schwefelsaures Kali und Natron (alles Kali als an Schwefelsäure gebunden berechnet) entleert, während der 24stündige Harn der genesenen 6,582 bis 4,974 grm. Sulphate enthielt.

Da bei Chlorosis und Neurosen der Harn gewöhnlich sehr diluirt zu sein pflegt, so sollte man wohl glauben, dass *Heller* bei Schätzung des Volumens von praecipitirtem schwefelsauren Baryt auf den Wasserreichthum des Harns Rücksicht genommen habe.

In einem Falle entschiedener Chlorosis fand ich, dass in 24 St. 6,247 grm. schwefelsaures Kali und Natron entleert wurden.

Bence Jones bestimmt niemals den ganzen Harn von 24 St., sondern vergleicht nur die zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Verhältnissen gelassenen Harnproben zu je 500 Grains. Die Bestimmung von 24stündigem Harn hält *Jones* für unpassend, insofern sie zu »Irrthümern, aber nicht zur Wahrheit führe.« Wir werden weiter unten sehen, dass es zur Erlangung der Wahrheit ebenso nachtheilig ist, hartnäckig nur 24stündigen Harn analysiren zu wollen, als diese Methode gänzlich zu verwerfen.

Im normalen Harn ist saures phosphorsaures Natron enthalten, nicht wie *Heller* annimmt, basisch phosphorsaures Natron; ersteres ist von *Liebig*³⁾ zur Evidenz nachgewiesen worden. Ueber den Gehalt des Harns an Phosphorsäure sind besonders von *Breed*⁴⁾ und von *A. Winter*⁵⁾ sorgfältige Untersuchungen ausgeführt worden. In 24 St. wurden im Mittel mehrerer Versuche an verschiedenen Personen 3,765 bis 5,180 grm. (*Winter*) oder 3,732 grm. (*Breed*) ausgeschieden. Vermehrtes Getränk erhöht die Zahl der ausgeschiedenen Phosphorsäure um ein Geringes (*Breed*), indessen geschieht dies (nach *Winter*) nur in den ersten 3 bis 4 St. Des Nachts wird bedeutend mehr Phosphorsäure ausgeschieden als des Morgens, aber wiederum weit weniger als des Mittags (*Winter*). Nach Aufnahme von Nahrungsmitteln steigt die ausgeschiedene Phosphorsäuremenge sehr erheblich (*Breed* und *Winter*).

1) *Heller*, a. e. a. O.

2) *Bence Jones*, Med.-Chirurg. Transactions 1851. T. 34, p. 480—492.

3) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50, S. 464—496.

4) *Breed*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 78, S. 150—152.

5) *Aug. Winter*, Beiträge zur Kenntniss der Urinabsonderung bei Gesunden. Inauguralabh. d. med. Fac. zu Giessen vorgel. 1852.

Unter *pathologischen* Verhältnissen schwankt die Menge der ausgeschiedenen Phosphate erklärlicher Weise ziemlich bedeutend. Nach *Heller* hält die Vermehrung und Verminderung derselben ziemlich gleichen Schritt mit der der Sulphate. Nach *Bence Jones*¹⁾ sind acute Affectionen der Nervensubstanz die einzigen Krankheiten, in denen eine bedeutende Vermehrung der Phosphate im Harn gefunden wird; dagegen sei in einer grossen Classe functioneller Störungen der Hirnthätigkeit die Menge der Phosphate sehr vermindert, und endlich finde sich fast keine chronische Krankheit (ausser Knochenerweichung), in welcher die Phosphate erheblich vermehrt gefunden würden.

Phosphorsaure Kalk- und Talkerde kommen im normalen Harn in sehr verschiedenen Mengen vor; bei gemischter Kost entleeren sich nach meinen Erfahrungen in 24 St. durch den Harn durchschnittlich 4,093 grm. Erdphosphate; *Lecanu* fand dagegen Schwankungen zwischen 0,029 und 1,960 grm. Dass der Gehalt des Harns an diesem Salze zum grossen Theil von der Natur und Menge der genossenen Nahrungsmittel abhängt, geht besonders daraus hervor, dass z. B. bei rein animalischer Kost weit mehr durch denselben ausgeschieden werden, als bei vegetabilischer; so entleerte ich während einer 12tägigen rein animalischen Kost in 24 St. durchschnittlich 3,562% phosphorsaurer Erden. Der Harn kleiner Kinder enthält gleich der Allantoisflüssigkeit der Kälber nur sehr geringe Mengen phosphorsaurer Salze, dagegen verhältnissmässig viel schwefelsaure. Im Harn Schwangerer findet man oft die Menge des phosphorsauren Kalks erheblich vermindert, wie *Donné*²⁾ ganz richtig angegeben; besonders ist dies im sechsten bis achten Monate der Schwangerschaft der Fall; indessen wird oft auch der Kalkgehalt des Harns Schwangerer kaum vermindert gefunden. Auch hier mögen die Nahrungsmittel mit von erheblichem Einflusse auf die Mengenverhältnisse der Erdphosphate im Harn sein, wie dies auch die Analysen krankhaften Harns ausweisen. In Krankheiten, namentlich in acuten, wo der anti-phlogistischen Diät halber feste Nahrungsmittel in geringen Mengen aufgenommen werden, ist die Ausscheidung der Phosphate ganz entsprechend der des Harnstoffs immer weit geringer als im normalen Zustande. *Heller* will jedoch auch über die Schwankungen der phosphorsauren Erden wichtige Erfahrungen gemacht haben, die von *Kletzinsky*³⁾ im Wesentlichen bestätigt zu sein scheinen; vermehrt sollen sie sein bei Rheumatismen und Gehirnkrankheiten, vermindert bei acuten und chronischen Spinalleiden, Neurosen, acuten und chronischen Nierenleiden.

Ist auf eine einzige Erfahrung etwas zu geben, so möchte ich glauben, dass bei Rachitis eine reichlichere Ausscheidung der Erdphosphate durch den Harn statt habe; ein durchaus rachitisches Kind von 4 Jahren entleerte mit einem sehr sauren, Kalkoxalat enthaltenden Harn in 24 St. 0,496 grm., während ein an-

1) *Bence Jones*, *Philosoph. Transactions*. 1846. p. 449—459.

2) *Donné*, *Gaz. médic. de Paris* 1844. No. 22. p. 347.

3) *Kletzinsky*, *Heller's Archiv*. N. F. Bd. 4, S. 46.

dres Kind von gleichem Alter (beide waren vorzugsweise mit Milch, etwas Fleisch und Weissbrod genährt worden) innerhalb des gleichen Zeitraums nur 0,345 grm. ausschied.

Im gesunden Menschenharn fand *Kletsinsky* das Verhältniss von phosphorsau-rem Kalk zu phosphorsaurer Talkerde durchschnittlich = 67,35 : 32,65.

Eisen wird gewöhnlich in sehr geringen Quantitäten im Harn gefunden, indessen fehlt es auch zuweilen gänzlich im Harn völlig gesunder Personen. Sehr viel hat man sich darüber herumgestritten, ob bei Chlorose der Harn Eisen enthalte oder nicht; diese Streitigkeiten würden leicht zu schlichten gewesen sein, wenn man sich nicht untauglicher Methoden zur Erkennung des Eisens bedient hätte. Meinen Erfahrungen nach ist Eisen ebensowohl im Harne Chlorotischer enthalten als in dem Gesunder, kann aber auch zuweilen ganz fehlen; um seine Gegenwart im chlorotischen Harne nachzuweisen, sind, da dieser meist ärmer an festen Bestandtheilen überhaupt ist, grössere Quantitäten Harns der Analyse zu unterwerfen. Merkwürdig ist aber, dass nach dem Gebrauche von Eisenpraeparaten, mögen dieselben gegen Chlorose oder eine andere Krankheit angewendet werden, das Eisen bald mit den gewöhnlichen Reagentien unmittelbar im frischen Harne zu entdecken ist, bald aber nur in geringen Mengen erst in der Asche des Harnrückstands aufgefunden werden kann. Welche Verhältnisse die reichlichere Resorption des Eisens bedingen, so dass es in grössern Mengen in den Harn überzugehen vermag, habe ich nicht ermitteln können.

Auch Kieselsäure findet sich in geringer Menge im Harn, wo sie schon *Berzelius* gefunden hatte (vergl. Th. 4, S. 404).

Von dem Vorkommen der Ammoniaksalze im normalen Harn war bereits Th. 4, S. 417 u. 398 die Rede.

Im Harn sind endlich auch Gase aufgelöst und zwar vorzugsweise *Kohlensäure* (*Marchand*¹⁾), jedoch auch etwas Stickstoff; beide lassen sich nach der oben (S. 459) beschriebenen Methode sehr leicht nachweisen.

Die Quantität des Wassers im normalen Harne ist selbst unter rein physiologischen Verhältnissen so ausserordentlich verschieden, dass sich etwas Bestimmtes darüber durchaus nicht angeben lässt. Die Menge des die Nieren durchsickernden Wassers ist völlig unabhängig von der Quantität der etwa gleichzeitig abgeschiedenen festen Harnbestandtheile, während dagegen nach *Becquerel's*²⁾ und *A. Winter's*³⁾ und meinen eignen Erfahrungen grosse Quantitäten Wassers gleichzeitig eine grössere Quantität fester Bestandtheile mit in den Harn überführen, d. h. nach dem Genusse grosser Quantitäten Wassers werden z. B. in 24 St.

1) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 44, S. 250.

2) *Becquerel*, Séméiotique des urines ou traité des alterations de l'urine dans les maladies. Paris 1841.

3) *Aug. Winter*, Beiträge zur Kenntniss der Urinabsonderung bei Gesunden. Inauguralabh. d. med. Fac. zu Giessen. vorgel. 1852.

etwas mehr feste Bestandtheile mit dem Harn entleert, als wenn nur wenig Getränk genossen worden ist. *Falck*¹⁾ hat sehr sorgfältige Untersuchungen über denselben Gegenstand angestellt und ist zu dem entgegengesetzten Resultate gelangt; allein durch Anstellung von nur 3 Versuchen möchte diese Frage doch noch nicht endgültig entschieden sein. Nach *Falck's* Erfahrungen scheint eine getrunkene Wassermenge in ungefähr 6 Stunden wieder ausgeschieden zu werden und ausserdem noch eine Quantität Harn, die auch ohne Wasserzufuhr im nüchternen Zustande ausgeführt wird.

Die Menge des in den Harn übergehenden Wassers ist übrigens von so verschiedenen Factoren abhängig, dass selbst unter rein physiologischen Verhältnissen sich die Ursache einer Vermehrung oder Verminderung des Wassers im Harn nicht immer ermitteln lässt; solche Bedingungen sind vor allem die Menge getrunkenen oder z. B. durch das Bad aufgenommenen Wassers, die Art des Stuhlgangs, reichliche oder geringere Transpiration, welche wiederum von der äussern Temperatur, von dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphaere, von körperlicher Bewegung und von vielen andern innern und äussern Ursachen abhängig ist.

Einige interessante Versuche über den Einfluss ins Blut injicirten Wassers und gleichzeitiger Blutentziehung hat *Kierulf*²⁾ in *Ludwig's* Laboratorium angestellt. Es zeigte sich dabei, dass eine beträchtliche Verdünnung des Bluts zumeist eine Eiweissabsonderung durch die Nieren und darauf Blutharnen hervorruft, wobei jedoch eine Zerreissung der Nierencapillaren sich als unwahrscheinlich erwies. Dem Wassergehalte des Bluts war die Absonderungsgeschwindigkeit des Harns nicht proportional.

Ueber die saure Reaction des normalen Harns ist man lange Zeit im Unklaren gewesen; man leitete dieselbe früher von Milchsäure, ja selbst von Essigsäure ab; *Liebig* hat aber auch diese Frage zur Entscheidung gebracht und gezeigt, dass die Acidität normalen Harns nur von saurem phosphorsauren Natron abhängig sein könne. Wenn man nämlich gewöhnliches phosphorsaures Natron in Wasser auflöst (welches bekanntlich alkalisch reagirt) und allmählig Harnsäure (die ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist) der Lösung zusetzt und erwärmt, so erhält man eine Lackmus röthende Flüssigkeit, aus welcher sich beim Erkalten ein weisses, krystallinisches Pulver absetzt, welches unter dem Mikroskop die schönsten Gruppen prismatischer Krystalle von harnsaurem Natron darstellt. Wenn man schon eine so äusserst schwache Säure, wie Harnsäure, dem phosphorsauren Natron einen Theil seiner Basis entziehen kann, so wird man nicht in Abrede stellen können, dass stärkere Säuren, wie Hippursäure, Milchsäure und Schwefelsäure, unmittelbar nach ihrer Bildung bei dem thierischen Stoffwechsel das neutrale phosphorsaure Natron in ein saures Salz umzuwandeln vermögen, als welches es dann mit dem gebildeten schwefelsauren, milchsäuren und hippursäuren Natron in den Harn über-

¹⁾ *Falck*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 42, S. 450—455.

²⁾ *Kierulf*, Mitth. der naturf. Ges. zu Zürich. Juli 1852.

geht, Gälte diese Erklärungsweise von der Acidität eines jeden Harns, so dürfte der frische Harn nie mehr Basis sättigen, als seinem Gehalte an phosphorsaurem Natron entspricht. Die Versuche, diesen Fragepunkt zu erörtern, sind aber nicht so leicht auszuführen, wie es auf den ersten Blick scheinen mag; denn versetzt man den Harn mit so viel Alkali, dass er weder sauer noch alkalisch reagirt, so ist bekanntlich noch saures phosphorsaures Natron in Lösung; denn das neutrale phosphorsaure Natron reagirt alkalisch, also ist das saure Salz, wenn der Harn ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist, noch nicht neutralisirt. Ich suchte daher die Menge der freien Säure im Harn auf folgendem Wege zu finden: der Harn ward mit überschüssigem Chlorbaryum gefällt, der Niederschlag mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgekocht, und der schwefelsaure Baryt dem Gewichte nach bestimmt; hierauf ward eine gleiche Quantität Urin mit frischgefälltem kohlen-saurem Baryt so lange digerirt, bis alle saure Reaction verschwunden war; dann die abfiltrirte Flüssigkeit mit etwas Essigsäure angesäuert und durch Chlorbaryum gefällt; auch dieser Niederschlag ward mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgekocht und abgewogen; die Quantität des letztern wird bei weitem geringer sein, als die des zuerst abgewogenen schwefelsauren Baryts; die Differenz beider Gewichte giebt uns eine Menge schwefelsauren Baryts, dessen Basis gerade hinreichend gewesen war, um die im Urin enthaltene freie Säure zu sättigen; man kann demnach leicht hieraus nach den chemischen Aequivalenten die Quantität der freien Säure oder des sauren phosphorsauren Natrons berechnen. Wäre nun auf diese Weise nicht mehr saures phosphorsaures Natron berechnet worden, als einer anderweiten Analyse zufolge in dem Harne wirklich enthalten war, so würde die saure Reaction des Harns einzig und allein vom sauren phosphorsauren Natron herrühren. Dies war allerdings nicht selten der Fall, doch häufiger, und zwar in gesundem sowohl als in krankhaftem Harn, fand ich das Gegentheil, d. h. aus der Vergleichung der Barytsalze berechnete sich gewöhnlich mehr saures phosphorsaures Natron, als durch die directe Analyse gefunden worden war; es musste demnach in der Mehrzahl der Fälle neben dem sauren phosphorsauren Alkali eine freie organische Säure oder ein andres saures Lackmus röhendes Salz enthalten sein. Indessen, scheint mir, darf auch hier nicht vorschnell geschlossen werden; denn leider nimmt die Acidität des Harns nach seiner Entleerung oft so schnell durch Milchsäure- oder Essigsäurebildung zu, dass der Ueberschuss der in erwähnten Versuchen gefundenen freien Säure vielleicht von der erst ausserhalb des Organismus im Harne gebildeten Milchsäure herrühren könnte. Doch findet man in krankhaftem Harne oft einen solchen Ueberschuss freier Säure über das phosphorsaure Natron, dass auf diesen der eben erhobene Einwand keine Anwendung finden kann. Die saure Reaction des Harns rührt also in vielen Fällen nicht allein von der Anwesenheit sauren phosphorsauren Natrons her, sondern auch von Hippursäure und Milchsäure. Wäre übrigens nur saures phosphorsaures Natron im Harn, so könnte der phosphorsaure Kalk

und die phosphorsaure Talkerde im Harn auch nur gelöst sein, entweder ebenfalls als saure phosphorsaure Salze oder durch eine andre freie Säure. Wurden aber auch bei der oben berührten Berechnung freier Säure aus den praecipitirten Barytsalzen die Erdphosphate mit in Erwägung gezogen, so blieb das Resultat doch immer dasselbe, d. h. mehr freie Säure, als von allen sauren Phosphaten des Harns abgeleitet werden konnte. Das Wasserextract des Harns reagirt gewöhnlich sauer trotz alles Auswaschens mit Alkohol, und zwar lediglich wegen seines Gehalts an sauren Erdphosphaten; diese müssen jedoch auch vorhanden sein, sobald Milchsäure oder Hippursäure das säuernde Princip des Harns ist.

Auf die Schwankungen des Gehalts des Harns an freier Säure im gesunden Zustande haben besonders *Bence Jones*¹⁾ und *A. Winter*²⁾ (auf *J. Vogel's* Veranlassung) ihr Augenmerk gerichtet. Letzterer fand, dass ein Erwachsener mittleren Körpergewichts (67 Klgrm.) in 24 St. soviel freie Säure entleerte, wie etwa 2,304 grm. Oxalsäure entsprechen (die Menge der freien Säure ward durch Titriren mittelst Ammoniak ermittelt). Ausserdem zeigte sich in beider Forscher Versuchen, dass während der Verdauungszeit, d. h. in den Nachmittagsstunden die Menge der freien Säure eine mittlere war, in der Nacht das Maximum erreichte und in den Vormittagsstunden weit unter das Mittel herabsank. *Jones'* Erfahrungen zufolge war nach Genuss animalischer Nahrung die Verminderung freier Säure bemerklicher, als nach Aufnahme gemischter Nahrung und besonders nach vegetabilischer Kost, was um so auffallender scheinen muss, da wir wissen, dass rein vegetabilische Kost den Harn sehr schwach sauer oder geradezu alkalisch macht, während er nach animalischen Nahrungsmitteln (siehe unten meine Untersuchungen über Harn bei verschiedener Diaet) sehr sauer wird, und selbst, wie *Bernard* gefunden, bei pflanzenfressenden Thieren, die sonst einen alkalischen Harn entleeren. Jedenfalls hätte *Jones'* unsern gewöhnlichen Erfahrungen direct entgegengesetzte Beobachtung noch näher untersucht zu werden verdient.

Die spontane Zersetzung des Harns steht mit der Bildung der Sedimente desselben, ja selbst mit der Entstehung der Harnconcrete, in dem innigsten Zusammenhange, ein Punkt, welchen vorzugsweise *Scherer*³⁾, auf einige schöne Beobachtungen fussend, ins Klare gebracht hat. Richten wir zunächst unser Augenmerk auf das fast normale Sediment des Harns (*F. T. 12. F. 6 u. T. 13. F. 1 u. 2*), welches, wie *Th. 1, S. 200—202* nachgewiesen worden ist, im Wesentlichen aus harnsaurem Natron besteht und unter sehr verschiedenen physiologischen Verhältnissen vorzukommen pflegt. Dieses Sediment entsteht oft schon beim Erkalten des frischgelassenen Harns; man könnte daher glauben, dass

1) *Bence Jones*, Philosoph. Transactions 1849. p. 235—251.

2) *A. Winter*, Inaug.-Abhandl. der med. Fac. z. Giessen vorgel. 1852.

3) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 43, S. 171 u. Mikr. u. chem. Unters. z. Pathol. Heidelb. 1843. S. 4—47.

sein Auftreten nichts weiter anzeigte als eine solche Vermehrung harnsauren Natrons, dass dieses in dem Harn sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht mehr gelöst erhalten könnte; dafür spricht einerseits, dass solche schnell entstandene Sedimente harnsauren Natrons sich auf Zusatz eines weniger concentrirten Harns oft vollständig wieder auflösen, andererseits aber, dass alle diese Sedimente wieder gelöst werden, sobald man den Harn auf 50 bis 60° C. erwärmt. Allein man braucht gar nicht erst mit dem Thermometer das Sinken der Temperatur und die etwaige Sedimentbildung zu verfolgen, um sich zu überzeugen, dass in der Mehrzahl der Fälle die Trübung und Sedimentbildung im Harne viel später eintritt, als die Temperatur des Harns mit der der Atmosphaere sich ins Gleichgewicht gesetzt hat; man sieht oft erst nach 8, 10, 12 und 24 St. den Niederschlag von harnsaurem Natron entstehen. Ueberdies zeigt die Analyse des Harns sehr oft (ein Punkt, der *Becquerel* besonders auffallend war), dass ein nicht sedimentirender Harn weit mehr harnsaure Salze enthält, als ein sedimentirender. Die Abscheidung harnsauren Natrons muss also noch in etwas Anderm begründet sein, als in der blossen Abnahme der Temperatur des Harns. Die einfachste Induction lenkt uns nun darauf, anzunehmen, dass an der Atmosphaere eine Veränderung mit dem Harne vorgehen müsse, die er innerhalb der Harnblase und durch blosse Temperaturverminderung nicht erlitt; diese Veränderung kann also nur einem durch die Atmosphaere bedingten Umwandlungsprocesse eines oder des andern Harnbestandtheils beigemessen werden. Folgende Thatsachen veranlassen uns, den farbigen Extractivstoff oder extractartigen Farbstoff des Harns als diejenige Substanz anzusehen, welche das Aufgelöstbleiben grössrer Mengen harnsauren Natrons im Harn bedingt, und durch dessen Umwandlung die Ausscheidung eines grossen Theils jenes harnsauren Salzes bedingt wird. Wir wissen, dass jener farbige Extractivstoff sich besonders mit den Uraten verbindet und deren Eigenschaften wesentlich modificirt; ich habe gezeigt¹⁾, dass es jener Extractivstoff ist, welcher das harnsaure Natron verhindert, sich aus warmen Lösungen beim Erkalten in den bekannten Krystallgruppen auszuschcheiden; setzt man zu einer Lösung harnsauren Natrons, aus der sich beim Erkalten die schönsten farblosen Büschel von harnsaurem Natron abgesetzt hatten, etwas von dem in Alkohol löslichen Extractivstoffe des Harns, so verliert jenes Salz seine Krystallisirbarkeit und es scheiden sich beim Erkalten seiner Lösung in derselben Körperchen ab, in welchen wir es stets aus dem Harne (hier aber nie krystallinisch) sich absetzen sehen, ueberdies aber immer in geringerer Quantität, wie Jedermann sich sehr leicht ohne Wägung schon durch den Augenschein überzeugen kann. Dass ferner die Umwandlung des Farbstoffs unmittelbar auf die ganze Constitution des harnsauren Natrons influenzirt, davon wird jeder, der ein solches spontanes Harnsediment filtrirt hat, sich überzeugt haben. Ist das Sediment

1) *Lehmann*, Göschen's Jahresber. 1844. Bd. 2, S. 26.

auf das Filter gebracht, so fällt zunächst die hellrothe, oft fast scharlachrothe Farbe auf, die das noch feuchte Sediment angenommen hat; untersucht man aber das auf dem Filter befindliche Sediment näher, entweder unmittelbar durch das Mikroskop, oder nachdem man es durch heisses Wasser wieder zu lösen und durch das Filter zu führen gesucht hat, so wird man eine Menge der schönsten Harnsäurekrystalle finden, von denen in dem Theile des Harns, der nicht filtrirt war und dessen Sediment also der Luft nicht exponirt und darum nicht geröthet war, auch nicht eine Spur zu entdecken ist. Alles dies deutet gewiss darauf hin, dass das Harnpigment, dem schon *Duvernoy*¹⁾ und *Scherer* eine Rolle bei der Ausscheidung der Harnsäure zugeschrieben, auch zur Bildung des gewöhnlichen Natronuratsediments mit beitragen mag. Wollen wir auch jenen Extractivstoff der oben angeführten Berechnung ungeachtet nicht als simples Lösungsmittel gelten lassen, so können wir wohl annehmen, dass im frischen, harnsäurereichen Harn das neutrale harnsaure Natron aufgelöst sei, während durch jene Umwandlung des Pigments etwas Säure gebildet werde, welche dem einfach harnsauren Natron ein Aequivalent Basis entzieht und so zur Bildung des doppelt harnsauren Salzes Veranlassung giebt (vergl. Th. 1, S. 494); dafür würde erstens sprechen, dass jenes gewöhnliche Sediment allerdings aus doppelt harnsaurem Natron besteht, und dass andererseits in dem oben beschriebenen Versuche, wo das Sediment filtrirt und dann in heissem Wasser zu lösen versucht worden war, die durchgegangene Flüssigkeit nicht alkalisch reagirt, obgleich auf dem Filter ein grosser Theil natronfreier, krystallinischer Harnsäure geblieben war. Doch müssen erst weitere Versuche diesen die zoochemische Forschung fast beschämenden Gegenstand noch ins Licht setzen.

Was aber die Bildung der Harnsäuresedimente betrifft, so hat *Scherer* den Einfluss der Umwandlung des Pigments durch mehrere schlagende Versuche und feine Beobachtung fast ausser allen Zweifel gesetzt. Es ist bereits Th. 1, S. 202 erwähnt worden, dass im frisch entleerten Harn (ausser etwa bei Lithiasis) niemals aus freier Harnsäure bestehende Sedimente vorkommen und sich auch durch blosses Abkühlen des Harns nicht erzeugen lassen. Die Harnsäuresedimente halte ich daher nur für Producte der Harnzersetzung ausserhalb des thierischen Organismus. Die verschiedenen Harnsorten unterscheiden sich nur dadurch, dass der eine krankhafte oder normale Harn früher als der andre der sauren Gährung unterliegt und so zur Bildung der schwerlöslichen Harnsäuresedimente Veranlassung giebt. Diesen Process der sauren Harngährung hat *Scherer* zuerst erkannt und genauer verfolgt. Jeder normale nicht sedimentirende Harn fängt, wenn er der mittleren Lufttemperatur ausgesetzt ist, nach verschieden langer Zeit an, Harnsäure auszuscheiden und stärker auf Lackmus zu reagiren; durch die volumetrische Methode (entsprechend der alkalimetrischen) kann man sich übrigens bestimmetest von der

1) *Duvernoy*, Unters. üb. d. menschl. Urin. Stuttgart 1835.

Zunahme freier Säure im Harn überzeugen. Schwach alkalischer Harn, wie man ihn nach vegetabilischen, alkalireichen Nahrungsmitteln oder nach einigen Dosen essigsäuren Kalis, weinsäuren Kalis u. dergl. entleert, erlangt nach kurzer Zeit saure Reaction, die unter günstigen Bedingungen so zunimmt, dass etwaige Trübungen von ausgeschiedenen Erden gelöst und dafür Harnsäurekrystalle ausgeschieden werden. Ikterischen, braungelben, schwach sauren Harn sah *Scherer* und nach ihm gewiss viele andre stark sauer werden und anstatt der braungelben eine grüne Färbung annehmen in Folge des eigenthümlichen Einflusses freier Säure auf das Gallenpigment.

Die Dauer der sauren Harngährung beträgt nach *Scherer* 4 bis 5 Tage, doch habe ich zwischen 10 und 20° C. die Säure des Harns 2 bis 3 Wochen lang zunehmen und oft erst nach 6 bis 8 Wochen wieder verschwinden sehen. *Scherer* deutet den Process so, dass er den Harnblasenschleim als Ferment betrachtet und den extractiven Harnfarbstoff als den Körper, welcher der Umwandlung in Säure und zwar in Milchsäure unterliegt; indessen bildet sich dabei doch öfter auch Essigsäure, wie ich mich nach *Liebig's* Vorgänge überzeugt habe. Für die *Scherer's*che Anschauungsweise spricht, dass die saure Gährung des Harns verhindert oder unterbrochen werden kann durch die meisten Bedingungen, welche sonst der Gährung hinderlich sind, so z. B. durch Zusatz von etwas Alkohol, ferner durch Kochen des Harns (wo wenigstens auf längere Zeit die Säurebildung sistirt wird) und endlich durch Abfiltriren des Schleims. Des letztern Einfluss ist auch aus dem bereits oben S. 345 erwähnten Umstande ersichtlich, dass im Schleime und aus demselben während der sauren Gährung sich eine Art Fermentkugeln oder Hefepilze erzeugen. Noch muss ich wiederholt darauf aufmerksam machen, dass möglicher Weise bei diesem Gährungsprocesse oxalsaurer Kalk gebildet oder wenigstens ausgeschieden wird; ein näherer Zusammenhang zwischen Harnsäureabscheidung und Bildung von diesem Salze giebt sich wenigstens darin zu erkennen, dass in den meisten Harnproben, sedimentirenden und nicht sedimentirenden, so lange sie frisch sind, oxalsaurer Kalk mikroskopisch nicht wahrzunehmen ist; sobald sich aber Harnsäurekrystalle einstellen, pflegt man auch einzelne der bekannten Krystalle oxalsäuren Kalks wahrzunehmen; ja gewöhnlich ist krankhafter Harn um so reicher an solchen Krystallen; je schneller er der sauren Gährung unterliegt, also je früher er freie Harnsäure abscheidet (*F. T. 13. F. 4*).

Vom fünften Tage oder der zweiten bis dritten Woche nach der Entleerung des Harns fängt die freie Säure an, sich allmählig zu vermindern; im Sedimente und auf der Oberfläche des Harns bemerkt man bei der mikroskopischen Untersuchung neben den Fadenpilzen Conferven und Algen; der Harn wird endlich neutral, die gelben Harnsäurekrystalle schwinden oder es treten vielmehr an deren Stelle die bekannten Krystalle des phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks auf, theils in grossen, farblosen, pyramidalen Prismen, theils in kleinen sternförmig gruppirten

jedoch auch hier ein Katarrh der Blasenschleimhaut aus (F. T. 43. F. 3, 5 u. 6).

Consequenter Weise nimmt *Scherer* an, dass der Harnblasenschleim innerhalb der Harnblase auch jene Constitution annehmen könne, vermöge deren er den Harnextractivstoff zur Säurebildung disponirt. Dies ist gewiss bei Harnsteindiathese, wo ein saurer Harn mit bereits ausgebildeten Harnsäurekrystallen abgesondert wird, nicht in Abrede zu stellen; allein in den so häufigen Fällen von fieberhaftem Harn, der frisch entleert mässig sauer reagirt und nur harnsaures Natron enthält, will mir die Annahme eines bereits in der Blase modificirten Schleimes nicht recht plausibel dünken; denn abgesehen davon, dass bei den fieberhaften oder entzündlichen Affectionen doch schwerlich an ein Leiden der Blasenschleimhaut oder einen bereits in der Blase modificirten Schleim gedacht werden kann, so kommt es hier häufig vor, dass ein Harn, der eben gelassen wurde, nicht schnell säuert, nicht sobald Harnsäure abscheidet, während der kaum 2 St. vorher entleerte Harn diese Eigenschaften in hohem Grade besass; man würde diese Erscheinung von dem längern Verweilen eines concentrirten, die Blasenschleimhaut reizenden Harns ableiten können, wenn nicht auch das Umgekehrte zuweilen beobachtet würde, d. h. vorher wird ein nur sehr spät erst säuernder und nach 2 St. ein stark und schnell säuernder Harn entleert. Wir müssen wohl in solchen Fällen den Grund der leichteren Säuerung in der Constitution des von den Nieren secernirten Harns, d. h. in der besondern Beschaffenheit einzelner durch die während des Fiebers modificirte Stoffmetamorphose gebildeter Materien und vielleicht vorzugsweise in dem quantitativ vermehrten und qualitativ veränderten Harnpigmente suchen.

Scherer hat ferner auch zu beweisen gesucht, dass die genannten Gährungsprocesse, insofern sie schon in der Harnblase vor sich gehen, wesentlich zur Entstehung der Harnsteine mit beitragen. Es komme nämlich nur auf die Beschaffenheit des Harnblasenschleims und die Art des durch diesen eingeleiteten Gährungsprocesses an, ob sich ein Harnconcrement aus Harnsäure, aus phosphorsauren Erden oder aus harnsaurem Ammoniak bestehend bilde. Durch Abänderung der Zersetzungsbedingungen zu verschiedenen Zeiten der Krankheit, d. h. durch die allmähliche, qualitative und quantitative Veränderung des Secrets der krankhaft afficirten Schleimhaut, lässt sich auch die Bildung von Harnsteinen erklären, deren verschiedene Schichten verschiedene Zusammensetzung haben. *Scherer* sucht sonach eines der wesentlichsten Momente der Lithiasis in einer Degeneration des Secrets der Blasenschleimhaut; dafür sprechen die chemischen Untersuchungen der Harnconcrete ebenso wohl als viele ärztliche Erfahrungen. Die grösste Mehrzahl der Harnsteine enthält einen Schleimpfropf als Kern, der Schleim scheint also gewöhnlich wenigstens die erste Bildungsanlage für die Concremente abzugeben; ferner die innern Schichten der meisten Harnsteine enthalten Harnsäure, während die äussern phosphorsaure Erden oder harnsaures

Ammoniak enthalten; wenigstens eine Spur Harnsäure lässt sich am Kern des Concrements immer nachweisen. Jedes harnsäurehaltige Concrement wirkt selbst durch Reizung der Blasenschleimhaut darauf hin, dass seine Vergrößerung durch Ablagerung von Phosphaten oder harnsaurem Ammoniak und Kalk bewerkstelligt wird; während also aus der Formation der Harnsteine zu ersehen ist, dass im Anfange ihres Auftretens fast immer bei Gegenwart von Schleim eine Disposition zur Ausscheidung von Harnsäure, eine saure Harngährung, vorhanden war, beweisen die oberflächlichen Schichten der meisten Harnsteine, dass zur Zeit ihrer Ablagerung ein alkalisches Harnferment vorhanden gewesen und alkalische Harngährung stattgefunden haben musste. Wer viel Harnconcremente, namentlich grössere, ihrer Formation und ihrer Constitution nach untersucht hat, wird fast unwillkürlich zur Annahme der *Scherer'schen* Ansicht gedrängt; sprechen doch selbst die maulbeerförmigen Harnsteine, die bekanntlich sehr viel oxalsauren Kalk enthalten (aber wohl nie einzig und allein aus demselben bestehen), für jene Erklärungsweise; sie enthalten immer viel Harnsäure und bilden oft den Kern grösserer erdhaltiger Concremente.

Diese schöne und so einfache Erklärungsweise, angemessen den jetzt gültigen Principien über die Zersetzung organischer Stoffe, findet also sowohl in der chemischen Analyse der Concremente selbst als in den ärztlichen Erfahrungen vielfache Bestätigung, so sehr sie von den gewöhnlichen Ansichten der Aerzte abweicht, die milchsaure, harnsaure, phosphatige und andre Diathesen anzunehmen vorziehen. Indessen möchte es sehr schwer sein, zu beweisen, dass namentlich die harnsäurehaltigen Concremente lediglich einem modificirten Blasenschleime ihre Entstehung verdanken; denn wie wir oben bei der Sedimentbildung erwähnt haben, so dürfte auch in der Mischung des Nierensecrets selbst ein Moment liegen, welches einmal die Bildung von Concrementen befördert, ein andermal aber hindert. Es sind aber ausserdem sicher noch viele Punkte zu erforschen, ehe wir alle Erscheinungen der Concrementbildung erklärt, ehe wir die Entwicklungsformen der Harnsteine wissenschaftlich erfasst zu haben hoffen dürfen.

Gehen wir nun zur Betrachtung derjenigen *Harnbestandtheile* über, welche von aussen dem Thierkörper zugeführt, nur kurze Zeit darin verweilen und entweder unverändert oder wenig modificirt in den Harn übergehen, ein Gegenstand, der wegen seiner hohen Wichtigkeit für die Erforschung des thierischen Stoffwechsels schon vor längerer Zeit besonders von *Wöhler*¹⁾, neuerdings in Gemeinschaft mit *Frerichs*²⁾, bearbeitet worden ist. Obgleich es logischer Weise nicht recht concinn erscheinen dürfte, hier zugleich derjenigen Stoffe Erwähnung zu thun, welche den darüber angestellten Versuchen nach nicht in den Harn übergehen: so ist

1) *Wöhler*, Zeitschr. f. Physiol. Bd. 1, S. 305—328.

2) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 335—349.

dies doch wohl der geeignetste Ort, die Thatsachen zusammenzustellen, welche als positive Unterlagen einer Theorie der Harnbildung dienen können, und uns zugleich einen Blick in das innere Triebwerk des zoochemischen Stoffwechsels thun lassen.

Im Allgemeinen lässt sich der Satz aufstellen, dass nur solche (nicht zu den Nährstoffen gehörige) Substanzen in den Harn übergehen, welche leicht löslich in Wasser sind und keine Neigung haben, mit den organischen oder unorganischen Materien des Thierkörpers unlösliche Verbindungen einzugehen. Deshalb lassen sich die meisten löslichen Alkalisalze: Salpeter, Borax, Jodkalium, Bromnatrium, kiesel- und chloresäure, kohlen- und kohlensäure Alkalien und viele andre unverändert wieder im Harne nachweisen. Den Substanzen, welche unverändert in den Harn übergehen sollen, muss ausser der Löslichkeit und Unfähigkeit, unlösliche Verbindungen einzugehen, noch eine andre Eigenschaft zukommen, nämlich die, entweder schon vollständig oxydirt zu sein oder keine Neigung zur Oxydation und Zersetzung überhaupt zu besitzen; so ist z. B. Schwefelkalium eine sehr leicht lösliche Substanz, welche auch mit den Materien des Thierkörpers unlösliche Verbindungen einzugehen nicht geneigt ist: allein ihrer leichten Oxydirbarkeit halber geht sie nicht als solche in den Harn über (sondern als schwefelsaures Kali), wenn nicht sehr grosse Mengen derselben in den Körper gebracht worden waren. Viele Materien, welche mit thierischen Stoffen, namentlich den Albuminaten, schwerlösliche Verbindungen bilden, gehen nur dann in den Harn über, wenn sie dem Thierkörper in sehr grossen Mengen zugeführt werden; daher fand *Orfila* die schweren Metalle, welche sonst nicht durch die Nieren ausgeschieden zu werden pflegen, z. B. Gold, Silber, Blei, Wismuth, Antimon und Arsen nach sehr starken Gaben im Harne wieder, während diese sonst nur in der Leber und deren Secrete und demnach in den festen Excrementen aufgefunden zu werden pflegen, wenn sie in relativ kleinen und öfter wiederholten Gaben angewendet worden waren.

Viele organische Stoffe erleiden bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus dieselben Umwandlungen, welche die Chemiker künstlich mit denselben hervorgebracht haben; besonders gilt das von solchen organischen Materien, welche auf Anwendung gewisser Oxydationsmittel in verschiedene Stoffe zersetzt zu werden pflegen; ja viele lösliche Substanzen werden im Blute so vollkommen oxydirt, dass weder sie selbst noch eines ihrer Zersetzungsproducte im Harne wieder erscheint. Dagegen verlieren viele solche, welche ihren Sauerstoff leicht abgeben, bei ihrem Durchgange durch den thierischen Körper, und zwar wahrscheinlich schon in den ersten Wegen, einen Theil ihres Sauerstoffs und erscheinen deshalb im Harne als niedere Oxydationsstufen der angewendeten Stoffe.

Wir haben schon Th. 1, S. 44 gesehen, dass nach dem Genusse kohlen-säurereicher Getränke die Menge des oxalsauren Kalks im Harn vermehrt wird; wir müssen hinzufügen, dass positive Versuche

uns gelehrt haben, dass auch die freie Kohlensäure des Harns dadurch erheblich vermehrt wird. Nach dem Genusse von Champagner entwickelte ein Harn 53% seines Volumens Gas, nach dem von sog. Gose 68%.

Nach dem Genusse von Selterser Wasser beobachteten wir, *Buchheim* und ich, nicht dieselbe Wirkung, wie nach dem von jenem noch in Gährung begriffenen Biere oder dem moussirenden Weine; der Grund dieser Erfahrung mag vielleicht darin liegen, dass, wie *Couërbe*¹⁾ gefunden, das Selterser Wasser beim Aufhören des Drucks nur ein Volumen Gas zurückhält und wahrscheinlich, nachdem es in den Magen gebracht worden ist, noch durch die Ructus einen grossen Theil der Säure verliert, während dagegen der Champagnerwein von vier Volumen verdichteter Kohlensäure nur ein halbes Volumen abgibt. Bei diesem Uebergange der Kohlensäure aus kohlenstaurereichen Getränken oder auch doppeltkohlenstaurigen Alkalien in die Blutmasse und den Harn ist aber zu bemerken, dass derselbe entschieden nur wahrgenommen wird, wenn die betreffenden Stoffe in den leeren Magen gebracht werden; *Buchheim* hat diese Beobachtung zu wiederholten Malen an sich selbst gemacht; es entstehen natürlicher Weise, sobald Speisen im Magen enthalten sind, aus bekannten physischen und chemischen Gründen Gasentwicklungen, die sich durch die Ructus deutlich genug zu erkennen geben, manchmal aber auch durch Flatulenz, so dass man zuweilen durch Percussion des Unterleibs nachzuweisen im Stande ist, wo die kohlenstaurereiche Flüssigkeit mit Darmcontentis in Berührung kommt.

Die kohlenstaurigen Alkalien erscheinen erwähnter Maassen als solche im Harn wieder, obgleich ein Theil derselben durch die sauren Säfte des Magens und Darms gesättigt worden sein muss.

Es wäre gewiss nicht uninteressant gewesen zu ermitteln, wieviel kohlenstauriges Alkali nothwendig sei, um unter bestimmten Verhältnissen beim Menschen die Ausscheidung eines neutralen oder schwach alkalischen Harns herbeizuführen. *Buchheim*, der einige Zeit derartige Versuche an sich anstellte, fand, dass selbst bei Berücksichtigung der Kost, des allgemeinen diätetischen Verhaltens u. s. w. die Menge des zu dem genannten Zwecke nöthigen Alkalis ausserordentlich verschieden ist; dies ist allerdings leicht erklärlich, denn es wirken ja auf den höhern oder mindern Grad der Acidität des Harns so verschiedenartige Momente ein, die völlig ausser dem Bereiche der Macht des Experimentators liegen. *Bence Jones*²⁾ hat einige Versuche dieser Art angestellt, die jedoch nicht zu ganz exacten Resultaten geführt haben, da hier eine Menge Momente mitwirkend sind, die *Jones* nicht genug berücksichtigt hat.

Jod verbindet sich im Thierkörper sehr bald mit Alkalien und erscheint dann als Jodnatrium im Harn.

Lösliche Barytsalze können trotz ihrer leichten Zersetzbarkeit durch Sulphate, Phosphate und Carbonate doch bei hinlänglich grossen Gaben nach *Wöhler* in den Harn übergehen.

Das Ammoniak der Ammoniaksalze geht meistens unverändert in den Harn über.

*Bence Jones*³⁾ glaubt durch zahlreiche Experimente sich überzeugt zu haben, dass nach dem Genusse von Ammoniaksalzen (er nahm kohlenstauriges, weinsauriges

1) *Couërbe*, Journ. de Pharm. T. 26, p. 324.

2) *Bence Jones*, Philos. Transact. 1849. p. 264—268.

3) Ders., ebendas. 1854. p. 399—409.

Ammoniak und Salmiak) stets im Harn Salpetersäure nachzuweisen sei, dass das Oxydationsvermögen im Organismus also so gross sei, dass der Stickstoff des Ammoniaks zu Salpetersäure oxydirt werde. Ich muss leider diese Erfahrung wenigstens insofern für einen Irrthum halten, als die von *Jones* zur Entdeckung der Salpetersäure angewendete Methode nothwendiger Weise eine Reaction geben muss, welche der der Salpetersäure ähnlich ist. *Jones* versetzte nämlich etwa 4 Unzen Harn mit einer halben Unze concentrirter Schwefelsäure und destillirte zwei Drittheile der Flüssigkeit in einer Retorte ab; in der überdestillirten Flüssigkeit glaubte er nun den Gehalt an Salpetersäure oder salpetriger Säure nach der Methode von *Price* (ein Gemeng von Stärkmehl, Jodkalium und Salzsäure) aufzufinden; einigen Versuchen nach fand ich auch wirklich, dass die überdestillirte mit Jodkalium und Salzsäure versetzte Flüssigkeit Stärkmehl bläute. Indessen musste es chemisch unbegreiflich sein, wie aus dem Harn, wenn er wirklich Salpetersäure enthielt, diese bei der Destillation mit Schwefelsäure unverändert übergehen konnte; wir erinnern nur daran, dass durch die Schwefelsäure namentlich bei jener Concentration der Flüssigkeit ebensogut das Chlornatrium des Harns, als das vermeintliche salpetersaure Salz zersetzt werden, und dass sich neben freiem Chlor salpetrige Säure bilden musste; letztere wird ja aber in Berührung mit Harnstoff sogleich in Stickstoff und Wasser zerlegt, die unzersetzte Salpetersäure, wenn solche vorhanden sein könnte, auch beim Kochen. Es war nun leicht einzusehen, dass schweflige Säure, durch welche bekanntlich Iodwasserstoff zersetzt wird, in die Vorlage übergeht und so jene vermeintliche Salpetersäurereaction bedingt. Zur nähern Bewahrung dieses Satzes hat Hr. Stud. *Jaffé* in meinem Laboratorium folgende Versuche angestellt: auch gewöhnlicher Harn ohne vorgängigen Genuss von Ammoniaksalzen giebt, nach der Methode von *Bence Jones* behandelt, jene Reaction: dieselbe tritt aber nicht mehr ein, wenn das Destillat längere Zeit an der Luft gestanden hat (wenn sich die schweflige Säure in Schwefelsäure verwandelt hat). Das Destillat giebt selbst nach der vorsichtigsten Destillation mit Schwefelsäure durch Chlorbaryum stets einen in Säuren und viel Wasser unlöslichen Niederschlag; dieser Niederschlag entsteht aber nicht, wenn man den Harn, anstatt mit Schwefelsäure, mit Phosphorsäure versetzt und destillirt hat. Das nach Anwendung von Phosphorsäure erhaltene Destillat giebt aber auch jene vermeintliche Salpetersäurereaction nicht, ja selbst dann nicht, wenn dem Harn vorher absichtlich einige Tropfen Salpetersäure zugesetzt worden waren. Hr. *Jaffé* hat diese Versuche noch vielfach modificirt, allein schon die hier angeführten möchten ausreichend sein, um zu beweisen, dass mittelst der von *Jones* eingeschlagenen Methode Salpetersäure im Harn, selbst wenn solche in nicht allzugrossen Mengen vorhanden ist, durchaus nicht nachgewiesen werden kann und dass die Methode von *Price* zur Salpetersäureentdeckung bei Gegenwart von schwefliger Säure untauglich ist. Deshalb müssen wir die an sich nicht wahrscheinliche Ansicht einer Umwandlung von Ammoniaksalzen in Salpetersäure innerhalb des lebenden Organismus noch völlig dahin gestellt sein lassen.

Kaliumeisencyanid erscheint im Harn als Kaliumeisencyanür wieder.

Rhodankalium geht selbst nach Anwendung kleiner Mengen sehr bald in den Harn über.

Die meisten organischen Säuren gehen nach *Wöhler's* Untersuchungen unverändert in den Harn über, sobald sie im freien Zustande in den Körper gebracht worden sind; die betreffenden Versuche wurden mit folgenden Säuren angestellt: Oxalsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure, Gallussäure, Salicylwasserstoff.

Gerbsäure wird bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus in Gallussäure umgewandelt.

Wöhler's Erfahrung, dass **Benzoëssäure** aus dem **Thierkörper** unter der Form von **Hippursäure** mit dem **Harne** wieder ausgeschieden werde, ist nächst **Ure**¹⁾ und **Keller**²⁾ von vielen andern Beobachtern bestätigt worden.

Woher die **Benzoëssäure** in diesem Falle die **Elemente des Fumaramids** (vergl. Th. 4, S. 487) entlehne, ist mit Bestimmtheit bis jetzt noch nicht zu ermitteln gewesen; **Ure** glaubte, dass die **Hippursäure** nach dem Gebrauche von **Benzoëssäure** im **Harne** auf Kosten der **Harnsäure** vermehrt gefunden werde, dass sie also einen stickstoffhaltigen Atomencomplex in sich aufnehme, welcher ohne sie zur Bildung der **Harnsäure** verwendet worden wäre; er empfahl daher den **Aerzten**, gegen **harnsaure Diathese** **Benzoëssäure** anzuwenden. Leider haben aber **Wöhler** und **Keller** bei dem Gebrauche der **Benzoëssäure** keine Verminderung der **Harnsäure** nachweisen können; ebensowenig **James, E. Booth** und **M. H. Boyé**³⁾. **Baring Garrod** glaubt dagegen nach Anwendung der **Benzoëssäure** eine constante Verminderung des **Harnstoffgehalts** im **Harn** gefunden zu haben; **Simon's** Untersuchungen, so wie auch die meinigen, bestätigen jedoch auch diese Behauptung nicht. In vier Beobachtungen, wo ich nach dem Gebrauche grösserer Mengen **Benzoëssäure** (2 Drachmen) den 24stündigen **Harn** untersuchte, konnte ich in keinem Falle eine einigermaassen bemerkbare Verminderung irgend eines stickstoffhaltigen Bestandtheils nachweisen; indessen sind solche Versuche so schwierig auszuführen und namentlich die **Summe** der einzelnen täglich entleerten Mengen stickstoffhaltiger Materien so wechselnd, dass kein Schluss aus derartigen Untersuchungen gezogen werden darf; so würde es z. B. sehr voreilig sein, aus dem scheinbar negativen Resultate der **Harnuntersuchung** schliessen zu wollen, dass die **Benzoëssäure** etwa den zur **Zellenbildung** bestimmten Substanzen das stickstoffhaltige Material entzöge.

Wenn die nahe Verwandtschaft der **Benzoëssäure** und **Hippursäure** die Entstehung der letztern aus der erstern beim thierischen Stoffwechsel einigermaassen erklärbar machte: so ist dagegen die Erfahrung **Erdmann's** und **Marchand's**⁴⁾ um so auffallender, dass auch die **Zimmtsäure** ($C_{10}H_7O_3 \cdot HO$) bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus stickstoffhaltige Materie in sich aufnehme und als **Hippursäure** im **Harne** aufrete.

Diese Umwandlung der **Zimmtsäure** in **Hippursäure** kann auf verschiedene Weise gedacht werden: entweder verliert diese Säure 4 At. Kohlenstoff und 2 At. Wasserstoff, um sich zunächst in **Benzoëssäure** zu verwandeln (denn $C_{10}H_7O_3 - [4C + 2H] = C_6H_5O_3$), oder sie bildet unter Aufnahme von **Ammoniak** und Abscheidung von **Wasser** **Cinnamid** ($C_{10}H_7O_3 + H_3N - HO = C_{10}H_8NO_3$), welches nur noch 4 At. Sauerstoff aufzunehmen braucht, um **Wasser** und **Hippursäure** zu bilden ($C_{10}H_8NO_3 + 4O = 3HO + C_{10}H_8NO_5HO$).

Dass die der **Benzoëssäure** so nahe stehende **Cuminsäure** und **Toluylsäure** gleich der **Salicyl-**, **Anis-** und **Cumarinsäure** sich im thierischen Körper nicht wie die **Benzoëssäure** und **Zimmtsäure** mit stickstoffhaltiger Materie verbinden, sondern unverändert in den **Harn** übergehen, ist schon Th. 4, S. 485 erwähnt.

Durch Versuche an **Menschen**, **Kaninchen** und **Hunden** haben sich **Wöhler** und **Frerichs** überzeugt, dass die **Harnsäure**, werde sie in den

1) *Ure*, Journ. de Pharm. Octbr. 1844.

2) *Wöhler* und *Keller*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 43, S. 108.

3) *James, E. Booth* und *M. H. Boyé*, Medic. Times. Novbr. 1845.

4) *Erdmann* und *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 35, S. 307—309.

Magen gebracht oder in die Venen injicirt, im Thierkörper ganz so wie durch Bleihyperoxyd zersetzt wird; der Harn wurde jedesmal nach Anwendung dieser Säure bei weitem reicher an Harnstoff und oxalsaurem Kalk gefunden.

Von der höchsten Bedeutung für die physiologische Chemie ist die Entdeckung *Wöhler's*, dass die neutralen pflanzensauren Alkalien im thierischen Organismus ebenso oxydirt werden, als wenn man sie in Sauerstoffgas verbrennt; in den Harn geht kohlenstoffsaures Kali über, derselbe wird dadurch alkalisch, trübt sich von ausgeschiedenen phosphorsauren Erden und braust natürlich mit Säuren auf. Dass die Umwandlung der organischsauren Alkalien in kohlenstoffsaure im Blute vor sich gehe, liess sich a priori schliessen; unter Andern habe ich mich durch Injection milchsaurer Alkalien in die Jugularis von Hunden von der ausserordentlich schnellen Umwandlung desselben und dem baldigen Erscheinen kohlenstoffsaurer Alkalien im Harn überzeugt (vergl. Th. 4. S. 406). Es ist aber eine auffällige, noch durch fernere Forschungen zu ermittelnde Thatsache, dass bei verschiedenen Personen selbst unter scheinbar völlig gleichen Verhältnissen der Harn nach dem Gebrauche pflanzensaurer Alkalien bald früher, bald erst später alkalisch wird, besonders aber, dass bei verschiedenen Personen sehr verschiedene Mengen solcher Salze nothwendig sind, um den Harn alkalisch zu machen. Durch die Abhandlung eines jungen Forschers, der schon nach dem Genusse einiger gebackener Pflaumen den Harn constant alkalisch werden gesehen hatte, aufmerksam gemacht, beobachtete ich, dass bei manchen Personen, wenn sie auch gemischte Kost zu sich genommen hatten, zwei bis drei Stunden nach dem Verschlucken eines halben Scrupels essigsaurer Natron der Harn schon alkalisch wird, während andre nach rein vegetabilischer Kost in Folge von 2 Drachmen essigsaurer Natron nicht einmal einen alkalischen Harn entleeren. Aus zahlreichen Versuchen an Gesunden und Beobachtungen an Kranken, die pflanzensaure Alkalien genommen hatten, ging nur Folgendes mit Sicherheit hervor: wirken die fraglichen Salze abführend, so wird der Harn weit schwieriger alkalisch, gewöhnlich aber gar nicht; neben animalischen Nahrungsmitteln wird, wie zu erwarten stand, der Harn nicht so leicht alkalisch, als neben vegetabilischen Nahrungsstoffen, daher bei antiphlogistischer Diaet; ist jedoch die fieberhafte Krankheit von einem sehr sauren Harn begleitet, so wird natürlich auch der Harn weit später alkalisch; daher zwei fieberhafte Kranke bei gleichen Dosen pflanzensaurer Alkalien Harn von verschiedener Reaction entleeren können, der eine alkalischen, der andre noch deutlich sauren. Bei einer und derselben Person wird, wenn sie dieselbe Kost geniesst, der Harn nach gleichen Gaben alkalisch, wenn sie sich ruhig verhalten hat, bleibt jedoch sauer nach starker körperlicher Bewegung. Man würde jedoch sehr irren, wollte man glauben, dass wir auf diese Weise bereits völlig ins Klare über diesen Gegenstand gesetzt wären; es bedarf nur einiger Aufmerksamkeit am Krankenbette, um sich zu überzeugen, dass wir noch weit

davon entfernt sind, im speciellen Falle den Grund des Sauerbleibens oder Alkalischwerdens des Harns erfassen zu können. Im Allgemeinen lässt sich wohl als unzweifelhaft annehmen, dass die während des krankhaften Processes vor sich gehenden Metamorphosen im Blute zur Säurebildung bald mehr bald weniger hinneigen, und dass deshalb in dem einen Falle eine geringere Quantität zugeführten pflanzensauren Alkalis zur Sättigung der freien Säure des Harns nöthig ist, als in dem andern Falle. Indessen scheint bei dem Genusse vegetabilischer Substanzen das Alkali der darin enthaltenen pflanzensauren Salze keineswegs die einzige Ursache zu sein, dass der Harn alkalisch wird. So sah ich meinen eignen, gewöhnlich stark sauer reagirenden Harn bei dem Genusse einer rein stickstoff- und alkalifreien Kost (Milchzucker, Stärkmehl und Fett) schon nach 48 Stunden alkalisch werden. *Magendie*¹⁾ injicirte einem seit drei Tagen nüchternen Kaninchen, dessen Harn sauer, klar und reich an Harnstoff war, Kleisterlösung in die Jugularis; wenige Augenblicke darauf war der Harn gänzlich verändert, d. h. er war alkalisch, trübe und arm an Harnstoff. *Bernard*²⁾ injicirte einem Hunde und einem Kaninchen Traubenzuckerlösung in die Venen; der Harn beider Thiere wurde dadurch alkalisch und trübe von ausgeschiedenen Erden (während Rohrzuckerlösung unter gleichen Verhältnissen keine solche Einwirkung auf den Harn zeigte, sondern unverändert mit demselben abging). Obgleich ich meinen Versuchen nach *Bernard's* Erfahrungen nicht in allen Einzelheiten bestätigen kann, so scheint doch aus jenen Thatsachen soviel hervorzugehen, dass die Alkalescenz des Harns pflanzenfressender Thiere wohl nicht allein durch die in deren Nahrungsmitteln enthaltenen organischsauren Alkalisalze bedingt wird.

Bernard fand übrigens, dass der Harn der Hunde, der im normalen Zustande sauer ist, alkalisch wird, sobald diese Thiere blos vegetabilisches Futter erhalten, dass dagegen der Harn von Kaninchen, der unter normalen Verhältnissen alkalisch ist, sauer wird, sobald diesen Thieren Animalien durch den Schlund beigebracht werden oder ihnen Fleischbrühe in die Venen gespritzt wird. Aus den Versuchen, die *Bernard* mit Herbivoren anstellte, deren Harn nach Entziehung aller Nahrung klar, bernsteingelb und stark sauer wurde, geht hervor, dass die reine Gewebstamorphose im Thierkörper gleich reiner Fleischnahrung die Absonderung eines limpiden, sauren Harnes bedingt. *Bernard* glaubt endlich gar eine Einwirkung des Vagus auf die Reaction des Harns wahrgenommen zu haben; er sah nämlich bei mit Vegetabilien gefütterten Thieren, deren Harn alkalisch war, diesen sofort nach Durchschneidung beider Vagi sauer werden; eine Erfahrung, deren Richtigkeit ich nach einem von mir an einem Kaninchen angestellten Experimente bezweifeln möchte. Kaninchen sind aber überhaupt zu solchen Versuchen untauglich; denn diese Thiere lassen meinen Erfahrungen nach sehr oft einen sauren Harn, ohne dass man den Grund dieser Erscheinung aufzufinden vermöchte.

Chinin ist im Harn nach dem Gebrauche nicht allzu kleiner Dosen leicht wieder nachzuweisen.

1) *Magendie*, Compt. rend. 1846. No. 4. p. 494.

2) *Bernard*, ebendas. No. 42. p. 534—537.

Harnstoff geht nach *Wöhler's* und *Frerichs'* Versuchen unverändert in den Harn über. Dies scheinen auch die Versuche von *Bence Jones* zu beweisen, der nach Aufnahme von Harnstoff keine Spur Salpetersäure im Harn fand, was doch nach *Jones* hätte der Fall sein müssen, wenn der Harnstoff sich im Organismus in ein Ammoniaksalz umgewandelt hätte.

Theein und Theobromin sind im Harne nicht wieder zu entdecken; da beide Stoffe eine heftige Aufregung des Gefäß- und Nervensystems veranlassen, so mag ich nicht entscheiden, ob die von mir gefundene Vermehrung des innerhalb 24 St. entleerten Harnstoffs von der Zersetzung jener stickstoffreichen Körper oder jenem Ergriffensein des Gesamtorganismus abhängig war.

Anilin wurde von *Wöhler* und *Frerichs* im Harn nicht wieder gefunden.

Mit andern organischen Basen sind noch keine directen Versuche rücksichtlich des Uebergangs derselben in den Harn angestellt worden.

Alloxantin scheint sich nach Versuchen von *Wöhler* und *Frerichs* im Thierkörper in Harnstoff und andre Stoffe zu verwandeln; sie fanden die Substanz weder selbst noch Alloxan im Harne der Personen, die 5 bis 6 Gran davon genommen hatten.

Rhodallin (Senfölammoniak) geht nicht als solches in den Harn über; an dessen Stelle findet sich Ammoniumrhodanid; dasselbe wird also im Körper ebenso zersetzt, wie künstlich durch Natronkalk (*W. u. Fr.*).

Allantoin geht nicht in den Harn über, auch bewirkt es keine Vermehrung des oxalsauren Kalks, die man etwa erwarten könnte, da es künstlich (nach *Th. 1. S. 169*) durch Alkalien in oxalsaures Ammoniak zerfällt.

Amygdalin liess sich nicht mit Bestimmtheit im Harne wieder finden (*W. u. Fr.*). *Ranke*¹⁾ fand, dass nach Genuss von Amygdalin erhebliche Mengen von Ameisensäure in den Harn übergehen, eine Beobachtung, die ich bei meinen Versuchen von Injection des Amygdalins in die Venen vollkommen bestätigt fand. Das Amygdalin wirkt daher auch ins Blut injicirt niemals nachtheilig, da keine Blausäure gebildet wird.

Asparagin konnte ich im Harn nicht wieder finden.

Salicin wird im thierischen Organismus ebenso zersetzt, wie durch Oxydationsmittel; nur wenn es in sehr grosser Menge aufgenommen wird, findet man einen Theil des Salicins unzersetzt im Harn. Die von mir, so wie von *Ranke*²⁾ angestellten Versuche haben über die Umwandlungsformen des Salicins Folgendes ergeben: im Harn findet sich nach Aufnahme des Salicins durch die Mundhöhle nicht blos Salicylwasserstoff und Salicylsäure, sondern auch Saligenin, aber kein Zucker und keine Phenylsäure (vergl. *Th. 1. S. 92*). Das Salicin muss hauptsächlich im Blute zersetzt werden, denn so oft ich Kaninchen Salicinlösung in die Jugularis injicirte,

1) *Ranke*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 56, S. 17.

2) *Ders.*, ebendas. S. 4—11.

wurden auch im alkoholischen Harnextract Stoffe gefunden, welche mit Eisenoxydsalzen die bekannte dem Saligenin, Salicylwasserstoff und der Salicylsäure entsprechende blaue Färbung gaben.

Phlorrhizin war im Harn nicht wieder zu finden.

Flüchtiges Bittermandelöl (blausäurefrei) verwandelt sich, ohne Vergiftungssymptome zu erzeugen, wahrscheinlich erst in Benzoesäure und erscheint dann als Hippursäure im Harn (*W. u. Fr.*).

Chinon wird im thierischen Organismus zersetzt (*W. u. Fr.*).

Benzoäther bedingt Vermehrung der Hippursäure im Harn (*W. u. Fr.*).

Nach *Wöhler* gehen die meisten Farbstoffe so wie auch viele Riechstoffe unverändert oder nur wenig modificirt in den Harn über, z. B. die Pigmente von Indigo, Krapp, Gummigutt, Rhabarber, Campecheholz, von rothen Rüben und Heidelbeeren, die riechenden Bestandtheile von Baldrian, Knoblauch, Asa foetida, Castoreum, Safran und Terpenthin. *Kletzinsky*¹⁾ vermochte nach keiner Anwendungsweise Indigo im Harn nachzuweisen: allein spräche dagegen nicht schon hinlänglich die *Wöhler'sche* Beobachtung, so hatte auch unter andern Forschern namentlich *Ranke* den Uebergang des Indigblaus mit unzweifelhafter Sicherheit nachgewiesen. Im Harn fand *Wöhler* nicht wieder: Campher, Harze, brenzliches Oel, Moschus, Alkohol, Aether, Coccusroth, Lackmus, Saftgrün und Alkannafarbstoffe.

Bemerkenswerth ist noch die *Schnelligkeit, mit welcher manche Stoffe den thierischen Organismus durchheilen*; im Allgemeinen lässt sich annehmen, dass, je löslicher eine Substanz ist und je weniger sie Veränderungen im Thierkörper erleidet, sie desto schneller im Harn wieder erscheint. Dies ist jedoch nur eine Regel mit vielen Ausnahmen; am bewährtesten hat man sie an dem allerdings so leicht selbst in höchst geringen Mengen entdeckbaren Jodkalium gefunden; dasselbe soll nach einigen Experimentatoren schon 4 bis 10 Minuten nach der Aufnahme durch den Mund im Harn nachzuweisen sein; mir ist dies nur gelungen an einem Manne zu beobachten, bei dem die hintere Platte der Harnblase mit den Mündungen der Ureteren bloß lag; bei andern Personen erschien es oft erst nach $\frac{3}{4}$ St. bis 5 St. im Harn (dagegen sehr bald im Speichel, s. oben S. 19). Auf den Genuss von zwei bis drei Drachmen doppeltkohlensauren Kalis fand ich bei mehreren Personen den Harn nach $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ St. neutral und nach einer Stunde alkalisch. Milchsäures Natron, zu einer halben Unze eingenommen, machte reinen Harn schon nach $\frac{1}{2}$ St. alkalisch; wurden von demselben Salze Hunden entsprechende Mengen in die Jugularis injicirt, so zeigte deren Harn schon nach 5 höchstens 12 Minuten stark alkalische Reaction.

Die Diurese der Hunde ist bei dieser Operation sehr lebhaft, sobald man dafür sorgt, dass sie fortwährend saufen können; der wenn auch geringe Blutverlust

1) *Kletzinsky*, Wiener medic. Wochenschrift. 1851. S. 84.

scheint ihnen Durst zu erregen, während andererseits das eben gebildete kohlen saure Alkali vielleicht wirklich die Harnabsonderung beschleunigt. Die Beobachtung der Zeit des Alkalischwerdens solchen Harns ist daher gewöhnlich sehr leicht.

Erichsen *) beobachtete die Zeit des Uebergangs löslicher und farbiger Substanzen in den Harn wahrscheinlich an demselben Manne, mit fehlender vorderer Blasenwand, der früher in Deutschland herumreiste; nach Aufnahme von 40 Gran Blutlaugensalz sah er dasselbe innerhalb zwei Minuten wieder im Harn erscheinen; weniger schnell erschien das Blutlaugensalz so wie die andern Stoffe im Harn, wenn die Versuche kurz nach eingenommener Mahlzeit vorgenommen wurden. Ich sah jüngst an demselben Individuum 4 Minuten nach Aufnahme einer halben Unze essigsäuren Kalis den Harn in einzelnen Stößen aus den Ureteren ziemlich alternierend hervorspritzen, nach 7 Minuten war der Harn alkalisch. Indessen kann ich hier die Bemerkung nicht unterdrücken, dass die Individualität wohl auch auf die Schnelligkeit des Uebergangs solcher Substanzen in den Harn von einigem Einfluss sein mag, und dass vielleicht gerade bei diesem Individuum der Uebergang ungewöhnlich schnell statt finden mag. Ich habe nämlich bei solchen in meinem Laboratorium oft angestellten Versuchen niemals so schnell solche Materien, wie Iod, Kaliumeisencyanür und kohlen saure Alkalien in den Harn übergehen sehen, als in meinen frühern und neuern Beobachtungen an diesem Unglücklichen.

Die Dauer, wie lange ein fremdartiger Stoff im thierischen Körper verweilt, ist höchst verschieden; auch hier hängt es von der Löslichkeit des fraglichen Stoffs und überhaupt seiner chemischen Natur ab, ob er längere oder kürzere Zeit zu seiner Abscheidung bedarf. Leichtlösliche Substanzen werden in der Regel schnell wieder aus dem Körper durch den Harn entfernt; so sah ich auf eine Gabe von zwei Drachmen essigsäuren Kali's die alkalische Reaction des Harns schon nach 10 Stunden verschwinden, einmal jedoch auf den Genuss von drei Drachmen doppeltkohlen sauren Natrons erst nach drei Tagen. Indessen scheint auf diese Verhältnisse auch die Individualität von Einfluss zu sein; dies kann man am Iodkalium am besten beobachten; bei manchen Personen ist schon 24 St. nach einer Gabe von 10 Gran Jodkalium keine Spur desselben mehr im Harn aufzufinden, bei andern jedoch oft noch nach 3 Tagen (so auch noch im Speichel). Stoffe, welche mit thierischen Substanzen unlösliche chemische Verbindungen eingehen, werden nur sehr langsam und gewöhnlich weniger durch den Harn als durch den Darmcanal aus dem Körper entfernt; Metalle werden bekanntlich noch nach sehr langer Zeit in der Leber und andern Theilen gefunden.

Wir gehen nun zur Betrachtung derjenigen Stoffe über, welche nur im krankhaften Harn vorzukommen pflegen.

Ueber das Vorkommen von Albumin im Harn sind ausserordentlich viel Beobachtungen gemacht worden, doch hat man es als constanten Bestandtheil des Harns nur bei Nierenaffectionen gefunden. Seit der nähern Erkenntniss aller jener Nierenleiden, die man mit dem Namen der *Bright'schen Krankheit* belegt hat, ist man zu dem Erfahrungssatze gelangt, dass während derselben immer Albumin im Harn gefunden wird, wenn die

* *Erichsen*, Lond. med. Gaz. June 1845.

Menge dieses Stoffs auch noch so gering ist. In der chronischen Form der Bright'schen Krankheit nimmt der Albumingehalt des Harns oft erheblich ab, wenn sich irgend eine acute oder entzündliche Affection jener zugesellt, wie, irren wir nicht, *Scherer* zuerst beobachtete. Die Menge des Albumins im Bright'schen Harn ist aber zuweilen so bedeutend, dass beim Erhitzen die ganze Flüssigkeit zu einem gelblichweissen Coagulum erstarrt. Im Uebrigen lässt sich keine Krankheit namhaft machen, in welcher *Albuminurie* eine constante Erscheinung wäre. Am häufigsten tritt noch Eiweissgehalt des Harns ein in allen denjenigen Krankheiten, zu welchen sich *Uraemie* gesellen kann; daher besonders bei acuten *Exanthenen*, namentlich Scharlach, und hauptsächlich bei der Cholera. Neben *Uraemie* zeigt sich aber sehr oft Bright'sche Nierendegeneration, so dass diese Krankheiten rücksichtlich ihres Eiweissgehaltes nur von dem Eintritte der Bright'schen Affection abhängig scheinen; allein es kommen sehr viele Fälle, namentlich von *Scarlatina* und *Erysipelas*, vor, wo nur vorübergehend einen oder zwei Tage im Harn sich Eiweiss findet und neben diesem selbst die oben erwähnten *Epithelialcylinder* vorkommen; in diesen Fällen hat man es nur mit einem einfachen *Nierenkatarrh* zu thun, bei welchem sich, wie bei der katarrhalischen Affection jeder andern Schleimhaut, zur Abstossung des Epitheliums auch Eiweissaussonderung gesellt.

Bei *Wassersuchten*, namentlich bei höhern Graden derselben, kommt auch ohne gleichzeitige Nierenentartung häufig Albumin im Harn vor; der Uebertritt dieses Stoffs durch die Nierencapillaren kann in solchen Fällen auf doppelte Weise gedacht werden; entweder das Blut ist bereits so *hydraemisch* geworden, dass es nicht blos die Capillaren des *Peritoneaeums*, des Unterhautbindegewebes und anderer Organe durchdringt, sondern auch die Nierencapillaren, und dass sich also hier nur den gewöhnlich die Nieren durchdringenden Stoffen noch etwas Albumin zugesellt. Man kann sich aber auch vorstellen, dass diejenigen organischen Leiden der Brust- oder Unterleibsorgane, welche eine Hemmung des Blutlaufs in den Capillaren und Venen des Unterleibs mit sich bringen und dadurch zu reichlichem Transsudaten Veranlassung geben, einen gleichen Zustand auch in den Capillaren und Venen der Nieren hervorrufen, durch welche ein Austritt des Albumins in die Nierenanäle bedingt wird. Für diese Anschauungsweise sprechen einige schöne Versuche von *Meyer*¹⁾, welcher bei Kaninchen bald die Nierenvene der einen Seite, bald die *V. cava inferior* durch eine Einschnürung verengerte, wodurch der hydrostatische Druck des Blutes die Nierencapillaren erweitern musste; er fand in allen Fällen Albumin in dem nach der Operation gesammelten Harne; bei Unterbindung der Nierenvene einer Seite fand er natürlich nur in dem Harne Albumin (und zwar sehr viel), der aus dem blossgelegten Ureter der operirten Seite ausfloss.

1) *G. H. Meyer*, Arch. f. phys. Hlk. Bd. 3, S. 446—449.

Organische Leiden der Brust- und Unterleibsorgane bedingen zuweilen Eiweissdurchtritt durch die Nieren, auch ohne dass gleichzeitige hydro-pische Transsudate wahrgenommen werden; hier wahrscheinlich ebenfalls nur aus der oben angeführten Ursache.

Gelangt in den Harn, irgend einer Affection der Harnwege halber, *Blut* oder wirklicher *Eiter*, so versteht sich von selbst, dass der Harn albuminhaltig gefunden wird.

Wenn sich, wie nicht selten, zu *hektischem Fieber*, *Diabetes*, *Rückenmarkskrankheiten* u. dergl. Albuminurie gesellt, so ist der Grund dieser Erscheinung wohl entweder in dem wässrigen Zustande des Bluts oder, wie zuweilen bei Diabetes, in einem wirklichen Nierenleiden zu suchen.

Nicht selten kommen Fälle vor, dass Personen, die nur von *leichten Fiebern* befallen worden sind und sonst an keiner tiefer eingreifenden Krankheit leiden, vorübergehend mit dem Harn etwas Eiweiss aussondern (*Becquerel*¹⁾, *C. Schmidt*²⁾ u. Andre); da selbst bei völlig Gesunden ohne nachweisbare Ursache zuweilen ein albuminöser Harn vorkommt (*Simon*³⁾, *Canstatt*⁴⁾, *Becquerel*⁵⁾ u. A.), so dürfte man wohl glauben, dass manche Personen besonders dazu disponirt sind, d. h. in der Organisation derselben der Grund des leichtern Eiweissübertritts liegt. Hieher gehört auch das zeitweilige Vorkommen von Albumin im Harn Schwangerer (*Rayer*⁶⁾, *Becquerel*⁷⁾); gleich wie das Oedem der untern Extremitäten mit den Varicositäten derselben in nahem Zusammenhange steht, so mag auch die Ueberfüllung der Blutgefässe in den Unterleibsorganen bei einer Schwangerschaft mehr als bei der andern zur Eiweisstranssudation in den Nieren Veranlassung geben.

Von dem Vorkommen des Faserstoffs als abnormen morphotischen Bestandtheils des Harns ist schon oben die Rede gewesen und bemerkt worden, dass er bei Blutungen in den Harnwegen immer gefunden werden kann. Man hat aber auch Harn beobachtet, in welchen nur Inter-cellularflüssigkeit des Blutes transsudirt zu sein schien; in einigen solchen Fällen schied sich das Fibrin erst, nachdem der Harn gelassen war, theils als gallertartige Masse, theils als körnige oder fadenförmige Klümpchen aus (*Prout*⁸⁾, *Nasse*⁹⁾, *Pickford*¹⁰⁾, *Heinrich*¹¹⁾).

1) *Becquerel*, *Sémeiotique* etc. p. 434.

2) *C. Schmidt*, *Charakteristik* u. s. w. S. 417.

3) *Simon*, *Lehrb. d. medic. Ch.* Bd. 2, S. 382.

4) *Canstatt*, *Pathologie*. 2. Aufl. Bd. 2, S. 482.

5) *Becquerel*, a. a. O. S. 324.

6) *Rayer*, *Maladies des reins*. T. 2, p. 579.

7) *Becquerel*, a. a. O. S. 394.

8) *Prout*, *On the nature and treatm. of diseases. etc.* 1848. p. 46.

9) *Nasse*, *Unters. z. Physiol. u. Pathol.* Bonn 1885. S. 245.

10) *Pickford*, *Arch. f. phys. Hlk.* Bd. 6, S. 85.

11) *Heinrich*, *Rhein. Monatsschr. f. Aerzte*. Bd. 4, S. 24.

Casein hat man besonders in sog. Milchharn oder chylösem Harn finden wollen; wir haben schon an mehreren Orten in dem Obigen darauf aufmerksam gemacht, wie schwierig es ist, Casein von basischem Natriumalbuminat und andern Proteinkörpern zu unterscheiden; wir selbst haben nie Gelegenheit gehabt, wahrhaftes Casein im Harn nachzuweisen; aber auch in allen den Untersuchungen chylösen Harns (von *Chevallier*¹⁾, *Blondeau*²⁾, *Rayer*³⁾, *Bouchardat*⁴⁾, *Golding Bird*⁵⁾ u. A.) ist das Casein keineswegs mit wissenschaftlicher Genauigkeit nachgewiesen worden, man müsste denn an vollkommene Metastase der Milch auf die Nieren glauben. Dass aber Proteinkörper in den Harn übergehen, deren Eigenschaften mit keinem der bekannten Proteinkörper übereinstimmen und deren Modificationen auch nicht ohne Weiteres etwa von der Harnbeimischung abgeleitet werden können, ist durchaus nicht in Abrede zu stellen. So fand z. B. *Bence Jones*⁶⁾ im Harn eines an »Knochenerweichung«, jedenfalls aber auch an einer Nierenaffection leidenden Mannes neben den bekannten schlauchförmigen Körpern eine eigenthümliche eiweissartige Substanz, welche sich dadurch auszeichnete, dass sie in siedendem Wasser löslich war, und durch Salpetersäure praecipitirt sich beim Erwärmen wieder auflöste, beim Erkalten aber wieder ausschied; gegen Essigsäure und Blutlaugensalz verhielt sie sich ganz wie ein Proteinkörper, ebenso gegen concentrirte Salzsäure, mit der sie eine prächtig purpurblaue Lösung gab; auch die Elementaranalyse bewies, dass sie eine den Proteinkörpern ganz analoge Zusammensetzung hatte; sie enthielt 4,4% Schwefel, der durch Behandlung mit Kali u. s. w. sehr leicht nachzuweisen war. Der fragliche Harn enthielt übrigens 6,7% von dieser Substanz. Diese Substanz kann nicht füglich für Albumin oder Casein erklärt werden, wenigstens so lange nicht, als wir nicht im Stande sind, durch Zusatz gewisser Substanzen das Albumin oder Casein in diese Substanz oder dieselbe in jene zu verwandeln; die Eigenschaften sind zu different, als dass sie mit einer der bekannten Modificationen irgend welches Proteinkörpers verglichen werden könnte.

Fett im Harn ist eine nicht allzu häufige Erscheinung, wenn man absieht von dem Fett, welches sich von den äussern Genitalien namentlich bei Frauen dem Harn häufig beimischt. In der älteren Literatur ist sehr oft von fetthaltigem Harn die Rede, wo das Fett sich als schillerndes Häutchen auf der Oberfläche des Harns angesammelt haben sollte: allein in der grössten Mehrzahl der Fälle dürfte wohl jenes Häutchen nicht aus Fett, sondern aus der oben beschriebenen Cruste von Erdphosphaten und Fadenpilzen, die hauptsächlich im Schleimgehalte des Harns ihr Bildungs-

1) *Chevallier*, Journ. de Chim. médic. T. 4, p. 479.

2) *Blondeau*, ebendas. S. 4, p. 44.

3) *Rayer*, L'Experience 1828. No. 42.

4) *Bouchardat*, Journ. de conaissance. médic. Août. 1843.

5) *Golding Bird*, Lond. med. Gaz. Octbr. 1843.

6) *Bence Jones*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 67, S. 97—105.

material fanden, bestanden haben; denn diese Crusten gleichen oft täuschend einem Fetthäutchen; ein solches, wirklich aus Fett bestehendes, habe ich wenigstens auf dem Harne niemals wahrgenommen. Später sah *Nauche*¹⁾ gar dieses Häutchen als ein charakteristisches Kennzeichen der Schwangerschaft an, und hat dadurch eine Unzahl Untersuchungen veranlasst, die noch überdies nur zu einem negativen Resultate führten. Das *Kiesthein* ist nichts als die oben S. 357 beschriebene Bildung von Tripelphosphatkrystallen, Pilzen und Conserven beim Alkalischwerden des Harns; wenn aber auch dieses Häutchen und der sich später bildende flockige Niederschlag nichts weniger als ein charakteristisches Kennzeichen der Schwangerschaft ist, so darf doch keineswegs in Abrede gestellt werden, dass dieses Häutchen oder richtiger die schnelle Alkalescenz im Harne schwangerer Frauen häufiger vorkommt, als sonst; der Harn Schwangerer ist nämlich in der Regel sehr wässrig und geht deshalb weit leichter in alkalische Gährung über; er enthält ferner häufig mehr schleimige, protelnartige Substanz als anderer Harn und dies ist ein zweiter Grund, weshalb er leichter alkaliscirt und zur Bildung jenes Häutchens geneigt ist. Ganz aus der Luft gegriffen ist also die Erfahrung von *Nauche* durchaus nicht, allein man muss sich überzeugt haben, dass der Harn Schwangerer, besonders wenn sie mehr Animalien genossen haben, diese Eigenschaft sehr oft nicht besitzt, und dass dagegen der dünne Harn hysterischer und chlorotischer Frauen ebensowohl als der schwach saure und albuminöse Harn ganz dieselben Erscheinungen wahrnehmen lässt, die man dem Harne Schwangerer für eigenthümlich hielt.

Fett kommt nun aber zuweilen wirklich in ganz normalem Harne vor. Im Harne von Schildkröten (*T. graeca*) fand ich es, obwohl in geringen Mengen constant; *Frerichs*²⁾ fand es gewöhnlich im Harne der Katzen und so auch später *Lang*³⁾ bei sorgfältigen Untersuchungen; letzterer wiess auch einen geringen Gehalt des menschlichen Harns an Fett nach, besonders nach dem Genusse fettreicher Nahrungsmittel. Mehrfache an Katzen sowohl als an Menschen von *Lang* ausgeführte Versuche lassen keinen Zweifel darüber, dass die Nahrung oft die Ursache des Vorkommens von Fett im Harne ist. Ob aber dieses die einzige Ursache des jeweiligen Erscheinens von Fett im Harne gesunder Thiere sei, möchte nach den von mir am Harne der Schildkröten und an den Nieren der Rehe (vgl. Th. 4, S. 236) gemachten Beobachtungen doch noch zweifelhaft scheinen. Immer ist aber die Menge des in normalem Harn vorkommenden Fetts selbst nach sehr reichlichem Fettgenusse höchst gering, wie namentlich aus *Lang's* sorgfältigen quantitativen Bestimmungen hervorgeht. Im Harn mit fettem Fleische gefütterter Katzen fand *Lang* meistens nicht mehr als

1) *Nauche*, Journ. de chim. méd. 2. Sér. T. 5, p. 64.

2) *Frerichs*, die Bright'sche Nierenkrankheit u. deren Behandl. Braunsch. 1854, S. 154.

3) *Lang*, de adipe in urina et renibus. Diss. inaug. Dorp. Liv. 1852. p. 6—46.

0,11% Fett im festen Rückstande; im menschlichen Harn ein einziges Mal 0,2% (des festen Rückstandes).

Fettreichthum hat man besonders dem sog. chylösen Harn und Milchharn vindicirt, in welchem das Fett in Bläschen wie in dem Chylus oder der Milch suspendirt sein soll. Eigentlichen Milchharn oder chylösen Harn, in welchem die eigenthümliche Trübung und Färbung von Fett herührte, habe ich nicht beobachtet; der Harn solcher Art verdankte seine Eigenthümlichkeit einer Unmasse suspendirter Eiterkörperchen, die bei allen beobachteten Fällen in den Nieren, aber nicht in einem Blasenkatarrh ihren Ursprung hatten. Wo wirklich solcher Milchharn fettreich gefunden worden ist, mag wie bei *Rayer*¹⁾ der Fettgehalt von absichtlich zur Täuschung des Arztes zugesetzter Milch hergerührt haben. Leider ist über die Krankheitsformen, zu welchen sich ein chylöser Harn gesellen kann, sehr wenig bekannt. Indessen hat in neuerer Zeit *Bence Jones*²⁾ einen solchen Fall chylösen Harns genauer beobachtet und dabei folgende Wahrnehmungen gemacht: der Harn pflegte 0,7 bis 0,8% Fett zu enthalten, neben diesen fanden sich aber noch Eiweiss, Faserstoff und normale Blutkörperchen; am meisten Fett wurde nach der Verdauung im Harn gefunden, ohne dass das Blut fettreicher beobachtet wurde.

Bewegung und Ruhe übte keinen Einfluss auf den Fettgehalt des Harns aus, wohl aber auf die Menge der genannten abnormen Bestandtheile dieses Harns. Mit unbewaffnetem Auge war keine Veränderung an den Nieren (bei der Section) wahrzunehmen; mikroskopisch wurden die Nieren nicht untersucht. Faserstoff oder Epithelcylinder wurden in diesen nicht gefunden.

Besonders wichtig wäre das Vorkommen von Fett im Harn in der sogenannten *Bright'schen Krankheit*, da in einem gewissen Stadium derselben und zwar zuweilen oft sehr schnell (wie z. B. im zweiten Stadium der Cholera) die Nierendegeneration in die sog. fettige Entartung übergeht. Viele Forscher haben in dieser Krankheit Fett im Harn beobachtet. Meinen speciell hierauf gerichteten Beobachtungen nach kann ich jedoch das Vorkommen von Fett im Harn bei Bright'scher Krankheit mit Fettnieren nicht für eine constante Erscheinung halten. Das Missliche solcher Beobachtungen liegt zum Theil darin, dass zuweilen freie Fettbläschen im Harn vorkommen, von denen immer schwer zu entscheiden ist, ob sie dem Harn angehören oder nur zufällig von aussen demselben beigemischt sind, zumal da ihre Menge stets sehr gering ist. In den spätern Stadien der Bright'schen Krankheit findet man indessen zuweilen einzelne Schläuche, die mit kleinen Fettbläschen oder Fettkörperchen gefüllt erscheinen und den Tubulis contortis bei Fettniere auffallend gleichen. In solchem Falle wäre wohl eine Diagnose der Fettniere aus dem Harn möglich.

Auch bei der vorsichtigsten Untersuchung findet man zuweilen Fett-~~körperchen~~ im Harn bei Krankheiten, die mit schneller Abmagerung ver-

¹⁾ Experience 1848 No. 42 u. Traité des maladies des reins. T. I. p. 459.
²⁾ Philosophical Transactions 1850. Part 2, p. 651—660.

bunden sind; namentlich bei Leberleiden und bei den Zuständen, zu denen sich sog. hektisches Fieber zugesellt (*Rayer, Schaarmann, Gorup* und Andere).

Vom Gehalte des Harns an Zucker in verschiedenen physiologischen und pathologischen Zuständen ist bereits Th. 1. S. 270 u. 273 die Rede gewesen. Indessen muss ich hier noch hinzufügen, dass meinen frühern und *Uhle's* neuern Erfahrungen entgegen, doch zuweilen auch bei Aufnahme zuckerreicher Nahrungsmittel Zucker in den Harn übergeht. *C. Schmidt*¹⁾ hatte zwar schon früher an einer Katze eine solche Erfahrung gemacht und auch *Bernard* seinen Beobachtungen nach ein Gleiches behauptet: doch haben erst die von Dr. *v. Becker* unter meiner Leitung angestellten Versuche mich überzeugt, dass unter wenigstens scheinbar ganz gleichen Verhältnissen bei Kaninchen nach zuckerreicher Nahrung (Mohrrüben) oder Injection von Zuckerlösung in den Magen von Kaninchen Zucker ziemlich ebenso oft nicht in den Harn übergeht, als er darin erscheint. Hierbei scheinen übrigens eigenthümliche Verhältnisse, welche überhaupt von Einfluss auf die Harnsecretion sind, obzuwalten. So beobachtete Dr. *v. Becker* in mehreren Versuchen, dass Kaninchen, denen eine concentrirte Zuckerlösung in den Magen injicirt war, nur dann Zucker im Harn zeigten, wenn die Harnabsonderung reichlich war, wobei sie sich dann auch, selbst wenn in 3 St. 60 grm. ihnen beigebracht worden waren, ganz wohl befanden. Andre dagegen, die in Folge der übermässigen Erfüllung des Magens und Darms (bis zum Colon transversum) mit gesättigter Zuckerlösung krankhafte Erscheinungen zeigten, oder wohl gar verendeten, liessen sehr wenig und zwar zuckerfreien Harn. Bei Verminderung der Harnsecretion scheint also auch Zucker nur schwer in den Harn überzugehen. Merkwürdig war dabei, dass bei den Kaninchen, welche ihr Wohlbefinden und ihre Munterkeit beibehielten, im Blute nur 0,336 bis 0,348% Zucker gefunden wurde, während im Blute derjenigen Kaninchen, welche sich unwohl nach der Zuckerinjection fühlten und ebenfalls wenig zuckerarmen oder zuckerfreien Harn liessen, im Blute 1,03 bis 1,20% Zucker angehäuft war. Es scheint also, als wenn, sobald der Zuckergehalt des übrigens normalen Blutes bis über 1% steigt, die andre Grenze erreicht wird, wo kein Zucker in den Harn übergeht und zugleich die Harnsecretion auf ein Minimum herabgedrückt wird.

Beispiele von abnormen Pigmenten im Harn werden viele angeführt; die ziegelrothe Färbung des Sediments im Fieberharn ist keineswegs vom normalen Harnpigmente abhängig, doch möglicher Weise durch Oxydation aus demselben entstanden; wenigstens sieht man sehr oft das gewöhnliche Harnsediment (harnsaurer Natron) auf dem Filter sich intensiv ziegelroth bis scharlachroth färben; näher untersucht ist es nicht; es ist aber früher bald *rosige Säure*, bald *Urerythrin*, bald *Purpursäure* genannt worden. Blaue, grüne, violette und schwarze Pigmente sind im Ganzen

1) *Schmidt*, Charact. d. Ch. S. 467.

selten im Harn beobachtet worden. Auf *Heller's* aus dem Harne dargestellte Pigmente ist bereits Th. 1. S. 299 aufmerksam gemacht worden; leider sind die darüber angestellten Versuche noch so unreif zu irgend einer Schlussfolgerung, dass selbst noch an der Existenz einzelner, wie *Urooxanthin*, *Urrhodin* zu zweifeln ist; am meisten erwiesen, genauerer Untersuchung am zugänglichsten dürfte noch das krystallisirbare *Uroglau- cin* sein, welches auch von *Alois Martin*¹⁾ und von *Scherer* künstlich durch Einwirkung von Salpetersäure dargestellt und von *Virchow* mikroskopisch und mikrochemisch untersucht worden ist. Dieses Uroglaucin kann möglicher Weise in dem blauen, violetten und schwarzen Harn früherer Beobachter enthalten gewesen und mit dem sog. *Cyanurin* identisch sein. Die Angabe *Heller's*, dass sehr oft der *Bright'sche* Harn, so wie auch der bei Cholera auf Zusatz von viel concentrirter Salpetersäure blau gefärbt werde, ist leicht zu bestätigen; ich möchte aber meinen Erfahrungen nach sagen, dass nur, wenn uraemische Symptome bereits eingetreten sind, jene Eigenthümlichkeit des Harns sich zu zeigen pflegt.

Gallensäuren kommen keineswegs so selten im Harn vor, als man geglaubt hat; schon *Pettenkofer* fand sie einmal im Harn bei Pneumonie vermittelt seiner Gallenprobe; auffallend ist, dass sie bei entschiedenem Ikterus, selbst wenn der Harn reich an Gallenpigment ist, oft nur in sehr geringer Menge darin vorkommen oder gänzlich fehlen, während oft ein schwach pigmentirter Harn bei genauerer Untersuchung unverhältnissmässig grosse Mengen Gallenharz erkennen lässt. Constant kommt Gallensäure übrigens im Harn Pneumonischer keineswegs vor, ja vielmehr selten; sonst habe ich wenigstens diese Substanz nie im Harne entdecken können, wenn nicht (wie bei der rechtseitigen Pneumonie oft) eine deutliche Affection der Leber vorhanden war.

Ueber das Vorkommen des Gallenpigments im Harn ist bereits Th. 1, S. 294 das Nöthige bemerkt worden.

Ebenso ist von dem Vorkommen jener seltneren Stoffe, dem *Xanthin* und dem *Cystin* bereits im 1. Th. S. 145 und 175 die Rede gewesen.

Schwefelwasserstoff, wohl in der Mehrzahl der Fälle eben so wie kohlen-saures Ammoniak entstanden, wurde von *Chevallier*²⁾, *Höfle*³⁾ und *Heller*⁴⁾ einigemal im Harn Tuberculöser und Blatterkranker gefunden.

Buttersäure, welche zuerst von *Berzelius*⁵⁾ im Harne nachgewiesen wurde, kommt nur selten in demselben vor und zwar ebensowohl in gesundem als in krankem. An eine bestimmte Krankheitsform scheint aber das Vorkommen der Buttersäure nicht gebunden zu sein; öfterer bin

1) *Alois Martin*, *Heller's Arch.* Bd. 4. S. 191—196.

2) *Chevallier*, *Journ. de chim. méd.* T. 4, p. 179.

3) *Höfle*, *Medic. Ann.* Bd. 11, S. 445.

4) *Heller*, *Arch.* Bd. 3, S. 24.

5) *Berzelius*, *Lehrb. d. Ch.* Bd. 9, S. 424.

ich im Harne Schwangerer auf Buttersäure gestossen, als in dem nicht schwangerer Frauen und Männer.

Berzelius unterwarf mit Schwefelsäure versetzten Harn der Destillation, sättigte das saure Destillat mit Barytwasser, filtrirte und erhielt beim Abdampfen eine krystallinische Salzmasse, die mit Schwefelsäure viel Buttersäure entwickelte. Bei Wiederholung dieses Versuchs, wobei selbst sehr grosse Massen Harn einer solchen Behandlung unterworfen wurden, erhielt ich immer nur Spuren von Buttersäure; dagegen vermochte ich aus dem Harnrückstande einer nicht stillenden Wöchnerin am 3. 4. 6. 9. Tage nach der Geburt, wo die Wöchnerin sehr kärglich genährt wurde, und auch wenig Appetit hatte, durch blosse Extraction mit Aether ein saures Fett auszuziehen, welches nach Buttersäure roch und übrigens die oben angegebenen Eigenschaften dieser Säure zeigte; wurde dann der mit Aether extrahirte Rückstand in Wasser gelöst, mit Schwefelsäure versetzt und ganz nach *Berzelius* behandelt, so gewann ich eine neue Quantität Buttersäure. Dieser buttersäurehaltige Harn war immer etwas trübe und mehr schmutzig- als bernsteingelb.

Im Betreff der Ammoniaksalze haben wir schon Th. 4, S. 417 gesehen, dass sie ein seltenerer Bestandtheil normalen Harns sind.

Dass die Efflorescenzen, welche beim Verdunsten eines Tropfen Harns unter dem Mikroskop zu bemerken sind, nicht von Salmiak, geschweige denn von phosphorsaurem Natron-Ammoniak herrühren, ist an dem oben angeführten Orte ebenfalls bemerkt worden. Wenn man aber andererseits in frischem Harne nach dem Verdunsten desselben unzweifelhaft Ammoniak nachgewiesen hat, so ist dieses erst das Product einer Zersetzung. Wir haben schon in dem Obigen darauf aufmerksam gemacht, wie leicht sich das Harnpigment umwandelt und den Harnstoff in seine Zersetzung mit hineinzieht. Man wird sich aber durch Wiederholung folgender von mir angestellter Versuche leicht davon überzeugen können, dass durch die Gegenwart von Ammoniak in noch so vorsichtig verdunstetem Harn durchaus nicht dessen Praeexistenz im frisch gelassenen Harn zu erweisen ist. Dampft man z. B. ganz frischen Harn in einer Retorte bei möglichst niedriger Temperatur ein, so wird man im Destillate stets Ammoniak finden, während der rückständige concentrirte Harn oft stärker Lackmus röthet als vorher. Hier wirkt nämlich das saure, phosphorsaure Natron zersetzend auf den Harnstoff oder den Farbstoff ein (wahrscheinlich auf beide); es bildet sich phosphorsaures Natron-Ammoniak, von dem bekannt ist, dass es bei einer Temperatur von 400° Ammoniak abgibt und sich wieder in saures phosphorsaures Natron umwandelt; es wirkt also fort und fort auf jene stickstoffhaltigen Materien während des Verdunstens zersetzend ein, und der Harn kann daher nach wie vor seine saure Reaction behalten, während viel ammoniakalische Flüssigkeit überdestillirt. Kocht man reinen Harnstoff oder das durch Schwefelsäure von allen Basen und also auch von Ammoniak befreite alkoholische Harnextract nach Sättigung der Schwefelsäure durch Kali oder Natron mit saurem phosphorsauren Natron, so wird man sich von der Richtigkeit der eben versuchten Erklärungsweise für diese auffallende Erscheinung überzeugen. Versetzt man durch Gefrieren concentrirten Harn mit Platinchlorid und Alkohol, so fällt nur Kaliumplatinchlorid, aber kein Platinsalmiak nieder;

setzt man Aetzkali zu solchem Harn, so zeigt der Niederschlag bei der mikroskopischen Untersuchung nicht die bekannten sternförmig gruppirtten Blättchen des basisch phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks, sondern nur amorphe Materie; auch durch chemische Mittel ist kein Ammoniak in diesem Niederschlage nachzuweisen.

Dass sich in krankhaftem, alkalischen Harne von Menschen Ammoniaksalze vorfinden, versteht sich hiernach wohl von selbst: allein auch in saurem Harne von Kranken findet man zuweilen Ammoniaksalze, wie ich mich an ganz frischem saurem Harne von Typhuskranken überzeugt habe. Es ist aber ausserordentlich schwierig, mag man zur Ammoniakbestimmung Platinchlorid oder Talkerdesalze nach *Liebig*¹⁾ oder nach *de Vry*²⁾ anwenden, die Mengen Ammoniak auch nur annähernd genau zu bestimmen, da solcher Harn in der Regel zur Zersetzung sehr geneigt ist und aus einer Harnprobe nichts geschlossen werden kann; denn auch hier ist es nöthig, den in einem bestimmten Zeitraume gesammelten Harn zur Bestimmung zu verwenden. Aus diesem Grunde ist es auch schwer zu entscheiden, in welchen Krankheitsformen vorzugsweise der saure Harn ammoniakhaltig ist.

De Vry's Methode, Ammoniak im Harn quantitativ zu bestimmen, ist folgende: der frische Harn wird zur Entfernung der Erden mit doppeltkohlensaurem Natron versetzt, filtrirt und dann schwefelsaure Talkerde zugefügt; durch letztere wird wegen Gegenwart des phosphorsauren Natrons im Harne phosphorsaures Talkerde-Ammoniak gefällt, aus welchem das Ammoniak zu berechnen ist. Soll diese Methode zu genaueren Bestimmungen benutzt werden, so ist zweierlei dabei zu berücksichtigen; erstens fällt nämlich durch das doppeltkohlensaure Natron schon Ammoniak mit der Talkerde nieder, und zweitens ist es möglich, dass das phosphorsaure Natron des Harns nicht ausreicht, um alles Ammoniak mit der Talkerde zu verbinden und auszufällen; beide Mängel würden sich jedoch leicht umgehen lassen, der erste durch Bestimmung der Talkerde in dem durch kohlensaures Natron erhaltenen Praecipitate, der letztere durch Zusatz überschüssigen phosphorsauren Natrons (*Berzelius*³⁾).

Das Vorkommen von Salpetersäure, welches nach *Prout*⁴⁾, *Wurzer*⁵⁾ in ziegelfarbenen Harnsedimenten beobachtet haben wollte, musste um so mehr bezweifelt werden, als die angewendete Untersuchungsmethode zu einer Täuschung leicht Veranlassung geben konnte: und selbst die neuere Beobachtung von *Bence Jones*, wornach sich auf den Genuss von Ammoniaksalzen nicht unbedeutende Mengen von Salpetersäure in dem Harne einstellen sollen, geben jenen Erfahrungen keine grössere Glaubwürdigkeit. (Vergl. hierüber das Oben S. 363 Bemerkte.)

Indem wir uns nun zur Betrachtung der analytischen Methoden wenden, welche zur Untersuchung des Harns angewendet oder empfohlen worden sind, kommen wir zu einem der unerfreulichsten Capitel der gan-

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50. S. 495.

2) *De Vry*, ebendas. Bd. 59, S. 383.

3) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 17, S. 628.

4) *Prout*, a. a. O.

5) *Wurzer*, a. a. O.

zen physiologischen Chemie. Wenn wir beim Blute schon manche vergebliche Bemühungen, manchen unnütz vergossenen Schweiß zu bedauern hatten, so haben wir dazu noch viel mehr Grund bei Betrachtung der meisten vorliegenden Harnanalysen. Diese Harnanalysen sind es besonders, welche die zoochemischen Untersuchungen bei wirklichen Chemikern in solchen Misscredit gebracht haben, dass man sie häufig mit den berüchtigten Analysen von neuen und alten Drogen in eine Classe geworfen hat. Trotz dieses traurigen Standpunktes der Harnanalyse werden wir nicht in die Anfangsgründe der analytischen Chemie, der Physik und der Arithmetik eingehen, Disciplinen, die man sämtlich bei Anstellung von Harnanalysen mit Füßen getreten hat, wie leicht zu erweisen sein dürfte. Wir halten es geradezu für unwürdig der Wissenschaft, in einer physiologischen Chemie auf die Elemente der Naturbeobachtung, auf die einfachsten physikalischen Lehren, auf simple Proportionsrechnung oder Regeldetriexempel zurückzukommen und gestatten uns dem, was bereits im ersten Theile über die Entdeckungsweisen und Bestimmungsmethoden einzelner Bestandtheile des Harns gesagt worden ist, nur noch Weniges hinzuzufügen.

Wenn die Analysen des Harns der Pathologie noch wenig Früchte getragen haben, so liegt doch die Schuld immer weniger an den Analytikern als an den Aerzten selbst; so lange diese in dem Missverständnisse dessen befangen sind, was die chemische Analyse zu leisten vermag und was nicht, wird ihnen selbst die beste Harnanalyse nichts nützen; so lange sie nicht selbst dem Chemiker Fragen zu stellen verstehen, wird ihnen die pathologische Chemie auch nicht die erwünschte Antwort geben können; so lange die Aerzte endlich die chemischen Agentien nur als diagnostisches Handwerkzeug, gleich Stethoskop und Plessimeter, verwenden zu können wännen, werden auch die chemischen Untersuchungen des Harns ihnen unverständlich bleiben und die unter ihren Auspicien ausgeführten Harnanalysen den unreinlichsten Versuchen beigezählt werden müssen.

Was zunächst die rein diagnostische Untersuchung des Harns betrifft, so reicht zur Beantwortung der gewöhnlich am Krankenbette gestellten Fragen die Anwendung des Mikroskops und einiger wenigen chemischen Reactionen aus. Ist der Harn sauer, so können durch das Mikroskop, wie aus dem Obigen hervorgeht, Schleimkörperchen oder Eiterkörperchen (bei fälschlich sogenanntem chylösem Harn, wie er z. B. die Pyelitis fast constant begleitet), Epithelien, Spermatozoiden, Schläuche aus den Bellini'schen Röhrchen, Blutkörperchen u. dergl. mehr erkannt werden; ausserdem aber harnsaures Natron, oxalsaurer Kalk und Cystin; ist der Harn alkalisch, so wird man durch das Mikroskop allein phosphorsaures Talkerde-Ammoniak, harnsaures Ammoniak und andre morphotische Elemente leicht unterscheiden können.

Um harnsaures Natron von Harnsäure in einem Sedimente zu unterscheiden, bedarf es nach der mikroskopischen Untersuchung in der

That nicht erst noch der Erwärmung des Harns, durch welche sich, wie Th. 4. S. 200 erwähnt, das harnsaure Natron auflöst.

Würde man fürchten, die moleculären Massen harnsauren Natrons mit andern Moleculen unter dem Mikroskop zu verwechseln, so lasse man dem Objecte einen Tropfen Salzsäure (Essigsäure wirkt oft unvollständig oder sehr langsam ein) zufließen und man wird die rhombischen Harnsäurekrystalle entstehen sehn.

Um gewisse Krystallformen des Tripelphosphats nicht mit oxalsaurem Kalk zu verwechseln, lasse man nach Th. 4, S. 42 dem mikroskopischen Objecte etwas Essigsäure zufließen.

Die sechsseitigen Tafeln des Cystins sind leicht mit den analogen Formen der Harnsäure zu verwechseln und vielleicht auch schon verwechselt worden. Zusatz von Säuren lässt sie jedoch leicht unter dem Mikroskop unterscheiden, da die (gewöhnlich gelb gefärbten) Harnsäurekrystalle in diesen unlöslich sind, während die (meist farblosen) des Cystins sich leicht darin auflösen. Ueber die chemischen Erkennungsmittel des Cystins haben wir Th. 4, S. 175 gesprochen.

Andre Stoffe, wie *Harnstoff*, *Hippursthure*, *Harnsthure* (wenn sie nicht im Sedimente enthalten ist), *Eiweiss*, *Zucker*, *Gallensthuren* und *Gallenpigment* können nur auf chemischem Wege im Harn nachgewiesen werden und zwar nach den Methoden, die wir unter den betreffenden Stoffen bereits im ersten Theile mit specieller Berücksichtigung der Harnanalyse angeführt haben.

Der Entdeckungsweise von *Buttersthure*, gewissen abnormen *Pigmenten*, des *Ammoniaks* ist erst in dem Obigen Erwähnung gethan worden.

Was nun noch einige unorganische Bestandtheile betrifft, so hat man sich zu deren ungefährender quantitativer Bestimmung der bei der qualitativen Analyse gebräuchlichen Reagentien bedient, d. h. um ein Plus oder Minus von Salzsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kalk im Harn zu erkennen, setzte man ohne Umstände einzelnen Proben des Harns salpetersaures Silberoxyd, essigsaures Bleioxyd, Chlorbaryum, oxalsaures Ammoniak zu; ein selbst für die ärztlich diagnostische Untersuchung durchaus nicht zu rechtfertigendes Verfahren. Man müsste dann wenigstens die mit normalem Harn zu vergleichenden Harnsorten auf einen gleichen Dichtigkeitsgrad durch Concentration zu bringen suchen; nur dann wäre ein Vergleich des Volumens der Niederschläge denkbar; das würde aber ebensoviele Arbeit verlangen, als man sich eben ersparen will. Es ist aber jedem Beobachter wohl an sich klar, dass diese Schätzung nach dem Volumen des Praecipitats schon für sich allein nicht auf den geringsten Grad von Genauigkeit Anspruch machen kann. Und was ist denn in den praecipitirten Metallsalzen alles enthalten, selbst wenn man sorgsam Salpetersäure zum Kenntlichmachen des Chlorsilbers oder schwefelsauren Baryts anwendet? werden durch Metalle nicht aus dem Harn, namentlich krankhaftem, eine Menge organischer Substanzen mit gefällt werden? Oder will man etwa aus der Farbe des Harns auf dessen Dich-

tigkeit schliessen und darnach seine Schätzung über das mehr oder Weniger jener Stoffe einrichten? Die Aerzte mögen sich hüten, durch solche leichtfertige chemische Proben zu neuen Irrthümern verleitet zu werden, während sie von den alten kaum durch physikalische und anatomische Untersuchungen befreit worden sind. Man würde aber in der That zu weit gehen, wollte man die hier gemissbrauchten Mittel deshalb gänzlich bei Anstellung wissenschaftlicher Harnuntersuchungen vermeiden. Würde man z. B. sich von der Vermehrung oder Verminderung der Phosphate in irgend einer Krankheit zu unterrichten suchen, so würde man den von je 24 St. gesammelten und in möglichster Kühle aufbewahrten Harn mit Ammoniak zur Entfernung der Erden und des grössten Theils der Harnsäure versetzen und der filtrirten Flüssigkeit schwefelsaure Talkerde zusetzen können; man würde in dem ersten Niederschlage nach dem Verbrennen desselben die Erdphosphate haben, aus dem zweiten das phosphorsaure Natron berechnen können. Wollte man die Menge des in einer gewissen Zeit durch den Harn ausgeschiedenen Kalks kennen lernen, so würde es ausreichen, den filtrirten Harn mit oxalsaurem Ammoniak zu fällen (vorausgesetzt, dass der Harn sauer war) und nach den Regeln der analytischen Chemie den oxalsauren Kalk auszuwaschen, zu glühen, zu wägen und daraus den Kalk zu berechnen. Fällt man angesäuerten Harn mit einem Barytsalze, so wird man den Schwefelsäuregehalt desselben ungefähr bestimmen können; beobachtet man aber auch alle Regeln der Kunst, so wird man beim Glühen einen kohlehaltigen schwefelsauren Baryt erhalten, der nach dem Verbrennen der Kohle alkalisch reagirt oder mit Säuren Luftblasen entwickelt. Aehnliches gilt von der Bestimmung des Chlors im Harn durch unmittelbare Fällung.

Eine Bestimmung des Kalis im Harne durch Platinchlorid würde aus kaum erst noch zu erklärenden Gründen den vorerwähnten Bestimmungen an Ungenauigkeit nicht nachstehen.

Rücksichtlich der qualitativen Untersuchung des Harns ist noch zu bemerken, dass es sehr vortheilhaft ist, den Harn längere Zeit stehen zu lassen und ihn von Zeit zu Zeit mikroskopisch zu untersuchen; die Art der physikalischen Veränderungen, die Schnelligkeit des Eintritts derselben, die Veränderung der Reaction auf Pflanzenfarben geben, wie wir oben bei der »Harngährung« gesehen haben, gerade über die Gegenwart solcher Stoffe oder Eigenschaften des Harns Aufschluss, welche sonst chemisch gar nicht nachweisbar sind.

Auf die Angaben des specifischen Gewichts des Harns hat man einen höhern Werth gelegt, als sie für die Wissenschaft wirklich haben, und als sie den Methoden der Dichtigkeitsmessung nach verdienen. Was nützt denn eigentlich die Bestimmung des specifischen Gewichts? Die des Harns sicher weit weniger, als die irgend einer andern thierischen Flüssigkeit. Man kann es wenigstens als Regel betrachten, dass das Blut und die meisten andern thierischen Flüssigkeiten sich immer auf einem bestimmten Dichtigkeitsgrade zu erhalten suchen, der gerade zu

ihrer Function nothwendig ist; die Schwankungen im specifischen Gewichte solcher Säfte sind daher nur sehr gering; um so wichtiger ist es deshalb, grössere Schwankungen desselben an ihnen zu beobachten. Ganz anders verhält es sich mit dem Harn, der fast jeden Augenblick seinen Concentrationsgrad ändert; dienen doch gerade die Nieren dazu, die übrigen thierischen Säfte auf der ihnen zukommenden Mischung und in dem ihnen eigenthümlichen Concentrationsgrade zu erhalten; bald werden neben den Trümmern der Gewebismetamorphose mehr Salze, bald mehr bald weniger Wasser abgeführt. Wir haben schon oben angedeutet, von wieviel verschiedenen äussern und innern Bedingungen die Wassermenge abhängig ist, welche durch die Nieren ausgeschieden wird; was nützt uns nun die Kenntniss des specifischen Gewichts eines Harns, wenn uns eben jene Bedingungen im Einzelfalle nicht hinlänglich bekannt sind?

Aber am Krankenbette wird man wohl aus dem specifischen Gewichte eines Harns bedeutsame Schlussfolgerungen auf den Ablauf des krankhaften Processes oder gar auf Erkenntniss der Krankheit ableiten? Trotz der so empfohlenen Schnelldichtigkeitsmesser, der sog. *Urometer* oder *Urinhydrometer*, die man in den verschiedensten Formen und nach verschiedenen Principien construirt hat, bemerkt man nicht, dass durch die genauere Bestimmung des specifischen Gewichts des Harns irgend eine grössere Aufklärung, ein helleres Licht über den vorliegenden Krankheitsprocess verbreitet würde. Und es ist auch nicht viel Licht zu erhalten; denn am kranken Organismus ist es noch weit schwieriger, aus der Dichtigkeit des Nierensecrets einen wissenschaftlichen Schluss abzuleiten, als am gesunden. Aber benutzt man denn nicht das specifische Gewicht des Harns zur Diagnose des Diabetes mellitus? Gerade hierbei sieht man, dass die Dichtigkeitsbestimmung mehr in der Idee als in der Wirklichkeit wichtig ist; das specifische Gewicht des diabetischen Harns ist gerade da, wo es noch auf die Diagnose ankommt, oft gar nicht erheblicher, als das andern Harns; ist der Diabetes einmal ausgebildet, so ist ebendasselbe sehr oft der Fall und dann muss man die Farbe, die Reaction des Harns, die täglich entleerte Menge zu Hülfe nehmen, wenn man einmal aus dem Harn allein diagnosticiren will; allein ist es dann nicht einfacher, ohne Weiteres die leicht auszuführende Zuckerreaction anzustellen, die noch überdies mehr diagnostische Geltung hat, als alle jene Charaktere zusammengenommen? wozu will man erst ein schlechtes Mittel brauchen, wenn Einem ein gutes zu Gebote steht? Doch vielleicht könnte der von englischen Aerzten angenommene Harnstoffdiabetes aus dem specifischen Gewichte des Harns diagnosticirt werden. Diese Krankheit ist, soviel bekannt, auf dem Continente noch nicht beobachtet worden, und fast möchte man bezweifeln, dass sie je beobachtet werden wird; denn eine Krankheit, die ohne besonders anatomisch nachweisbares organisches Leiden darin bestehen soll, dass alle Gewebe sich in Harnstoff umwandeln, ist physiologisch nicht recht denkbar; wie schnell müsste der Ablauf dieser für chronisch ausgehenden Krankheit sein,

wenn täglich solche Massen Harnstoff als Trümmer der Gewebe und nicht als Folgen einer guten Verdauung grösserer Fleischquantitäten durch den Harn abgingen.

Das specifische Gewicht des Harns hat man aber niemals etwa seines absoluten Werthes wegen bestimmt, sondern immer nur zu dem Zwecke, darnach den Gehalt dieser Flüssigkeit an festen Bestandtheilen und an Wasser zu bestimmen. Man glaubte, dass aus dem specifischen Gewichte sich mit Leichtigkeit der Rückstand des Harns bestimmen lasse und zu dem Ende haben z. B. *Fz. Simon*¹⁾, *Becquerel*²⁾ und *G. Bird*³⁾ Scalen aufzustellen versucht, aus welchen nach Angabe des specifischen Gewichts sofort der feste Rückstand des Harns zu ersehen ist. Die vollkommene Unbrauchbarkeit solcher Scalen, die ich⁴⁾ nach einigen Versuchen früher dargelegt hatte, ist später von *Chambert*⁵⁾ durch eine grössere Reihe von Untersuchungen am Harnе Gesunder bewiesen worden. Es geht aus diesen Versuchen zur Evidenz hervor, dass nicht einmal zwischen dem Salzgehalte des Harns und seiner Dichtigkeit eine bestimmte Proportion stattfindet, geschweige denn, dass zwischen den organischen Materien und der Dichtigkeit der Flüssigkeit eine solche obwalte. Man vergleiche aber nur die von den genannten drei Autoren in ihren Scalen aufgestellten Zahlen, und man wird staunen über die Differenz der Resultate; die in der ersten Reihe sich herausstellende Differenz kehrt fast constant bei allen Angaben der genannten Forscher wieder; für den Harn, dessen specifisches Gewicht = 1,040 ist, giebt *Becquerel* 4,650%, *Simon* 4,927% und *Bird* 2,327% an, bei einem specifischen Gewichte von 1,020 der erstere 3,300%, der zweite 4,109% und der dritte 4,659% u. s. f. Ist doch hier die enorme Verschiedenheit der Befunde von den verschiedenen Methoden abzuleiten, welche die einzelnen Beobachter zur Bestimmung des specifischen Gewichts sowohl als des festen Rückstandes einschlugen; so beweist z. B. die *Becquerel'sche* Tabelle, wo die Zunahme des specifischen Gewichts um je ein Tausendtheil stets den Harnrückstand um 0,465% vermehrt, dass diese allen Gesetzen der Physik widersprechende Progression durchaus nicht die richtige sein kann. Wir müssten die Anfangsgründe der Physik erörtern, wollten wir hier erst noch nachweisen, warum zwei und drei Arten Harn z. B. dasselbe specifische Gewicht und doch verschiedene Mengen fester Bestandtheile haben können und warum umgekehrt Harnsorten von gleichem Gehalte an festen Stoffen doch ein ziemlich verschiedenes Gewicht zeigen können. Doch zur völligen Widerlegung der Brauchbarkeit dieses Verfahrens verweisen wir auf das, was wir über die Bestimmung des specifischen Gewichtes als Controlemittel für die chemische

1) *Fz. Simon*, Beiträge z. med. Ch. u. Mikrosk. Bd. 4, S. 77 u. 448.

2) *A. Becquerel*, Semeiotique etc. p. 33.

3) *G. Bird*, London medic. Gaz. New. Ser. V. 4, p. 438.

4) *Lehmann*, Schmidt's Jahrb. Bd. 47, S. 5.

5) *Chambert*, Recueil des Mémoires de méd. et pharm. milit. T. 58, p. 228.

Analyse S. 4—6 bemerkt haben. Aus *Schmidt's* positiven Untersuchungen ersieht jeder, dass eine bestimmte durch eine Zahl ausdrückbare Progression im specifischen Gewichte der Zunahme der festen Bestandtheile nicht entsprechen kann; ja bei der Harnanalyse dürfte selbst die von *Schmidt* vorgeschlagene Bestimmung des specifischen Gewichts als *Raumcontrole* für die chemischen Bestimmungen nur zu einer illusorischen Genauigkeit führen; die Gründe für diesen Zweifel liegen theils in noch bestehender Unkenntniss des Verdichtungscoefficienten mehrerer Harnbestandtheile, deren Menge gerade sehr wechselnd im Harn ist, theils in der völligen Unmöglichkeit einzelne im Harn enthaltene Stoffe auch nur einigermassen genau quantitativ zu ermitteln.

Obgleich wir es in einer physiologischen Chemie für ganz unpasslich halten, näher auf die Methode der Dichtigkeitsbestimmungen und ihren Werth einzugehen, da alles dies aus der Physik oder wenigstens aus der praktischen Chemie bekannt sein muss: so können wir doch nicht umhin, denen einige Andeutungen darüber zu geben, welche sich noch kein Urtheil über die namentlich in der pathologisch-chemischen Literatur aufgestapelten Angaben von Dichtigkeitsmaassen gebildet haben. Die gewöhnlichen Mittel, deren man sich zur Bestimmung des specifischen Gewichts thierischer Flüssigkeiten bedient hat, sind die eigentlichen Araeometer, die hydrostatische Waage und die directe Wägung gleich grosser Volumina destillirten Wassers und der fraglichen Flüssigkeit. Dass die Araeometer, auch wenn sie für eine bestimmte Temperatur eingerichtet und sonst gut construirt sind, immer nur annähernd richtige Zahlen geben, verdient nicht erst hier wiederholt zu werden. Wenn man aber das Araeometer bei Flüssigkeiten benutzt, in welchen mehr oder weniger feste Theile suspendirt sind, so irrt man, wenn man auch nur eine leidlich annähernde Bestimmung erhalten will (indem man das ganze Princip der Araeometrie verkennt) oder man will nichts weiter, als ein nur höchst ungefähres Resultat. Mag man sich aber auch bei Harnanalysen mit ungefähren Bestimmungen begnügen, bei allen andern thierischen Flüssigkeiten sind sie verwerflich; denn soll das specifische Gewicht nicht bloss des Decorums wegen neben der Analyse stehen, so kann die ungefähre Bestimmung desselben nur irre führen. Das hier Gesagte gilt natürlich auch von allen andern Methoden, die Dichtigkeit von Flüssigkeiten zu bestimmen, von diesen aber um so mehr, als sie zu genauern Resultaten, als die eigentlich araeometrischen Bestimmungen, berechtigen.

Unter den verschiedenen Araeometern verdient nur eines besondere Erwähnung, welches meiner Erfahrung nach weit bessere Resultate giebt, als man a priori seiner Construction nach erwarten sollte; dieses ist das von *Alexander*¹⁾ in München angegebene; es beruht darauf, dass zwei Flüssigkeiten in verschiedenen Röhren, die durch einen lufthaltigen Raum mit einander communiciren, an den durch die verschiedenen Flüssigkeiten gesperrten Enden aber mit der Atmosphäre in Berührung sind, bei Verdünnung des eingeschlossenen Luftvolumens (durch eine kleine

1) *Alexander*, Polytechn. Centralbl. 1847. Hft. 6, S. 361.

Pumpe) je nach ihrem specifischen Gewichte zu verschiedenen Höhen aufsteigen. Unter allen Schnelldichtigkeitsmessern ist dieser noch der beste, zumal da hier die Einflüsse der Temperatur und des Luftdruckes fast Null sind.

Die Benutzung der *hydrostatischen Waage mit Glasbirne* ist im Allgemeinen genauer, als die der *Araeometer*; allein wendet man dabei auch alle Cautelen an, so ist damit doch nicht die Genauigkeit zu erreichen, wie durch die unmittelbaren Volumenwägungen. Die Mängel dieser Methode beruhen hauptsächlich auf der hier völlig unvermeidlichen Verdunstung eines Theils Wasser der thierischen Flüssigkeit und besonders auf dem Umstande, dass die Waage beim Wägen der Glasbirne im Wasser und besonders in der thierischen Flüssigkeit einen weit minder scharfen Ausschlag giebt, als beim Wägen der Birne in der Luft; einigermaassen zähe Flüssigkeiten, z. B. schon Blutserum, dürfen deshalb gar nicht auf diese Weise behandelt werden; Blut, namentlich der vom Blutkuchen abgepresste Cruor, kann aber gar nicht auf diese Weise untersucht werden; denn beim Wägen der Birne in diesem geben oft ein oder zwei Centigramme keinen Ausschlag mehr. Wenn aber auch ferner das unvermeidliche Anhaften von Luftblasen an die Glasbirne diese Dichtigkeitsbestimmung für das Blut nicht verböte, so würde aus bekannten physikalischen Gründen diese Methode auf eine Flüssigkeit, in welcher feste Theile und zwar ungleich vertheilt sind, irrationell sein.

Die gewöhnliche Methode, das specifische Gewicht durch *directe Wägungen gleicher Volumina* in Glasfläschchen zu bestimmen, ist die beste, allein leider kann ihr Werth ausserordentlich geschmälert werden, wenn nicht dieselbe Aufmerksamkeit und Sorgfalt auf sie verwendet wird, wie solche manche medicinische Chemiker höchstens nur bei den ihnen nicht recht gewohnten Elementaranalysen für nöthig erachten. Es ist bei dieser Methode nicht damit abgethan, dass man erst die leere und wohl ausgetrocknete Glasflasche wägt, dann dieselbe mit Wasser und endlich mit der zu untersuchenden Flüssigkeit; man muss zunächst etwas zu rechnen verstehen, um die wegen verschiedener Temperatur und Barometerstand nöthigen Correctionen vorzunehmen; man muss ferner bedenken, dass man die Wägungen nicht im luftleeren Raume vornimmt, dass aber das specifische Gewicht nur einen Sinn hat, wenn man es auf den luftleeren Raum reducirt. Alles dies ist sehr leicht, sobald man das specifische Gewicht des Glases, den Ausdehnungscoefficienten der Luft und des Wassers kennt; die Berechnung selbst kann man durch Benutzung der Logarithmen oder durch ein Paar algebraische Gleichungen ausserordentlich abkürzen. Wer nicht selbst die hierzu nöthigen Formeln zu construiren verstehen sollte, den verweisen wir auf *Berzelius* Lehrb. d. Ch. 3. Aufl. Bd. 10, S. 285, und *C. Schmidt*, Entwurf einer Untersuchungsmethode thierischer Säfte oder auf jedes gute Compendium der Physik.

Obgleich einige der zuverlässigsten und exactesten Forscher Vergleichsbestimmungen der specifischen Gewichte von Serum, geschlagenem Blute und der aus dem contrahirten Blutkuchen ausgepressten blutzellenreichen Flüssigkeit mit Glück aus-

so ist wohl die Bemerkung nicht ganz überflüssig, dass uns zwei der Methodologie angehörige Gründe hierzu bestimmt haben. Der eine ist schon oben hervorgehoben: soll die Dichtigkeitsbestimmung einen wissenschaftlichen Zweck haben, z. B. als Raumcontrole der chemischen Analyse zu dienen, sie mit der specifischen Wärme, dem Strahlenbrechungs- und Polarisationsvermögen zu vergleichen u. s. w., so muss die äusserste Genauigkeit darauf verwendet werden; denn ohne diese würde man neben den überdies unvermeidlichen Beobachtungsfehlern den vorschwebenden wissenschaftlichen Zweck nimmermehr erreichen. Nicht die Methode allein thut es in der Forschung, sondern mehr noch ihre sorgfältige Ausführung; mit der feinsten Waage macht Einer sehr schlechte Wägungen, während ein Anderer mit einer weniger guten (aber nur genauen Gewichten) die besten Gewichtsbestimmungen auszuführen versteht. Eben so ist der zweite Grund, der uns zu dieser weitläufigen Discussion veranlasste, bereits aus dem Obigen ersichtlich; alle jene ungefähren Dichtigkeitsmessungen, die nur des Decorums wegen der chemischen Analyse zur Seite gestellt oder zur ungefähren Schätzung des Wassergehalts einer Flüssigkeit ausgeführt worden sind, also keinen der eben angedeuteten wissenschaftlichen Zwecke haben, halten wir für völlig überflüssig; denn es scheint uns, dass die Zeit und die Mühe, die wir auf ein unnützes und zweckloses Experiment verwenden, der Wissenschaft entzogen ist und wir an ihr uns versündigen, während wir wahrlich nicht Ursache haben, wie Alexander bei Philipps Eroberungen zu klagen, dass nur wenig uns noch zu thun übrig bleibe.

Indem wir zur quantitativen chemischen Analyse des Harns übergehen, brauchen wir im Allgemeinen wohl nur kurz zu erwähnen, dass stets bei Harnuntersuchungen, bei welchen es darauf ankommt, das quantitative Verhältniss der ausgeschiedenen Harnbestandtheile kennen zu lernen, entweder der gesammte innerhalb gewisser Zeiten (wohl besten innerhalb 24 St.) entleerte Harn zu analysiren und dessen Zusammensetzung mit der andern normalen oder krankhaften, in gleichen Zeiten entleerten Harns zu vergleichen ist, oder dass man, sobald dies nicht thunlich oder für den Zweck der Untersuchung nicht erforderlich ist, den Wassergehalt völlig ignorirt und nur die Proportionen der festen Bestandtheile unter einander ermittelt (d. h. die Bestandtheile auf 100 Th. festen Rückstands berechnet). Man hat wohl hauptsächlich nach dem Vorgange von *Becquerel's* und meinen Untersuchungen¹⁾ über das erst erwähnte Erforderniss einer rationellen Harnuntersuchung sich zu wiederholten Malen so weitläufig ergangen, dass es eben so nauseos als überflüssig sein möchte, auf die Gründe, die uns zur Aufstellung dieser Regel veranlassten, wieder zurückzukommen, zumal da diese einfacher Weise aus allem dem schon erhellen, was wir bereits über den Harn bemerkt

1) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25, S. 4—24 und Bd. 27, S. 257.

400—440 grm. Harn verdunsten. Das Herumspritzen lässt sich ziemlich gut durch vorsichtiges und gleichmässiges Zuleiten der Flüssigkeit vermeiden. Die Lage Kohle, welche sehr bald den Tiegel auskleidet, beträgt nicht den zwanzigsten Theil der auf gewöhnliche Weise erhaltenen Kohle.

Um die *Verbrennung* der rückständigen Kohle zu erzielen, kann man aus demselben Reservoir, in welchem vorher der Harn enthalten war, destillirtes Wasser auf die glühende Kohle tröpfeln lassen; durch die bekannte Zerlegung des Wassers in der Glühhitze wird die *Verbrennung* der Kohle an den Theilen, welche das Wasser trifft, ziemlich gut von *statten* gehen; da aber an den Wänden immer Kohle haften bleibt, so muss man diese zu wiederholten Malen abstossen und von neuem Wasser zutröpfeln; der Versuch gewinnt dadurch nicht an Genauigkeit, allein die *Verbrennung* geschieht allerdings etwas schneller. Man ersieht aus diesem, dass diese Methode in gewissen Fällen wohl anwendbar ist, allein auf grosse Genauigkeit aus mehr als einem Grunde keine Ansprüche machen kann.

In vieler Hinsicht ist die sogenannte *Titrimethode* gerade bei der Analyse des Harns den Gewichtsbestimmungen vorzuziehen. Die *Titrimethode* hat nämlich vor der Wägung nicht blos den Vorzug *schnellerer* Ausführbarkeit, was bei Harnanalysen, wo meist grössere Reihen von *Beobachtungen* zur Erlangung zuverlässiger Resultate nothwendig sind, insbesondere wünschenswerth ist, sondern auch den Vortheil, dass keine lang andauernde Verdunstung erforderlich ist, die, wie wir oben gesehen, stets einige Zersetzung des Harns nach sich zieht. Nachdem man schon seit sehr langer Zeit diese Methode in der Metallprobirkunst angewendet hatte, ist sie besonders von *Liebig* in die Analyse organischer Säfte eingeführt worden. Von der Bestimmungsweise des Zuckers im Harn nach *Fehling* ist bereits Th. 4, S. 267 ausführlich gehandelt worden. Zur Bestimmung des Phosphorsäuregehalts im Harn ward *Breed* von *Liebig*¹⁾ folgende Methode empfohlen. Eine Eisenchloridlösung von bestimmtem Gehalte wird nämlich zu saurem oder mit Essigsäure angesäuertem Harn so lange gesetzt, als noch phosphorsaures Eisenoxyd sich abscheidet, aus dem Verbräuche des Volumens der Eisenlösung berechnet sich dann der Gehalt des Harnes an Phosphorsäure. Zur Bereitung der Eisenchloridlösung werden 15,556 grm. Eisen in Königswasser gelöst und im Wasserbade vorsichtig zur Trockniss verdampft, um den Ueberschuss freier Säure zu entfernen, ohne einen Theil Eisenchlorid zu zersetzen und zu verflüchtigen. Der Rückstand wird in 2000 CC. Wasser gelöst; 4 CC. dieser Lösung fällt 0,040 grm. Phosphorsäure (d. h. also 40 Milligramm). Anstatt dieser Lösung kann auch eine solche von unbestimmter Concentration angewendet werden, deren Stärke man durch *Titriren* mit einer Lösung von phosphorsaurem Natron von bestimmtem Phosphorsäuregehalte ermittelt. Die Eisenchloridlösung darf aber kein Eisenchlorür enthalten. Um zu erkennen, ob alle Phosphorsäure gefällt und eine Spur

1) *Liebig*, Annal. d. Ch. und Pharm. Bd. 78, S. 450.

Eisenchlorid im Ueberschuss ist, wird ein mit Kaliumeisencyanür getränktes Papier mit einem Tropfen des titrirten Harns befeuchtet; ist der Ueberschuss nicht unerheblich, so erkennt man denselben an der Bildung von Berlinerblau. Wie bei allen Titrirungen wird aus dem Volumen verbrauchter Probeflüssigkeit auf die Menge der zu bestimmenden Substanz in einem vorher bestimmten Volumen Untersuchungsflüssigkeit geschlossen.

In ganz ähnlicher Weise kann man bei Bestimmung des Chlor- und Schwefelsäuregehalts des Harns verfahren; nur muss man hier mit Salpetersäure oder Salzsäure ansäuern und berücksichtigen, dass trotz der freien Säuren neben Chlorsilber und schwefelsaurem Baryt aus Harn stets noch an Silberoxyd oder Baryt gebundene organische Substanz (Harnsäure und dergl., wenn auch nur in sehr geringen Mengen) niederfällt, dennoch immer etwas mehr Chlor und namentlich mehr Schwefelsäure berechnet wird, als in Wahrheit im Harn enthalten war.

Eine sehr ingeniose Methode hat *Liebig* zur Titrirung des Harnstoffs im Harn vorgeschlagen, die mit der Th. 1, S. 162 angeführten Beobachtung *Liebig's* in nahem Zusammenhange steht. Diese Methode hat übrigens noch den Nebenvortheil, dass gleichzeitig der Gehalt des Harns an Chlor bestimmt wird. Wesentlich besteht dieselbe in Folgendem. Zur Entfernung der Phosphate und Sulphate des Harns wird eine bestimmte Quantität desselben mit ihrem halben Volumen einer Flüssigkeit versetzt, welche auf 2 Vol. einer gesättigten Aetzbarytlösung 1 Vol. einer gesättigten Lösung von salpetersaurem Baryt enthält. Von der filtrirten alkalischen Flüssigkeit (welche also auf 3 Vol. 2 Vol. Harn enthält) nimmt man ungefähr 15 CC. und lässt, ohne sie zu neutralisiren, aus einer Bürette unter Umrühren eine titrirte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd fließen, so lange noch eine Fällung entsteht; der Niederschlag ist jene Th. 1 S. 158 erwähnte Verbindung von Harnstoff mit Quecksilberoxyd, $\text{Ü} + 4\text{HgO}$. Nimmt man einige Tropfen der trüben Flüssigkeit auf ein Uhrglas und lässt einen Tropfen kohlen-saure Natronlösung zufließen, so wird die Mischung nach kurzer Zeit gelb, wenn ein Ueberschuss der Quecksilberlösung zugesetzt war; weiss dagegen bleibt sie, wenn der Zusatz der Quecksilberflüssigkeit nicht ausreichend war, um allen Harnstoff zu praecipitiren. Zur Titrirung der Probeflüssigkeit (des salpetersauren Quecksilberoxyds) kann man sich natürlicherweise sehr verschiedener Methoden bedienen; *Liebig* hat aber ein sehr einfaches Verfahren zu diesem Zwecke angegeben, welches darauf beruht, dass salpetersaures Quecksilberoxyd durch phosphorsaures Natron, nicht aber Quecksilberchlorid zerlegt wird; setzt man nun zu einer Mischung jener Salze, ehe der Niederschlag (von phosphorsaurem Quecksilberoxyd) krystallinisch geworden ist, eine Kochsalzlösung von bekannter Concentration, so lässt sich aus dem zur Wiederlösung desselben nöthigen Volumen der titrirten Kochsalzlösung sehr leicht die Menge des Quecksilberoxyds berechnen (denn natürlich entspricht

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. und Pharm. Bd. 85, S. 329—328.

ein Aequivalent Chlornatrium einem Aequivalente phosphorsauren Quecksilberoxyds. Eine titrirte Kochsalzlösung ist aber ohne Weiteres gewonnen, wenn man sich erinnert, dass eine zwischen 0 und 100° gesättigte Kochsalzlösung constant 27% Salz enthält.

Die Bestimmung des Chlors im Harn durch salpetersaures Quecksilberoxyd beruht auf der Erfahrung, dass einerseits Harnstoff wohl durch salpetersaures Quecksilberoxyd, aber nicht durch Quecksilberchlorid gefällt wird, und andererseits, dass salpetersaures Quecksilberoxyd sich in Berührung mit Chlornatrium in Quecksilberchlorid umwandelt. Um den Chlorgehalt des Harns demnach zu finden, versetzt man ein bestimmtes Volumen jenes bereits mit der Barytflüssigkeit versetzten und vom Niederschlage abfiltrirten Harns zunächst mit Salpetersäure bis zur Neutralisation und fügt dann solange von titrirter Lösung salpetersauren Quecksilberoxyds hinzu, als noch der Niederschlag beim Umrühren sich auflöst (so lange Quecksilberchlorid gebildet wird). Aus dem Volumen bis zu diesem Punkte verbrauchter Quecksilberlösung berechnet sich die Menge gebildeten Sublimats oder im Harn enthaltenen Chlors.

Schwankender als die Absonderung irgend eines andern Organs ist die Grösse der Harnabsonderung. Es wirken hier eine solche Zahl der verschiedensten äussern und innern Bedingungen ein, dass diese weder für den speciellen Fall noch selbst im Allgemeinen vollständig übersehen werden können. Während man von den entfernteren Einflüssen auf die Harnabsonderung und ihren Beziehungen zu der Grösse derselben sich wohl eine ungefähre Vorstellung machen kann, fehlt es uns doch noch ziemlich an der Kenntniss der nächsten Bedingungen, durch welche die Harnabsonderung hervorgerufen und in ihren Grössenveränderungen geregelt wird. Besonders empfindet die Physiologie den Mangel an chemischen Untersuchungen, welche das Verhältniss der Beschaffenheit und Zusammensetzung des Blutes zum abgesonderten Harn darzuthun vermöchten, obwohl wir vereinzelte Thatsachen genug haben, welche den a priori gefassten Satz bestätigen, dass die Constitution sowie die Absonderungsgrösse des Harns abhängig sein müssen von der jeweiligen Constitution des Blutes. Indessen ist hierbei nicht zu übersehen, dass die chemische Beschaffenheit des Blutes keineswegs einzig und alle die Modificationen in der Harnabsonderung bedingt, sondern dass auch der mechanische Absonderungsmodus und wohl auch der Zustand des Nervensystems zu den nächsten Vermittlern der Ausscheidung jener Stoffe aus dem Blute und demnach zu den Bedingungen der Absonderungsgrösse gehören. Während man vor Kurzem noch sich kaum davon überzeugen konnte, dass die wesentlichsten Harnbestandtheile praeformirt im Blute enthalten seien, glaubte man den Process der Absonderung selbst nur in rein dynamischen, vom Nervensystem abhängigen Verhältnissen suchen zu dürfen. Kaum hatte man indessen einen Fundamentalsatz der Endosmose ermittelt, als man das Austreten der Harnbestandtheile in die Nierenkanälchen auf diesen Vorgang zurückführen zu können glaubte:

allein nach näherer Ermittlung der endosmotischen Gesetze ergab sich deutlich genug, dass die Endosmose allein nicht zur Erklärung der mechanischen Vorgänge der Harnabsonderung ausreichte. *Ludwig*¹⁾ hat den ersten gelungenen Versuch gemacht, eine Theorie für den mechanischen Theil der Aussonderung des Harns in den Nieren aufzustellen. Möge man der einen oder der andern Ansicht über die Endigungen der Harncanälchen zugethan sein, so wird man zugeben, dass der hauptsächlichste Theil der Ausscheidung aus dem Blute in den Gefässknäueln, den Malpighischen Körperchen, vor sich gehe. Nun sind aber nach den Messungen der meisten Histologen die aus diesen Gefässknäueln ausführenden Capillaren von geringerem Durchmesser, als die jene Knäuel constituirenden Gefässe; es muss daher nach hydraulischen Gesetzen in letzteren ein erhöhter Druck auf die Wände stattfinden und dadurch nach *Ludwig* ein Durchtreten von Wasser und den eigenthümlichen Harnbestandtheilen in die Harncanälchen stattfinden. In den *Canaliculis contortis* wird die angesammelte wasserreiche Harnflüssigkeit durch die nachmals aus dem Blute ausgetretene Flüssigkeit weiter geschoben; dort umspinnen aber von den *Vasis efferentibus* ausgehende Gefässnetze jene Canälchen, und hier wird insofern noch ein endosmotischer Austausch zulässig erscheinen, als das nothwendiger Weise concentrirtere Blut der ausführenden Gefässe, mit der dünnen Harnlösung in Berührung gebracht, aus letzterer wieder Wasser anzieht und so die Harnflüssigkeit concentrirter macht.

Für diese Ansicht macht *Ludwig* ausser der anatomischen Einrichtung der Nieren noch folgende Gründe geltend. Dieselbe erklärt, warum der Harn einen gewissen Concentrationsgrad niemals übersteigt, weshalb ein schnell abgesonderter Harn gewöhnlich sehr verdünnt, ein langsam abgesonderter aber concentrirt zu sein pflegt, warum die Harnmenge steigt, wenn im Blute sich die Menge der excernirbaren Bestandtheile mehrt, und endlich warum, sobald sich schon in der Niere feste Bestandtheile aus dem Harne ausscheiden, keine Flüssigkeit mehr aus den Nieren austritt.

Da somit die ganze Theorie *Ludwig's* eigentlich auf dem verschiedenen Blutdrucke fusst, so hat *Ludwig* nicht unterlassen, den Einfluss desselben auf die Harnabsonderung näher zu erforschen. Während *Kierulf* unter seiner Leitung mehr die Einwirkung der Beschaffenheit des Bluts, namentlich dessen Wassergehalts zu erforschen suchte, hat *Goll*²⁾ die mechanische Frage zum Gegenstand einer sehr schönen Untersuchung gemacht. Aus dieser Arbeit lässt sich mit Sicherheit der Schluss ziehen, dass der Seitendruck im arteriellen System der Nieren einen wesentlichen Einfluss auf die Harnabsonderung ausübt. Es zeigte sich nämlich, dass bei Erregung der *Nervi Vagi* sowie im Zustande der Blutleere des Gefässsystems d. h. in Verhältnissen, unter denen die Spannung im arteriellen Gefässsystem abnimmt, auch die Harnabsonderung in erheblicher Abnahme

1) *C. Ludwig*, *R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol.* Bd. 2, S. 637—640.

2) *Goll*, Ueber d. Einfluss des Blutdrucks auf d. Harnabsonderung, *Inaug.-Abb. der med. Fac. zu Zürich vorgel.* 1853.

gefunden ward, während bei erhöhter Spannung des Bluts im arteriellen System, wie dies hier durch Unterbindung einzelner grösserer Arterien bewerkstelligt wurde, die Harnabsonderung bedeutend zunahm. Indessen zeigte sich doch, dass neben diesem an sich ganz wohl constatirten Einflusse des Blutdrucks auch noch andere Momente modificirend auf die Grösse der Absonderung einwirken. Da sich überdies ergab, dass bei gleicher Constitution und gleichem Drucke des Blutes doch die Harnmengen beider Nieren niemals parallel gingen und bald die rechte, bald die linke mehr aussonderte, so mögen wohl noch andere Verhältnisse, wie z. B. der Einfluss der Nieren auf die contractilen Fasern des Nierengewebes, die noch unbekanntten Beziehungen der Bestandtheile des Bluts zur Permeabilität der Wände der Blut- und Harncanäle u. s. w. später mit in Rechnung gebracht werden müssen.

Ohne dass man sich dieser hier nur angedeuteten, so verschiedenartigen Momente erinnert, welche auf die Harnabsonderung influenziren, wird man keinen klaren Begriff von den Schwankungen in der Grösse dieser Function gewinnen können. Wir lassen hier nur die directen Ergebnisse der physiologisch-chemischen Versuche folgen, die freilich noch weit davon entfernt sind, die Forderungen der Physiologie in der eben angedeuteten Weise zu befriedigen.

*Lecanu*¹⁾ fand, dass 16 Personen verschiedenen Alters und Geschlechts bei verschiedener aber hinreichender Nahrung in 24 St. zwischen 525 und 2274 grm. Harn entleerten, *Becquerel* dagegen, dass von 4 Männern täglich im Durchschnitt 1267,3, von 4 Frauen 1374,7 grm., *Chambert*, dass von Männern zwischen 20 und 25 Jahren (in 24 Beobachtungen) täglich 685 bis 1590 grm. Harn gelassen wurden. Bei Versuchen, welche grösstentheils im Sommer angestellt wurden, entleerte ich während einer 14 Tage lang genau geregelten Diaet täglich 898 bis 1448 grm. Harn, während einer 12tägigen animalischen Kost täglich 979 bis 1384 grm., während einer 12tägigen vegetabilischen Kost zwischen 720 und 1212 grm. *Aug. Winter* sah von 3 jugendlichen Personen männlichen Geschlechts durchschnittlich (im Mittel mehrtägiger Versuche) 1672, 1702 u. 1933 CC. Harn entleert werden, (unter Schwankungen zwischen 940 und 3340 CC).

Endlich fand *Scherer*, dass ein 3½jähriges Kind durchschnittlich 755 grm., ein 7jähriger Knabe 1077 grm., ein 22jähriger Mann 2456 grm. und ein 38jähriger Mann 1764 grm. Harn in 24 St. entleerte.

Reduciren wir diese und einige andere Bestimmungen der leichtern Uebersicht halber auf 1 Klgrm. Körpergewicht, so entleert nach den Versuchen von *Winter* 1 Klgrm. Mensch im Mittel 25,9 grm. (im Maximum 46,8 grm. und im Minimum 14,0 grm.) Harn; nach *Scherer* 1 Klgrm. Kind 47,4 grm. 1 Klgrm. Erwachsener aber nur 29,5 grm.; ferner 1 Klgrm. Katze (nach *C. Schmidt*²⁾ bei starker Fleischfütterung (108,755 grm. fetthaltiges

1) *Lecanu*, Journ. de Pharm. T. 25, p. 684 u. 746.

2) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte und Stoffwechsel. S. 304. ff.

Fleisch) in 24 St. = 94,036 grm., bei geringerer Fleischfütterung (44,448 grm. Fleisch) 53,350 grm. und bei 75,983 grm. Fleisch 74,570 grm., bei 46,454 grm. Fleisch (aber ohne Getränk) 26,454 grm. Harn; 4 Klgrm. junge Katze bei Aufnahme von 83,769 Fleisch 60,455 grm. Harn.

Ueber die Abhängigkeit der durch die Nieren ausgeschiedenen Wassermenge von der Menge der aufgenommenen Getränke, von dem Grade der Transpiration haben wir schon oben (S. 354) zu sprechen Gelegenheit genommen. Leider fehlt es aber noch an genauen Versuchen, durch welche der Einfluss jedes einzelnen physiologischen Momentes auf die Grösse der Wasserausscheidung durch die Nieren ermittelt worden wäre. Wie sehr noch andere Einflüsse, als das Getränk, auf die Wassermengen des Harns einwirken, geht aus *J. Vogel's*¹⁾ Mittheilungen hervor, der bei einem Individuum 189 Tage hindurch alle Speisen und Getränke abwog. Während an manchen Tagen kaum der dritte Theil der genossenen Flüssigkeiten durch den Harn wieder abging, wurden an andern Tagen dem Getränk ziemlich gleiche Quantitäten Urin oder sogar noch $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$ mehr entleert. Am meisten Wasser wird durch die Nieren offenbar nach einem kaltem Bade ausgeschieden, da hier neben unterdrückter Transpiration Wasseraufnahme von aussen stattgefunden hat. Uebrigens zeigen *Kierulf's*²⁾ Versuche, dass nach bedeutender Wasserzufuhr zum Blute (Injectionen in die Venen) die Harnabsonderung keineswegs in entsprechender Weise erhöht wird.

Nach *Chambert's*, *Hegar's*, *Gruner's* und *Winter's* Beobachtungen wird kurz nach einer Mahlzeit absolut und relativ (zu den festen Bestandtheilen) weniger Wasser und mehr feste Bestandtheile mit dem Harn ausgeschieden. Nach *Winters* Beobachtungen ist im Allgemeinen die von einem Menschen secernirte Urinmenge nach eingenommener Mittagsmahlzeit am grössten, fällt in der Nacht und hebt sich wieder in den Vormittagsstunden.

Hieran knüpft sich eine zuerst von *Lecanu* aufgeworfene Frage, ob nämlich nach reichlichem Getränke mit vermehrtem Wasserabgange durch die Nieren zugleich auch mehr feste Bestandtheile ausgeschieden würden; *Lecanu* verneint diese Frage, jedoch nach *Chossat's*³⁾, *Becquerel's* und meinen eignen Versuchen und den neuern von *Hegar*, *Gruner* und *Winter* unter *Jul. Vogel's* Leitung gemachten Beobachtungen muss sie bejahend beantwortet werden.

Dass diese Erfahrung am Krankenbette zu beachten ist, sieht jeder leicht ein, wird aber kaum von ihr aus, wie *Becquerel*, die Wirkungsweise vieler Diuretica erklären zu können glauben.

Ehe wir weiter fortschreiten zur Aufzählung der Mengen der festen Harnbestandtheile, welche täglich ausgesondert werden, kann ich nicht

1) *J. Vogel*, R. Wagner's Physiol. S. 264.

2) *Kierulf*, Mitth. d. naturf. Ges. zu Zürich. Juli 1852.

3) *Chossat*, Journ. de Physiol. T. 5, p. 65.

unterlassen, auf die sehr bedeutenden Differenzen aufmerksam zu machen, welche sich in den Angaben verschiedener Forscher über diesen Gegenstand herausstellen. Diese Differenz rührt sicher nur zum geringsten Theile von den verschiedenen Methoden der chemischen Untersuchung und Berechnung her, sondern beruht weit mehr auf der Individualität der verschiedenen Personen, ja man möchte fast sagen, der verschiedenen Völker, unter denen solche Untersuchungen angestellt wurden. Vergleichen wir die Harnanalysen von Experimentatoren aus den drei forschenden Nationen, so sehen wir durchgängig, dass von den Franzosen am wenigsten feste Bestandtheile und unter diesen besonders wenig Harnstoff und Harnsäure, von den Deutschen dagegen weit mehr, ausserordentlich grosse Mengen aber von den Engländern gefunden worden sind. Einer der Hauptgründe dieser Unterschiede ist wohl in der so durchaus verschiedenen Nahrung und Lebensweise der drei Nationen zu suchen. Bekannt ist es, wie wenig die Franzosen im Allgemeinen Animalien geniessen und wie mässige Mengen von Nahrungsmitteln sie überhaupt zu sich nehmen, während bei den Engländern mehr eine gewürzreiche Fleischkost gebräuchlich ist, so dass *Prout* nicht selten einen Harn fand, aus welchem Salpetersäure unmittelbar salpetersauren Harnstoff präcipitirte, was bei einem echt deutschen Harne wohl kaum vorkommen dürfte, geschweige denn bei einem französischen. Statistischen Angaben zufolge soll in London von einer gleichen Anzahl Menschen sechsmal mehr Fleisch consumirt werden, als in Paris. Die Nahrungsmittel sind aber ohne Zweifel nicht der einzige Grund solcher Differenzen; die übrige Lebensweise, das Klima u. s. w. können nicht ohne Einfluss sein.

Betreffs der festen Materien, die täglich durch den Harn ausgeschieden werden, verdienen folgende aus Versuchsreihen entlehnte Zahlenresultate Berücksichtigung. *Becquerel* fand (nach Versuchen an 4 Männern und 4 Frauen), dass vom Manne täglich 39,52 grm., von dem Weibe 34,34 grm. fester Stoffe durchschnittlich durch die Nieren ausgeschieden würden. Ich entleerte durchschnittlich in 24 St. an festen Stoffen bei gemischter Kost 67,82 grm., bei animalischer Kost 87,44 grm., bei vegetabilischer 59,235 grm. und bei stickstofflosen Nahrungsmitteln 41,68 grm. *Lecanu* fand, dass Männer weit mehr feste Stoffe mit dem Harne ausscheiden, als Frauen, Greise aber noch weit weniger als diese, Kinder von 8 Jahren mehr als Greise aber weniger als Frauen und endlich Kinder von 4 Jahren weniger als Greise. Nach *Scherer's*¹⁾ Bestimmungen schieden ein 3½jähriges Kind in 24 St. 26,43 grm. feste Stoffe mit dem Harn aus, ein 7jähriger Knabe 32,40 grm., ein 22jähriger Mann 47,97 grm., ein 38jähriger Mann 74,23 grm., ein 50jähriger hungernder Irrer 23,69 grm.

Dass die Mengen der festen Bestandtheile, welche durch den Harn ausgeschieden werden, äusserst variabel sein müssen, lässt sich wohl nicht anders erwarten. So liegt es auf der Hand, dass bei regerem Stoff-

1) *Scherer*, Verh. d. physik.-med. Ges. z. Würzb. Bd. 3, S. 280—290.

wechsel, nach stärkerer Benutzung der körperlichen Kräfte, nach reichlicherer Aufnahme von Nahrung (namentlich stickstoffhaltiger), in gewissen mit erheblicher Consumtion gewisser Organtheile verbundenen Krankheiten und ähnlichen Verhältnissen ohne Rücksicht auf die Wasserausscheidung eine bedeutende Vermehrung der durch den Harn abgehenden Stoffe statt haben muss. Allein trotzdem sind noch zahlreiche Versuche erforderlich, um das Abhängigkeitsverhältniss der Mengen jener Stoffe von jenen ursächlichen Verhältnissen und namentlich von der gleichzeitigen physischen und chemischen Constitution des Blutes wissenschaftlich darzulegen. Weit häufiger sind natürlich die Fälle, wo eine Verminderung der Ausscheidung fester Stoffe durch den Harn stattfindet, namentlich in Krankheiten, wo die Stoffmetamorphose partiell oder im Allgemeinen alterirt ist. Man hat daher auch gerade in diesen noch häufiger Gelegenheit gehabt, jene Bedingungen und ihre mittelbaren und unmittelbaren Folgen näher kennen zu lernen. So hat man z. B. in der Bright'schen Krankheit durchgängig gefunden, dass die normalen Bestandtheile des Harns ausserordentlich abnehmen, was aus dem Verluste von unverändertem Nährstoff in dieser Krankheit leicht erklärlich ist, sobald dagegen in dieser Krankheit ein regerer Stoffwechsel durch Fieberbewegung oder einen Entzündungsprozess eintritt, pflegen mit Verminderung des Albumins im Harn des letztern Bestandtheile wieder in normaler oder erhöhter Menge ausgeschieden zu werden (*Scherer*¹). Wie bei Bright'scher Krankheit, so zeigen aber auch directe Versuche, dass nach künstlicher Vermehrung der Salze des Blutes die festen Normalbestandtheile des Harns erheblich vermindert werden (*Kierulf*²). In dieser wie in mancher andern Richtung bleiben noch viele Fragen übrig zur experimentellen Erledigung.

Von dem Verhältnisse der wichtigsten organischen Stoffe des Harns unter einander, so wie von deren täglich ausgeschiedenen Quantitäten ist bereits im ersten Theile unter den betreffenden Capiteln die Rede gewesen (s. *Harnstoff* S. 162, *Harnsture* S. 198, *Hippursture* S. 184). Nur in Betreff des Harnstoffs sei uns noch einiges hinzuzufügen erlaubt, was sich auf die Modificationen der Absonderungsgrösse im Allgemeinen bezieht. Nach *Scherer's* Untersuchungen sondert ein Kind auf 1 Klgrm. seines Körpergewichts in 24 St. 0,840 grm. und ein Erwachsener nur 0,420 grm. Harnstoff ab (vgl. Th. 4, S. 164), nach *C. Schmid's* Untersuchungen 1 Klgrm. Katze nach Genuss von 108,755 grm. fetthaltigem Fleisch 7,663 grm., nach Aufnahme von 44,118 grm. Fleisch 2,958 grm., nach Aufnahme von 75,983 grm. 5,152 grm., nach Aufnahme von 46,154 grm. Fleisch 3,050 grm. Harnstoff. Bei Aufnahme von Fleischnahrung werden also im Organismus der Katze durchschnittlich auf 100 Th. Fleisch 6,8 Th. Harnstoff gebildet und durch die Nieren ausgeschieden. Würde aller Stickstoff der Nahrung als Harnstoff ausgeschieden, so müsste etwas mehr

1) *Scherer*, Pathologische Untersuchungen.

2) *Kierulf*, Mitth. d. natürl. Ges. zu Zürich. 4. Juli 1852.

Diese wenigen Andeutungen werden genügen, um zu zeigen, von wieviel verschiedenen Bedingungen die Mengen der ausgesonderten Harnbestandtheile und ihre gegenseitigen Verhältnisse im Harn abhängig sind, und wie vorsichtig man bei der Beurtheilung der Natur eines Harns und bei den daraus zu ziehenden Folgerungen sein muss, sobald nicht zahlreiche Analysen verschiedner unter gleichen Verhältnissen gesammelter Harnproben vorliegen.

Verfolgen wir nun auch hier der bessern Uebersicht wegen die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Harns nach physiologischen und pathologischen Kategorien, so würde uns zunächst die Verschiedenheit in dem Harn *beider Geschlechter* auffallen. Nach *Lecanu's* und *Becquerel's* schon oben erwähnten Untersuchungen würde sich der Unterschied besonders darin aussprechen, dass der Harn der Frauen mehr Wasser und weniger Harnstoff und Salze, selbst in Bezug auf die übrigen festen Bestandtheile, enthält; d. h. also: Frauen entleeren absolut mehr Wasser und bei weitem weniger Harnstoff und Salze als Männer, während im Verhältniss der ausgeschiedenen Harnsäuremengen sich kein nachweisbarer Unterschied herausstellt.

Besonders unterscheidet sich der Harn der Frauen im Zustande der Schwangerschaft; auf die wesentlichsten Eigenschaften desselben und namentlich auf das vermeintliche Kystein in demselben haben wir schon oben S. 372 aufmerksam gemacht. *Becquerel* fand das specifische Gewicht solchen Harns nie über 1,011. Nach *Lubanski*¹⁾ soll solcher Harn weniger freie Säure enthalten, häufig neutral oder selbst alkalisch sein; meinen Erfahrungen nach ist jedoch derselbe frisch gelassen immer sauer, sobald sich die Schwangern wohl befinden; nur alkalescirt er namentlich in den letzten Monaten bei weitem leichter, da er zu dieser Zeit wässriger zu sein pflegt. Der relativen und absoluten Abnahme des phosphorsauren Kalks im Harn Schwangerer wurde oben bereits Erwähnung gethan.

Lecanu verdanken wir insbesondere Aufklärung über den Einfluss, welchen das verschiedene *Lebensalter* auf die Constitution und die Mengenverhältnisse des Harns äussert. Im Allgemeinen ersehen wir nämlich aus seinen Untersuchungen, dass Männer im Blüthenalter, wo die Stoffmetamorphose am regsten ist, die grösste Menge fester Bestandtheile mit dem Harn ausscheiden, etwas weniger dagegen Frauen, und noch weniger Kinder und Greise. Auf die Menge der Harnsäure und der Salze scheint das Lebensalter keinen bestimmten Einfluss auszuüben. Einigen Erfahrungen nach scheint der Harn kleiner Kinder relativ mehr Hippursäure zu enthalten und bei weitem weniger phosphorsauren Kalk.

Welchen bedeutenden Einfluss die *Verdauung* auf die Excretion der Harnbestandtheile ausübt, wurde schon vor langer Zeit anerkannt (*urina chyli*), obwohl erst durch die neuern unter *J. Vogel's* Leitung ausgeführten Untersuchungen erwiesen. Wir haben in dem Obigen gesehen, dass einige

1) *Lubanski*, Ann. d'obstetr. etc. 1842. p. 235.

Stunden nach eingenommener Hauptmahlzeit die Harnsecretion gewissermaassen culminirt; an keiner andern Tageszeit wird so viel Harn überhaupt und insbesondre soviel Schwefelsäure, Chlor, Phosphorsäure und andre feste Harnbestandtheile ausgeschieden als Nachmittags. *Chamberl's* sorgfältige Versuche stimmen mit diesen Beobachtungen völlig überein. Derselbe fand den Verdauungsharn immer dichter und namentlich an Salzen reicher, als den Morgenharn. Uebrigens schien seinen Bestimmungen nach die Quantität der unorganischen Bestandtheile des Harns in geradem Verhältniss zur Menge der mit der Nahrung eingenommenen Salze zu stehen.

In 400 Th. 24stünd. Harn fand *Chamberl* durchschnittlich 4,3024% Salze, in 400 Th. Verdauungsharn 4,6394% und in 400 Th. Harn, der vom Erwachen bis zum Frühstück entleert wurde, 0,9332%; im Harn, der bald nach genossenem Getränk entleert wurde, nur 0,2443% im Maximum.

Den erheblichsten Einfluss auf die Constitution des Harns üben unter den physiologischen Bedingungen ohne allen Zweifel die *Nahrungsmittel* aus. Von dem Einflusse einzelner in den Nahrungsmitteln enthaltener Stoffe auf die saure oder alkalische Reaction des Harns und einzelne seiner Bestandtheile haben wir schon in dem Obigen an verschiedenen Orten aufmerksam gemacht. In einer grössern Reihe von Untersuchungen, deren oben schon mehrmals Erwähnung gethan wurde, habe ich den Einfluss der verschiedenen Nahrungsmittel nach ihrem vegetabilischen oder animalischen Ursprunge, nach ihrem Gehalte oder Mangel an Stickstoff auf die Beschaffenheit des Harns im Allgemeinen ebensowohl als auf die quantitativen Verhältnisse der Harnsecretion zu ermitteln gesucht. Die wesentlichsten Resultate lassen sich in folgender tabellarischen Zusammenstellung übersehen. Ich entleerte nämlich (bei gemischter Kost und möglichst gleichförmigem diaetetischem Verhalten im Mittel von 44 Bestimmungen, bei rein animalischer Kost [fast nur Eier] und bei rein vegetabilischer Kost im Mittel von je 12 Beobachtungen und bei vollkommen stickstofffreier [Fett, Milchzucker und Stärkmehl] im Mittel zweier Versuche) neben variablen Mengen Wasser durchschnittlich in 24 Stunden an:

	festen Bestandth.	Harnstoff	Harnsäure	Extractivstoffen u. Salzen
Bei gemischter Kost	= 67,82	32,498	4,183	42,746
„ animalischer „	= 87,44	53,498	4,478	7,342
„ vegetabilischer „	= 59,24	22,484	4,024	49,468
„ stickstofffreier „	= 44,68	45,408	0,735	47,180

Im Uebrigen liessen sich aus diesen Untersuchungen etwa folgende Schlüsse ziehen:

1) Durch thierische Nahrungsmittel werden die festen Bestandtheile des Harns sehr vermehrt, durch vegetabilische dagegen und noch mehr durch stickstofffreie Kost erheblich vermindert.

2) Obgleich der Harnstoff ein Product der verbrauchten und zersetzten Organe des thierischen Organismus ist, so hängt seine Quantität im Urin doch zum Theil mit von der Art der genossenen Nahrungsmittel ab;

bei der stickstoffreichen animalischen Kost ist der Harnstoff absolut vermehrt, bei vegetabilischer und azotloser Kost aber absolut vermindert. Der Harnstoffgehalt nimmt aber auch, je nach den Nahrungsmitteln, im Verhältniss zu den übrigen festen Harnbestandtheilen, zu oder ab. Bei gemischter Kost war in meinem Harn sein Verhältniss zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100 : 116, bei animalischer = 100 : 63, bei vegetabilischer = 100 : 156, bei azotloser = 100 : 170.

3) Die Harnsäuremenge im Urin hängt von andern Verhältnissen und etwa andern in den Organismus gebrachten Stoffen weit mehr ab, als von den eigentlichen Nahrungsmitteln; die Differenzen in den verschiedenen Beobachtungen sind zu gering, als dass man gerade den Nahrungsmitteln einen wesentlichen Einfluss auf die Bildung der Harnsäure zuschreiben dürfte.

4) Die Proteinkörper und somit der Stickstoff der eigentlichen Nahrungsmittel werden selbst im Ueberschuss im Darmcanale aufgesogen, und dann das, was nicht zur Reproduction der verbrauchten Organe verwendet wird, umgewandelt und endlich unter der Form von Harnstoff und Harnsäure sehr bald wieder durch die Nieren abgeschieden. Den überschüssig aufgenommenen Stickstoff verliert der thierische Organismus nur durch die Nieren.

5) Dem aufgenommenen, stickstoffhaltigen Material, d. h. den schwefel- und phosphorhaltigen Proteinsubstanzen wird eine ziemlich entsprechende Menge schwefelsaurer und phosphorsaurer Salze entleert; nach dem Genusse fast reiner Proteinkörper ist die Menge jener Salze im Harn um ein erhebliches vermehrt.

6) Diesen Vordersätzen zufolge müssen die übrigen, organischen Bestandtheile des Harns, d. h. die sogenannten Extractivstoffe bei animalischer Kost sehr vermindert sein; wir finden bei den Untersuchungen nach vegetabilischer Kost eine absolute (nicht bloß relative) Vermehrung solcher Stoffe, ein Beweis, dass also die vegetabilischen Nahrungsmittel einen grossen Antheil an der Bildung der Extractivstoffe im Harn haben. Der Harn nach dem Genusse von Animalien nimmt daher auch im Betreff seiner physikalischen Beschaffenheit ganz den Charakter des Harns der Carnivoren an, d. h. er ist ganz licht bernsteingelb oder fast strohgelb gefärbt, reagirt stark sauer und scheint entweder keine Milchsäure oder nur sehr wenig zu enthalten, nach *Liebig's* Erfahrungen auch völlig frei von Hippursäure zu sein. Dagegen verliert der Harn nach vegetabilischer Kost sehr viel an freier Säure, ja bei stickstoffreicher Kost büsst er sie gänzlich ein; er enthält viel dunkel gefärbten Extractivstoff und ist daher mehr braunroth gefärbt, etwas trüb von ausgeschiedenen Erden oder wird es wenigstens sehr leicht beim Kochen; fast immer enthält er neben oxalsaurem Kalk milchsäure Alkalien; an Benzoësäure ist er nach *Liebig* ziemlich reich; Harnsäure habe ich, wie aus dem Obigen hervorgeht, doch nicht ganz fehlen sehen.

Von dem Einflusse schwerverdaulicher oder stark gewürz-

ter Speisen, spirituöser Getränke u. dergl. auf die Vermehrung der Harnsäure im Harn ist bereits Th. 4, S. 499 die Rede gewesen.

Dass der Harn nach längerem Fasten stark saure Reaction zeigt, ärmer an festen Bestandtheilen wird, aber immer noch gewisse Harnstoffmengen enthält, ist theils oben S. 398 berührt, theils im 4. Th. S. 463 mit Zahlen belegt worden.

Aus *Simon's* und meinen eignen Erfahrungen geht hervor, dass nach bedeutendern körperlichen Anstrengungen weit weniger Wasser durch die Nieren abgeschieden wird, der (24stündige) Harn aber mehr freie Säure enthält so wie auch mehr Harnstoff, phosphorsaure und schwefelsaure Salze, dagegen weniger Harnsäure und Extractivstoffe. Geringere körperliche Bewegung ist nach *Bence Jones*, *Hegar* und *Gruner* kaum von Einfluss auf die Ausscheidung der Mineralsalze.

Dass die Jahreszeiten, das Klima und die Lufttemperatur auf die durch die Nieren abgesonderte Wassermenge influenziren müssen, stand wohl kaum anders zu erwarten, selbst nach den oberflächlichen Beobachtungen, die jeder an sich selbst machen kann. *Jul. Vogel* hat dies durch sechs Monate lange Wägungen des von einer und derselben Person entleerten Harns erwiesen. Die Behauptung von *Fourcroy*, *Marcet* und *Schultens*, dass nach anhaltendem Schwitzen sich die Menge der Harnsäure im Harn vermehrt finde, glaube ich Th. 4, S. 498 hinlänglich durch positive Versuche widerlegt zu haben.

Der früh Morgens nach dem Schlafen gelassene Harn, *urina sanguinis*, ist bekanntlich von grösserer Dichtigkeit, dunklerer Färbung und etwas stärker saurer Reaction, als der den Tag über gelassene Harn. Die Quantitäten des Morgenharns sind verschieden, je nachdem vor dem Schlafengehen mehr oder weniger Getränk genommen worden ist. Abgesehen von der verhältnissmässig geringern Menge Wasser, die er enthält, habe ich in dem Verhältnisse seiner Bestandtheile unter einander keine wesentlichen Differenzen auffinden können. Die Nahrungsmittel sind nicht ganz ohne Einfluss auf die Constitution des Morgenharns; wenigstens fand ich ihn bei animalischer Kost im Verhältniss ebenfalls concentrirter, als den Tagesurin; selbst wenn man nur einen Tag hindurch reine Animalien genossen hat, lässt sich aus dem Harn des darauf folgenden Morgens der Harnstoff ohne Weiteres durch Salpetersäure fällen.

Im Harn der Thiere, wenigstens in dem der Säugethiere, spiegelt sich wieder der Einfluss der Nahrung auf die Constitution desselben ab. Fassen wir zunächst die Beschreibung des Harns der Thiere nach deren diätetischen Kategorien zusammen.

Wir kennen bis jetzt neben dem Harn des Menschen leider nur den Harn eines einzigen Omnivoren, nämlich den des *Schweins*, der von *Boussingault*¹⁾ und *v. Bibra*²⁾ untersucht wurde. Der Harn dieses Thieres

1) *Boussingault*, Ann. de chim. et de phys. 3. Sér. T. 45, p. 97—104.

2) *v. Bibra*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 98—112.

ist vollkommen klar, fast geruchlos, deutlich alkalisch, braust mit Säuren auf, trübt sich beim Kochen, indem die doppelt kohlensauen Erden dadurch in einfache verwandelt und somit praecipitirt werden; Ammoniak enthält er nicht; weder *Boussingault* noch *von Bibra* konnten Harnsäure oder Hippursäure in ihm entdecken; dagegen hat *Boussingault* darin die Gegenwart milchsaurer Alkalien mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen. Phosphate kommen nur in sehr geringer Menge in solchem Harne vor, schwefelsaure Salze und Chloralkalien finden sich darin in ziemlich erheblichen Mengen. Die von genannten Forschern untersuchten Proben von Schweinsharn enthielten 1,804% bis 2,086% fester Bestandtheile, in welchen sich 0,29 bis 0,49 Th. Harnstoff vorfanden.

Der Harn der fleischfressenden Säugethiere unterscheidet sich nur wenig von dem des Menschen; er ist frisch gelassen klar, sehr lichtgelb, von unangenehmem Geruch, widerlichem, bitterm Geschmack und saurer Reaction; er wird aber sehr bald alkalisch. *Vauquelin*¹⁾, *Gmelin*, *Hünefeld* und besonders *Hieronymi*²⁾ haben den Harn von Löwen, Tigern, Leoparden, Panthern, Hyänen, Hunden, Wölfen und Bären untersucht. Harnstoff ist in grosser Menge darin enthalten, und lässt sich, da dieser Harn nur wenig Pigment enthält, sehr rein ausscheiden; Harnsäure kommt nur in sehr geringen Mengen darin vor, doch fand *Landerer*³⁾ im Harn des Igels (*Erinaceus europaeus*) 1% Harnsäure.

Sehr verschieden vom Harn der fleischfressenden Thiere und des Menschen ist der der Herbivoren; man hat denselben vom Elephanten, Nashorn, Kameel, Pferde, Rinde, der Ziege, Biber, Kaninchen, dem Hasen und Meerschweinchen untersucht; er ist meist gelblich, sehr trüb, von üblem Geruche, stets alkalisch; er enthält zwar oft viel Harnstoff, wie der der Carnivoren, unterscheidet sich jedoch von diesem durch einen beträchtlichen Gehalt an kohlensauen Alkalien und Erden, an Hippursäure, an einer fettigen und riechenden Materie, endlich durch den gänzlichen Mangel an Harnsäure und durch die höchst geringen Mengen phosphorsaurer Salze. Milchsäure Salze fehlen nach *Boussingault* nie.

Was insbesondere den *Pferdeharn* betrifft, so ist dieser gerade von verschiedenen Seiten genauer untersucht worden; er ist, wie der des Menschen, je nach der Art der Nahrungsmittel verschieden; frisch gelassen ist er gewöhnlich trüb und blassgelb, färbt sich aber an der Luft sehr bald dunkelbraun; zuweilen ist er meinen Erfahrungen nach ziemlich klar und dann von stark alkalischer Reaction; neben saurem kohlensauerm Alkali enthält er nur wenig saure kohlensaure Kalk- und Talkerde aufgelöst, die erst beim Kochen sich abscheidet; oft reagirt er aber schwach alkalisch und bildet von ausgeschiedenen kohlensauen Erden eine wahre Urina jumentosa. *Bibra* fand den *Pferdeharn* oft bei gleicher

1) *Vauquelin*, Schweigg. Journ. Bd. 5, S. 175.

2) *Hieronymi*, Jahrb. d. Ch. u. Phys. Bd. 3, S. 322.

3) *Landerer*, Heller's Arch. Bd. 3, S. 296.

Fütterung sehr verschieden zusammengesetzt, ohne die Ursache der Differenz errathen zu können. Das Kali herrscht natürlich in diesem Harn bedeutend über das Natron vor. Stets habe ich im Sedimente des Pferdeharns die schönsten Krystalle von oxalsaurem Kalk und zwar in nicht unerheblichen Mengen gefunden. *Bibra* will aber im Sedimente des Pferdeharns noch eine besondere nicht genauer untersuchte organische Substanz (neben kohlenaurer Kalk- und Talkerde) gefunden haben. Man hat den Grund des zeitweiligen vermeintlichen Vorkommens von Benzoësäure anstatt der Hippursäure im Pferdeharn in verschiedenen physiologischen oder pathologischen Verhältnissen gesucht; allein ich glaube es ausser Zweifel gesetzt zu haben, dass der zuerst von *Liebig* angegebene Grund des Auffindens von Benzoësäure in manchem Pferdeharn der richtige ist (vergl. Th. 4, S. 89). Auch im Harn von kranken Pferden fand ich stets Hippursäure, sobald er frisch untersucht werden konnte. Von Ammoniaksalzen findet sich übrigens im Pferdeharn keine Spur. Zuweilen findet man im Pferdeharn anstatt der Hippursäure eine stickstoffhaltige, nicht krystallisirbare, harzartige Materie, welche noch nicht genauer untersucht worden ist (*C. Schmidt*).

Im Harn eines kranken Pferdes fand ich so viel milchsaures Kali, dass die Milchsäure an Kalk, Magnesia und Zinkoxyd gebunden und aus den Salzen mit Sicherheit diagnosticirt werden konnte.

Dass auch in Krankheiten der Thiere die Beschaffenheit des Harns ausserordentlich verschieden ist, versteht sich von selbst; von meinen Erfahrungen in dieser Hinsicht, die jedoch noch keinen allgemeinen Ueberblick gestatten, führe ich beispielshalber folgende, meinem Diarium entlehnte, Notizen an. Ein sehr dürftiges, schlaffes Pferd, Wallach, 14 Jahr alt, litt seit 8 Tagen an einer rechtseitigen Pneumonie; Harn sehr blassgelb, kaum etwas getrübt, etwas zähflüssig, fast fadenziehend, stark alkalisch, aber nicht mit Säuren aufbrausend, blieb beim Eindampfen gelb, enthielt nur sehr wenig Hippursäure u. s. w. Ein andres Pferd, Wallach, 13 Jahr alt, sehr dürtig, litt an sog. acutem Rotz; Futter, wie beim vorigen Pferde, Weizenkleie, Heu und Stroh; Harn auffallend rothbraun gefärbt, schwach alkalisch, enthielt ein sehr bedeutendes Sediment von kohlensaurem Kalk und kohlenaurer Talkerde; die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit brauste stark mit Säuren auf, wurde beim Abdampfen rothbraun, fast schwarz, enthielt viel Hippursäure u. s. w. Ein sehr kräftiges Reitpferd, Wallach, 7 Jahr alt, liess bei Fütterung mit Heu, Hafer und Stroh einen braungelben stark alkalischen Harn, der viel kohlensaures Kali, aber wenig kohlensaure Erden enthielt; dasselbe Pferd entleerte bei Fütterung mit Hafer und Stroh, aber ohne Heu einen von kohlensauren Erden stark getrühten Harn, der jedoch kaum alkalisch reagirte und filtrirt mit Säuren nicht aufbrauste.

Häufig ist auch der *Rindsharn* untersucht worden, namentlich von *Boussingault* und *v. Bibra*. Frisch gelassen habe ich den Rindsharn stets klar gefunden, von bitterlichem Geschmack, blassgelber Farbe und stark alkalischer Reaction; dieser Harn enthält viel schwefelsaures und doppelt kohlensaures Kali und Talkerde, aber sehr wenig Kalk, nach *Boussingault* gar keine Phosphate, sehr wenig Chlornatrium, dagegen sehr viel milchsaures Kali; die Mengen des Harnstoffs und hippursauren Kalis sind nach *Bibra* bei gleicher Fütterung und gleichem äusserm Verhalten sehr verschieden. Oxalsäuren Kalk habe ich immer auch im Sedimente gefunden,

dagegen gleich *Boussingault* im frischen Rindsharn niemals Ammoniaksalze. Durchschnittlich enthielt der Rindsharn etwa 8 bis 9% fester Bestandtheile und darunter 1,8 bis 1,9% Harnstoff. An Hippursäure fand *v. Bibra* bald 0,55 bald 1,20%. *Boussingault* wies in solchem Harn neben doppelt kohlensauren Alkalien noch freie Kohlensäure nach.

Sehr verschieden vom Harn der Rinder ist der Harn der Kälber, welcher mehr der Zusammensetzung der Allantoisflüssigkeit des Kalbsfoetus gleicht. Nach den Untersuchungen von *Braconnot*¹⁾ und *Wöhler*²⁾ ist der Harn der Kälber, so lange sie noch gesäugt oder mit Milch genährt werden, ziemlich farblos, klar, geruchlos, von schwachem Geschmack und stark saurer Reaction, die er selbst beim Abdampfen nicht verliert. Der Entdeckung *Wöhler's*, dass der Hauptbestandtheil dieses Harns unter den organischen Stoffen Allantoin sei, ist bereits Th. 4, S. 170 Erwähnung gethan worden. Nach *Wöhler* scheint er übrigens Harnstoff und sogar *Harnsäure* in demselben Verhältnisse, wie normaler Menschenharn, zu enthalten; Hippursäure ist dagegen nicht zu entdecken; sehr bedeutend ist der Gehalt desselben an phosphorsaurer Talkerde und Kalisalzen, sehr gering der an Phosphaten, Sulphaten und Natronsalzen. *Braconnot* fand im Kalbsharn noch eine in Alkohol lösliche organische Materie, welche durch Gerbsäure fällbar ist, im Kochen sich auflöst, beim Erkalten aber wieder ausscheidet. Der Kälberharn enthält übrigens nicht einmal 1% fester Bestandtheile (nach *Braconnot* 0,62%).

Die Allantoisflüssigkeit des Kalbsfoetus ist nur von *Lassaigne*³⁾ und *Stas*⁴⁾ genauer untersucht worden; nach den Angaben dieser Forscher hat sie ziemlich dieselben Eigenschaften und dieselbe Zusammensetzung wie der oben beschriebene Harn des mit Milch genährten Kalbes.

Dass der Harn von Kaninchen, so wie auch wahrscheinlich der von andern Herbivoren, sauer wird und fast alle Eigenschaften des Harns fleischfressender Thiere annimmt, sobald diese Thiere längere Zeit hungern oder gezwungen werden, blos Animalien zu verdauen, ist bereits oben im Vorübergehen erwähnt worden.

Das *Hyracium* schien nach *Reichel's*⁵⁾ Analyse wenigstens mit dem Harn des Klippendaches stark vermengt zu sein; allein die mikroskopische, so wie die chemische Untersuchung, die ich mit einer Probe dieses als Arzneimittel empfohlenen Stoffe vornahm, bewies, dass es nur die festen Excrémte dieses Thiers sein können; es fanden sich darin Pflanzenreste und Pflanzenfasern, vereinzelte Prosenchymzellen und Spiralgefässe, die es mehr als wahrscheinlich machten, dass die vegetabilischen Materien durch den Darm gegangen und nicht etwa erst nach der Entleerung zufällig oder absichtlich beigement waren; nur äusserlich waren Rudimente von Insectenskeletten wie aufgedrückt; neben sehr vielen harzigen Stoffen

1) *Braconnot*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 20, p. 238—247.

2) *Wöhler*, Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen 1849. No. 5. S. 64—64.

3) *Lassaigne*, Ann. de Chim. et de Phys. 4. Sér. T. 17, p. 304.

4) *Stas*, Compt. rend. T. 34, p. 629—634.

5) *Reichel*, Arch. d. Pharm. 2. R. Bd. 56, S. 40—46.

und Carbonsäure (?) enthielt diese Masse ganz unzweifelhaft Gallensubstanzen, aber keinen Harnstoff, keine Hippursäure.

Der Harn der Vögel, der den meist weisslichen Ueberzug auf den festen Excrementen dieser Thiere bildet, besteht im Wesentlichen aus harnsauren Salzen, vorzüglich aus saurem harnsaurem Ammoniak und Kalk; *Coindet* will in dem Harne der Vögel auch Harnstoff gefunden haben.

Der Harn der Schlangen, der oft auch ohne feste Excremente entleert wird, ist anfangs breiartig, wird aber bald fest und trocken; er besteht grösstentheils aus sauren harnsauren Alkalien, etwas Harnstoff und phosphorsauren Erden.

Der Harn der Frösche ist flüssig, enthält Harnstoff, Kochsalz und etwas phosphorsauren Kalk.

Der Harn der Schildkröten ist von *Magnus*¹⁾, *Marchand*²⁾ und mir untersucht worden (vergl. Th. 1, S. 185 u. 198). Ich fand den Harn von *Testudo graeca* von folgender Beschaffenheit und Zusammensetzung: hatten die Thiere längere Zeit keine Nahrung zu sich genommen, so entleerten sie (wenn man sie auf das Rückenschild legte) einen sehr blass gelblichgrünen klaren Harn, von deutlich saurer Reaction, der beim Erkalten ein weisses Sediment absetzte, welches beim Erwärmen sich wieder auflöste; haben die Thiere nicht lange vorher gehungert, so entleeren sie einen neutralen oder schwach alkalischen, ziemlich klaren Harn, der beim Erkalten keine Trübung zeigt. Dass spontane Sediment löst sich nur zum Theil in kochendem Wasser auf, saures harnsaures Ammoniak und Kalk bleiben ungelöst, während saures harnsaures Natron sich auflöst; die Gegenwart der Hippursäure war in dem zu den verschiedensten Zeiten gesammelten Harn dieser Thiere jedesmal sehr leicht nach jeder der Th. 1, S. 183 angeführten Methoden nachzuweisen.

Neben Harnstoff und den genannten Stoffen fand ich noch einen in absolutem Alkohol unlöslichen, in Alkohol von 82% aber auflöslichen krystallisirbaren organischen Stoff, der der geringen Menge halber nicht genauer untersucht werden konnte. Fett enthielt der Schildkrötenharn immer in nachweisbaren Mengen. Der saure sedimentirende Harn enthielt 3,044 bis 3,584% feste Bestandtheile; die Asche des festen Rückstandes betrug durchschnittlich 52,5%; sie enthielt, wenn sie weiss gebrannt war, keine kohlensauren Salze, sondern nur phosphorsaure und schwefelsaure neben Chlormetallen und mehr Kali- als Natronverbindungen.

Die Excremente der Insecten bestehen grösstentheils aus den Rudimenten der Gewebstheile, welche den Thieren zur Nahrung gedient haben; sie enthalten aber, wenn man auch in ihnen nicht immer bestimmte harnbereitende Organe nachweisen kann, Materien, die sonst nur im eigentlichen Harne gefunden werden.

1) *Magnus*, Müller's Arch. 1835. S. 214.

2) *Marchand*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 34, S. 244—247.

Dass die rothen *Excremente der Schmetterlinge* sehr viel harnsaures Alkali enthalten, ist eine bekannte Sache; *Heller* hat sie neuerdings auch gefunden. Ich fand, dass die Darmcontenta der Schmetterlinge, wenn sie nur Honig aufgesaugt haben, oft freie Harnsäure in sehr schönen Krystallen enthalten. Der rothe Farbstoff der Excremente ist ein öliger, im Wasser sich in Tröpfchen ausscheidender Körper; ausser diesen Stoffen enthalten jene Excremente noch etwas phosphorsauren und oxalsauren Kalk.

In die *Excremente der Raupen* geht natürlich alle Pflanzenfaser über, ausserdem aber auch sehr viel Chlorophyll und Stärkmehl; letzteres sowohl in rundlicher Form, als in der Form von Stäbchen, wie es sich in den Euphorbiaceen findet; besonders reich sind diese Excremente an oxalsaurem Kalk, der nicht blos unmittelbar aus den Ingestis herrührt; denn ich habe denselben auch in den sog. Gallengängen der Raupen gefunden. Obgleich die Darmsäfte und der Mageninhalt der Raupen immer stark alkalisch reagiren, so sind die Excremente doch meist neutral, ja zuweilen von saurer Reaction. Im letztern Falle findet man oft auch sehr schöne Harnsäurekrystalle darin; die Harnsäure kommt sonst aber in den Raupenexcrementen nur in sehr geringer Menge vor. Einzelne Pflanzentheile, z. B. die Spiralgefässe, finden sich in den fraglichen Excrementen sehr deutlich dargestellt wieder. Diese Excremente sind so arm an Stickstoff, dass ich z. B. in denen der Seidenraupen im Mittel dreier Analysen nur 0,362% Stickstoff fand, während die Blätter von *Morus nigra* = 4,560% Stickstoff enthielten.

Von dem Vorkommen von Guanin in den Excrementen der *Spinnen* ist bereits Th. 1, S. 173 die Rede gewesen. Nach diesem Vorkommen sowohl als dem im Guano ist es nicht unwahrscheinlich, dass das Guanin auch in den Excrementen der Vögel und in denen der meisten Insecten vorkomme, zumal da auch in dem grünen Organ des Flusskrebses die Gegenwart dieses Stoffes von *Fr. Will* und *Gorup-Besanez*¹⁾ wahrscheinlich gemacht worden ist.

Der *Guano*, jener gesuchte Handelsartikel, welcher das Product der Verwesung von Excrementen gewisser Seevögel ist, wurde sehr häufig untersucht, und je nach seinem Fundorte höchst verschieden zusammengesetzt gefunden; seine Hauptbestandtheile sind: Guanin, harnsaures Ammoniak, oxalsaures Ammoniak, phosphorsaurer Kalk, phosphorsaures Talkerde-Ammoniak und oxalsaurer Kalk; ausserdem finden sich Ueberreste von Pflanzensubstanzen, ja es kommt eine Sorte vor, in welcher man die schönsten Kieselskelette von, den Bacillarien angehörigen, Infusorien antrifft.

Gehen wir zu den Veränderungen über, welche der Harn in krankhaften Zuständen erleidet, so thun wir wohl auch hier am besten, zunächst die Beschaffenheit desjenigen Harns näher ins Auge zu fassen, wie

1) *Fr. Will* und *v. Gorup-Besanez*, Gel. Anzeigen d. k. bair. Ak. der Wiss. 1848. S. 825—828.

es sich im Fieber zeigt, jener Symptomengruppe, die ja fast alle acuten Krankheiten begleitet. Der Fieberharn ist meist von tingirterer Farbe, gewöhnlich röthlich oder rothbraun, von etwas stärkerem Geruche, specifisch schwerer und reagirt stark sauer. Während des Fiebers wird überhaupt weniger Urin durch die Nieren entleert; der Harn erscheint concentrirter, insofern die Abnahme des Wassers im Fiberurin relativ weit bedeutender ist, als die Abnahme der festen Harnbestandtheile.

Die constantesten Zeichen solchen Harns sind die relative und absolute Abnahme der anorganischen Salze und die leichter erkennbare Zunahme der Harnsäure oder harnsauren Salze. Die Salzverminderung, die auch *Becquerel* und *Simon* stets gefunden haben, betrifft, wie *Simon* zuerst nachgewiesen, hauptsächlich das Chlornatrium. Auch wenn der Fieberharn nicht das gewöhnliche Sediment von harnsaurem Natron bildet, ist er doch immer absolut und relativ reicher an Harnsäure als anderer Harn. Harnstoff ist in der Regel etwas vermindert, wie *Becquerel* zuerst gegen *Simon* geltend gemacht hat. Die extractiven Materien sind gewöhnlich etwas vermehrt. Sehr oft lässt sich Milchsäure mit aller chemischen Bestimmtheit in solchem Harne nachweisen.

Im Gegensatze zu dem Fieberharne hat *Becquerel* einen *anaemischen* Harn oder Harn aus Blutmangel unterschieden. Solcher Harn, der in vielen Schwächezuständen vorkommt, enthält weit weniger Harnstoff und Harnsäure als der normale Harn; die Verminderung der Salze ist im Verhältniss zu der gewöhnlich excernirten Menge unbedeutend; im Verhältniss zu den organischen Stoffen sind sie demzufolge vermehrt; auch die extractiven Materien weichen wenig vom physiologischen Mittel ab. Ganz besonders beobachtet man solchen Harn nach oft wiederholten Aderlässen und in der Chlorose.

Wenn wir nun die Constitution des Harns in den einzelnen Krankheiten in der Art, wie man sie nach dem heutigen Stande der Pathologie zu benennen und zu unterscheiden pflegt, ins Auge fassen und nach den so zahlreichen Untersuchungen, die namentlich in den letzten zwei Decennien darüber bekannt geworden sind, zusammenzustellen und zu ordnen versuchen: so gelangen wir zu dem gerade hier so unerwarteten, traurigen Resultate, dass all unser Wissen über diesen Gegenstand fast weniger noch als Stückwerk ist. Die zahllosen Analysen krankhaften Harns haben viele und zwar vorzügliche Aerzte zu dem Glauben verführt, die Lehre von der Constitution des Harns in Krankheiten sei der vollendetste Theil der sog. pathologischen Chemie, und leider giebt es medicinische Chemiker, welche wissenschaftlich oder unwissentlich Viele zu diesem Irrwahne verleitet haben. Worin liegt aber der Grund dieser für den pathologischen Chemie Beflissenen wo nicht beschämenden, doch betrübenden Erfahrung? Es ist mehr als ein Grund vorhanden, weshalb die angestregtesten Bemühungen vieler wackern Forscher durch den Erfolg so wenig belohnt worden sind. Schon öfter ist anderwärts hervorgehoben und auch hier erwähnt worden, dass die ganze Methode der Untersuchung

meist der Art war, dass sie zur Aufstellung der Schlüsse und allgemeinen Sätze, die man aus den Resultaten der Analyse ableitete, keineswegs berechnete; haben wir doch schon in der methodologischen Einleitung (Th. 4.) auf die Irrthümer hingewiesen und auf die Momente aufmerksam gemacht, welche zu Fehlschlüssen Veranlassung gaben. Beim Harn häufen sich aber die Hindernisse und Schwierigkeiten einer systematischen und wahrhaft wissenschaftlichen Untersuchung; wendet man auch alle Mittel an, die uns zu einer solchen rationellen Forschung zu Gebote stehen, so gelangt man doch oft nicht zu dem Ziele: die allgemeinen Eigenschaften und die für eine bestimmte Krankheitsform eigenthümliche Zusammensetzung des Harns zu ermitteln; denn der Harn ist ja selbst im physiologischen Zustande, noch mehr aber im pathologischen, eine so veränderliche Flüssigkeit, dass in sehr vielen Fällen nicht zu unterscheiden ist, ob die beobachteten Veränderungen vom krankhaften Prozesse selbst oder nur von zufälligen Einwirkungen abhängen; beobachten wir sorgfältig die Veränderungen, welche der Harn oft innerhalb eines Tages und zwar nicht blos im Typhus oder abnorm verlaufenden acuten Exanthemen, sondern selbst in regulär verlaufenden Entzündungen erleidet, so wird man deutlich genug darauf hingewiesen, dass der Harn sich nach dem jeweiligen Zustande des Organismus, nach den äussern Einwirkungen und gleichzeitig nach gewissen Symptomencomplexen weit mehr richtet, als nach dem Wesen des krankhaften Processes; pflegt doch selbst das Eiweiss im Bright'schen Harn sich erheblich zu vermindern, ja fast zu verschwinden, wenn sich der chronischen Form dieser Krankheit eine Affection beigesellt, welche entzündliches Fieber bedingt; der für jene Krankheitsform so charakteristische Harn verliert fast alle seine unterscheidenden Merkmale und nimmt in qualitativer und quantitativer Hinsicht den Charakter entzündlich-fieberhaften Harns an. Es dünkt uns daher vorläufig richtiger, die Constitution des Harns bei gewissen krankhaften Zuständen, bei einzelnen Symptomengruppen zu ermitteln und die etwa gewonnenen analytischen Resultate mit einander zu vergleichen, als dasselbe für gewisse diagnostisch unterschiedene Krankheiten zu unternehmen. Dies lehren auch die so zahlreichen und mit ungewöhnlicher Ausdauer durchgeführten Harnanalysen *Becquerel's*; die Resultate dieser grossen Arbeit bewiesen weniger dies, dass gewisse Krankheitsgruppen von bestimmten Veränderungen in den Proportionen der festen Bestandtheile begleitet sind, als dass in den meisten Krankheiten die erheblichsten Schwankungen in der Zusammensetzung des Harns vorkommen, Schwankungen, welche mehr durch zufällig auftretende Einzelerscheinungen als durch den speciellen krankhaften Process bedingt sind. Das Blut, obgleich auch in ihm oft genug sichtlichere Veränderungen durch Nebenerscheinungen bedingt werden, als durch den wesentlichen krankhaften Process, behält immer noch weit mehr den ihm vom letztern aufgedrückten Stempel der Abnormität als der Harn; dies rührt wohl daher, dass auch im krankhaften Zustande das Blut noch die Fähigkeit beibe-

hält, untaugliche Substanzen möglichst auszuschleiden, wenn nicht durch die Nieren, doch auf andern Wegen, während im Harn sich alles anhäuft, was der augenblickliche Zufall im Blute erzeugt und den Nieren zuführt.

Wenn aber diese und viele andre Verhältnisse dem Streben der Forscher entgegen waren, für die einzelnen acuten Krankheiten bestimmte, stets wiederkehrende Eigenschaften und Mischungen des Harns zu finden, so hätte man wohl hoffen dürfen, dass wenigstens in chronischen Krankheiten, wo ein so schneller Wechsel der Erscheinungen, wie in acuten Formen, nicht gewöhnlich ist, die Bestrebungen so vieler Forscher durch erkleckliche Resultate belohnt worden seien. Allein leider finden wir uns auch hier bitter getäuscht, und zwar zunächst deshalb, weil die Abweichungen der Zusammensetzung des Harns in diesen Zuständen meist nur sehr gering sind, weit geringer, als jene Schwankungen, die im Harn überhaupt durch rein physiologische Verhältnisse, namentlich Nahrungsmittel und übriges diaetisches Verhalten, bedingt werden. Hat man denn wirklich schon entschiedene Charaktere gefunden im Harn bei Tuberculösen, Krebsigen, Arthritischen u. s. w.? Conjecturen, den Schein empirischer Resultate annehmend, in Menge, aber keine auf wissenschaftliche, exacte Beobachtungen begründete Thatsachen. Bei Tuberculose sollte z. B. nach *Donné* der Harn nach dem Verdunsten unter dem Mikroskop eine klebrige Masse von Honigconsistenz hinterlassen; wer hätte dies nicht auch bei anderem Harn beobachtet? Nach Einigen ist der arthritische Harn durch Reichthum an Harnsäure, nach Andern durch Armuth oder Mangel an derselben charakterisirt. Wenn an dieser schroffen Differenz auch der vage Name Arthritis und die ärztliche Diagnose die Schuld mit trägt, so giebt es doch noch hundert andre Fälle, wo Ansichten von kaum geringerer Differenz selbst von einem und demselben Beobachter aufgestellt worden sind.

Aber wir haben ja in dem Obigen eine Anzahl Stoffe nahhaft gemacht, die nur abnormer Weise im Harn vorkommen; sind diese nicht für einzelne pathologische Processe charakteristisch? Eiweiss, Faserstoff, oxalsaurer Kalk u. dgl. sind aber nicht für specifische Krankheitsfamilien charakteristisch, sondern nur für einzelne, verschiedene Krankheiten begleitende, Processe oder Symptomencomplexe; wir haben oben uns bemüht, ausführlicher zu zeigen, wie viel verschiedene Bedingungen z. B. auf den Uebergang von Albumin in den Harn einwirken können, und dass diese Bedingungen bei den verschiedensten Krankheitsstadien vorkommen. Ist man doch allgemein davon zurückgekommen, Albuminurie für eine specifische Krankheit zu halten, während sie nur ein Symptom verschiedener Krankheiten ist.

Es giebt ja aber auch abnorme Stoffe im Harn, die so verschieden von den gewöhnlich im Harn oder überhaupt im thierischen Organismus enthaltenen Materien sind, z. B. die rothen, grünen und blauen Farbstoffe, Cystin und Xanthin, dass diese offenbar einen bestimmten pathologischen

Process, ja eine spezifische Krankheitsform voraussetzen. Dies könnte wohl möglich sein, allein wer sich des oben erwähnten Vorkommens dieser Stoffe erinnert, wird sich bewusst sein, dass auch kein einziger dieser überdies nur sehr selten beobachteten Stoffe als irgend einer Krankheitsform eigenthümlich angehörend gefunden worden ist.

Bei dieser Rathlosigkeit, in der sich die pathologische Chemie rück-sichtlich der Zusammensetzung des Harns in bestimmten Krankheiten befindet, ergriffen einige Forscher den kühnen Ausweg, die Constitution des Harns nicht etwa nach den Krankheiten zu betrachten, sondern nach der Constitution desselben und dessen Gehalte an einzelnen Stoffen ganz neue Krankheiten zu erfinden, die man Diathesen zu nennen beliebte, harnsaure, oxalsaure Diathese, Harnstoffdiathese u. s. w. Man verfiel auf diese Weise in denselben Fehler, der den ältern Aerzten so sehr zum Vorwurfe gemacht wird, dass man nämlich nur nach einem einzelnen Symptome die Krankheiten eintheilte, anstatt sie nach natürlichen Familien zu gruppieren, deren Distinction nicht auf Symptome, sondern auf Processe begründet ist. Wir haben uns in dem Obigen schon öfter gegen die Annahme solcher Diathesen ausgesprochen, so dass es überflüssig sein würde, hier weiter darauf zurückzukommen. Man könnte dem aber wohl entgegen: ist denn der Diabetes mellitus nicht auch eine Diathese? und wird diese als besondere Krankheit nicht allgemein angenommen? Unsrer Ueberzeugung nach ist auch diese Erscheinung nur ein Symptom, mit welchem blos eine bestimmte Reihe von Erscheinungen in ursächlichem Zusammenhange steht, wie viele andre Symptome ebenfalls mit den ihnen zugehörigen Erscheinungen. Ist in Folge irgend einer Abnormität der thierischen Stoffmetamorphose, in Folge eines mechanischen oder physiologischen Hindernisses, die Umwandlung des Zuckers im Blute gehemmt, so wird dieser, wie directe Versuche von *Bernard*, *mir*, *Kersting*, *Uhle* und *v. Becker* erwiesen haben, möglichst schnell durch die Nieren abgeschieden, zu dessen Abscheidung wird aber, wie das oben die Versuche an Thieren lehrten, immer eine grosse Menge Wasser verwendet; das Blut wird arm an Wasser, daher der Durst, daher die unterdrückte Hautausdünstung der Diabetiker, die pergamentähnliche Haut u. s. w. Bei den Autopsien an Diabetes Verstorbener finden wir fast immer pathologisch-anatomische Veränderungen, allein wie verschieden sind diese! Bekanntlich werden tuberculöse Lungen sehr häufig bei Diabetes beobachtet, aber auch hie und da Leiden der Unterleibsorgane, des Rückenmarks u. s. w. Zucker im Harn ist also wohl ein ebenso zufälliger, inconstanter Begleiter der Tuberculose, als Eiweiss im Harn bei Hydrops; indessen wird er, gleich diesem, immer an bestimmte Verhältnisse gebunden sein, wie wir sie bei Eiweissgehalt des Harns in Hydrops zu deuten versucht haben, wie wir sie aber bei Zuckergehalt des Harns neben Tuberculose noch nicht zu deuten verstehen. Doch Hydrops ist eben so gut wie Tuberculose nur ein Gruppensymptom; erst eine künftige Aera der Medicin wird uns lehren, anstatt die Krankheiten nach einzelnen pathologisch-anatomischen oder

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

LEHRBUCH
DER
PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE.

DRITTER BAND.

LEHRBUCH
DER
PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE

VON
PROF. DR. C. G. LEHMANN.

DRITTER BAND.

ZWEITE AUFLAGE.
MIT EINEM VOLLSTÄNDIGEN REGISTER ÜBER ALLE DREI BÄNDE.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1853.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Histochemie	1
Geschichtliche Entwicklung derselben	2
Formale Behandlungsweise derselben	3
Anwendungsweise chemischer Reagentien unter dem Mikroskope	4
Folgerungen aus mikrochemischen Versuchen	8
Knochengewebe	11
Morphologische Beschaffenheit	12
Chemische Bestandtheile	15
Constitution unter verschiedenen anatomischen und physiologischen Bedingungen	17
Constitution der Thierknochen	19
Constitution in Krankheiten	20
Fossile Knochen	27
Analytisches Verfahren	28
Zahngewebe	32
Morphologische Beschaffenheit	32
Chemische Constitution	33
Knorpelgewebe	35
Morphotische Verschiedenheit der Knorpel	35
Chemische Bestandtheile	36
Bindegewebe	40
Elastisches Gewebe	43
Horngewebe	46
Morphotische Unterschiede	46
Mikrochemische Reactionen	48
Chemische Zusammensetzung	50

	Seite
Haare	52
Morphologische Beschaffenheit	52
Chemische Zusammensetzung	53
Contractile Faserzellen	55
Histologisches Verhalten	55
Mikrochemische Reactionen	57
Chemische Constitution	60
Bestandtheile des Saftes der glatten Muskeln	64
Analytisches Verfahren	63
Quergestreifte Muskelfasern	65
Histologisches Verhalten	65
Mikrochemische Reactionen	67
Chemische Constitution der morphotischen Elemente	73
Zusammensetzung des Muskelsaftes	75
Analytisches Verfahren	80
Physiologische Folgerungen.	82
Nerven und Gehirn	83
Histologische Elemente	84
Mikrochemische Reactionen	87
Chemische Constitution der einzelnen morphotischen Bestandtheile	95
Physiologische Schlussfolgerungen	102
Analytisches Verfahren	103
Exsudate und pathologische Formbildungen	105
Einleitende Bemerkungen	105
Untersuchungsmethode	108
Plastische Exsudate	114
Croupöse „	120
Albuminöse „	124
Seröse „	125
Eitrige, jauchige Exsudate	127
Eiter	128
Schmelzende und haemorrhagische Exsudate	139
Zoochemische Processe	141
Moleculare und organische Kräfte, Lebenskraft	144
Entstehung organischer Materie im Pflanzenreiche	157
Allgemeine Uebersicht über den thierischen Stoffwechsel	176
Unterschiede des thierischen und pflanzlichen Stoffwechsels	178
Verwerthung der eiweissartigen Stoffe im Thierkörper	182
„ „ Fette	185
Verwerthung der Kohlenhydrate	190
Vertheilung von Säure und Alkali	196

	Seite
Verwendung der Phosphate	197
Oxydationsvermögen des thierischen Organismus	202
Verwerthung der Salze	210
Verdauung	219
Verhältniss derselben zur Aufsaugung	222
Physikalische Bedingungen der Aufsaugung	225
Resorption durch Blut- und Lymphgefäße	233
Verdauung der Kohlenhydrate	237
„ der Cellulose	237
„ des Gummis	239
„ „ Stärkmehls	242
„ „ Inulins	243
„ „ Krümelzuckers	248
Absorptionsgesetze des Krümelzuckers	252
Verdauung des Rohr- und Milchzuckers	255
Verdauung und Resorption der Fette	256
Verdauung der eiweissartigen Stoffe	260
Resorption durch die Chylusgefäße	263
Aufwand von Säften zur Vollführung der Verdauung	266
Einfluss des Nervensystems	267
Verdaulichkeit der Nahrungsmittel	270
Respiration	284
Mechanische Momente der Respiration	285
Untersuchungsverfahren	289
Allgemeine Ergebnisse über den Gaswechsel in den Lungen	291
Frequenz der Athemzüge	294
Tiefe der Athemzüge	298
Athmen künstlicher Luftgemenge	299
Einfluss der Temperatur auf das Athmen	304
„ „ Luftfeuchtigkeit	308
„ des Luftdruckes	305
„ der Tageszeiten	306
„ „ Nahrungsentziehung	307
„ „ der Verdauung	309
„ „ Qualität und Quantität der Nahrung	310
„ des Schlags und anderer körperlicher Zustände	317
Respirationsverhältnisse bei Thieren	320
Verhältniss der Respiration zur Perspiration	327
Respiration in Krankheiten	328
Theorie der Respiration	334
Thierische Wärme	342

	Seite
Ernährung	346
Grundlagen der Ernährung	347
Nährkraft der Nahrungsmittel	348
Grösse des Nahrungsbedürfnisses	358
Resorbirbare Mengen von Nährstoffen	360
Einfluss der Nahrung auf das Blut	362
Einnahmen und Ausgaben des thierischen Organismus	364
Nothwendige Mengung der Nährstoffe	366
Finalausgaben im Zustande der Inanition	370
Stoffwechsel beim Wachsthum	380
Mästung	386
Intermediärer Stoffwechsel	388
Stoffwechsel in Krankheiten	392

H i s t o c h e m i e.

Die Lehre von der chemischen Beschaffenheit der thierischen Gewebe ist ein noch sehr wenig cultivirter Theil der physiologischen Chemie. Die Gründe dieser nicht sehr tröstlichen Erfahrung liegen so nahe, dass es eigentlich nicht erst einer weitern Darlegung derselben bedarf; wir erinnern deshalb hier nur daran, dass das wesentlichste Hinderniss, welches sich der chemischen Untersuchung der Gewebe entgegenstellt, hauptsächlich darauf beruht, dass die Gewebeelemente zu innig mit einander verbunden oder gemengt sind, um sie durch eine vorgängige mechanische Trennung zur chemischen Analyse vorbereiten zu können. Diese Trennung der verschiedenen neben einander abgelagerten, einander durchziehenden und umhüllenden Elementargewebe wird noch insbesondere dadurch erschwert, dass dieselben fast ohne Ausnahme gleichmässig in den gewöhnlichen indifferenten Menstruis der Chemiker unlöslich sind. Nimmt man seine Zuflucht zu den stärker eingreifenden Lösungsmitteln, z. B. Säuren oder Alkalien, so fehlt gewöhnlich alle Garantie dafür, dass die gelöste Substanz das übrigen unveränderte Gewebeelement sei, und dass die ungelöst gebliebene in der That eine einfache chemisch reine Materie sei; in den meisten Fällen ist es aber ganz ausser allem Zweifel, dass durch solche Agentien die chemische Constitution des betreffenden Gewebes vollkommen verändert wird.

Die Untersuchung der thierischen Gewebe ist chemischerseits auf verschiedene Weise in Angriff genommen worden. Die ersten genauern Analysen bezweckten die Ermittlung der elementaren Zusammensetzung; so wurden unter *Liebig's* Leitung vorzugsweise von *Scherer* und später von einigen andern Forschern Elementaranalysen mehrerer Gewebe ausgeführt, nachdem die letztern mit den gewöhnlichen indifferenten Menstruis von löslichen Beimengungen befreit worden waren. Wenn man solche Analysen von unserm heutigen Standpunkte aus als irrationell bezeichnen muss, da die analysirten, von den Histologen damals noch häufig als einfach bezeichneten Gewebe nichts weniger als einfach sind, sondern schon bei oberflächlicher mikroskopischer Anschauung sich aus verschie-

denen morphotischen Elementen constituirt zeigen: so waren solche Untersuchungen doch gerade für den damaligen Standpunkt als das nächste Bedürfniss der Wissenschaft zu betrachten; man legte damals noch einen höhern Werth auf die Existenz eines Proteins und musste deshalb darnach streben, zu erfahren, welche Umwandlungen das Protein bei seinem Uebergange in die Gewebe erlitt, und in welcher Beziehung die chemische Constitution der einzelnen Gewebe zu der Zusammensetzung der Hauptbestandtheile des Blutes stände. Uebrigens hatten auch derartige Analysen zugleich als erste Grundlagen zur Ausführung der von *Liebig* vorzugsweise geltend gemachten statistischen Methode in der chemischen Physiologie ihren besondern Werth (vergl. Th. 4, S. 13). Vollkommen irrig würde es aber sein, wollten wir die Resultate jener Analysen als scharf bezeichnenden Ausdruck für die Zusammensetzung der betreffenden Gewebe betrachten. Das subcutane Zellgewebe, das Sehngewebe, das Horngewebe u. s. w. sind keine elementaren Gewebe; denn sie bestehen aus verschiedenen in variablen Mengen mit einander verbundenen morphotischen Elementen.

Mulder kam daher auf den Gedanken, die Gewebe, selbst wenn sie noch von den Histologen als einfach bezeichnet wurden, mittelst saurer oder alkalischer Lösungsmittel zu zerlegen, und aus der Zusammensetzung der Zerlegungsproducte rückwärts auf die morphotische Zusammenlagerung verschiedener Gewebstheile oder die chemische Zusammensetzung des ursprünglichen Objectes zu schliessen. In diesem Sinne sind die von ihm oder unter seiner Leitung ausgeführten Untersuchungen der Haare, der Hörner, Nägel, des Schildpatts, des elastischen Gewebes u. s. w. unternommen worden. Obgleich diese Arbeiten zu manchem interessanten Resultate geführt haben, so gaben sie doch dem Histologen nicht die erwartete Ausbeute; denn abgesehen davon, dass auch hier die untersuchten Stoffe sich zu wenig charakterisiren, der genauern chemischen Forschung wenig zugänglich und kaum noch einer exacten Elementaranalyse fähig waren, litt diese Methode an demselben Mangel wie die erstgenannte; sie nahm zu wenig Rücksicht auf die morphotisch zu unterscheidenden Bestandtheile der Gewebe und lieferte für sehr verschieden construirte, d. h. mechanisch componirte Objecte auffallend gleiche oder ähnliche Resultate, ein Umstand, der die Berechtigung der chemischen Analyse und ihre Beweiskraft verdächtigen musste, und zum Theil wohl mit in dem Streben seinen Grund hatte, die Ergebnisse der Elementaranalysen in einen nähern idealen Zusammenhang mit der hypothetischen Formel des immerhin sehr hypothetischen Proteins zu bringen.

Mulder selbst, die Mängel dieser Methode nicht verkennend, schlug daher im Verein mit *Donders* einen ganz andern Weg ein, um gewissermaassen von entgegengesetzter Richtung in dieses so schwer zugängliche Gebiet einzudringen. Man liess nämlich auf die zu untersuchenden Gewebe verschiedene chemische Agentien einwirken, und beobachtete unter dem Mikroskope die Veränderungen, welche sie in ihrer Textur erlitten,

um darnach die Verschiedenheit ihrer chemischen Constitution beurtheilen zu können. Dieser Weg ist indessen zuerst von *Joh. Müller* betreten worden, und hatte diesen bereits zu manchem glänzenden Resultate für Physiologie und allgemeine Anatomie geführt; mehrere Forscher sind ihm auf dieser Bahn, nachdem sie einmal gebrochen, mit mehr oder weniger Glück gefolgt, hatten dabei aber leider meist mehr die histologische Seite der Forschung als die chemische im Auge. Diese Methode hat der Histologie bereits die wesentlichsten Dienste geleistet, seit man sich nicht mehr darauf beschränkte, verdünnte Essigsäure, Jodtinctur und höchstens noch etwas Ammoniak auf die mikroskopischen Praeparate einwirken zu lassen. Die mikroskopisch-chemische Analyse hat die Structur der verschiedenen Horngewebe erst zu einer klaren Anschauung gebracht; wer hätte früher trotz sorgfältiger Verfolgung der Entwicklungsgeschichte in Nägeln, Kuhhorn oder Fischbein so massige Aggregate einfacher Zellen mit solcher Bestimmtheit nachzuweisen vermocht? Wäre der Achsencylinder der Nervenfasern so lange verborgen oder mindestens so lange zweifelhaft geblieben, wenn man früher mehr mikrochemische Versuche anzustellen verstanden hätte? Oft genug haben die chemischen Mittel, ohne gerade die Kenntniss der chemischen Bestandtheile der Gewebe zu fördern, der Histologie die bedeutungsvollsten Dienste geleistet. Der histochemischen Forschung dürfte daher gewiss nicht eine ungünstige Prognose zu stellen sein, wenn die makrochemische Untersuchung von den Ergebnissen der mikrochemischen Analysen geleitet und geregelt wird; deutet doch schon das mikrochemische Verhalten eines Gewebes den Weg an, der zu einer gedeihlichen Untersuchung der chemischen Bestandtheile des Gewebes und ihrer Zusammensetzung führen muss.

Dies sind die Gesichtspunkte, von denen aus wir glauben, dass nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft die Histochemie bearbeitet werden muss; wir haben daher in den nachfolgenden Blättern den angeführten Ideengang verfolgend, die Histochemie darzustellen versucht und die folgende Behandlungsweise in formeller Hinsicht für die passendste gehalten.

Was zunächst die histologischen Objecte selbst betrifft, die wir in Betrachtung gezogen haben, so versteht es sich eigentlich ganz von selbst, dass vor das Forum des Chemikers nur die Elementargewebe gehören; denn die gröbern oder feinern Gemengsel von Stoffen, Zellen und Fasern, die wir selbst in den von vielen Histologen noch einfach genannten Geweben zusammengelagert finden, können an sich nicht das Object einer chemischen Untersuchung sein; wir würden es z. B. für ganz unpassend halten, wollten wir glatte Muskelfasern der Darmhaut, contractiles Gewebe der *Tunica dartos*, mittlere Arterienhaut u. s. w. unter besondern Rubriken behandeln. Wir wissen, dass diese Gewebe aus sehr verschiedenen Elementargeweben construirt sind, dass in ihnen Bindegewebsfäden und Kernfasern oder gewöhnliches elastisches Gewebe mit den Faserzellen, welche allen contractilen Organen gemein sind, in mannigfalti-

wahrgenommen haben und stützen uns dabei hauptsächlich auf die durch *eigene Anschauung* gewonnenen Resultate. Wenn irgendwo in den Naturwissenschaften eigene Anschauung zur Gewinnung eines Urtheils nothwendig ist, so wird dies nirgends mehr als bei der Mikrochemie der Fall sein. Unser Urtheil über Gegenstände oder Erscheinungen, die nur durch den Gesichtssinn zu unserm Bewusstsein gelangen, ist überhaupt mancherlei Irrungen ausgesetzt; wir wissen, dass wir bei dem mikroskopischen Sehen überhaupt einer Menge Hilfsmittel verlustig gehen, deren wir uns sonst zur Leitung unsers Urtheils über percipirte Gegenstände bedienen können; mehr noch vermessen wir diese Hilfsmittel bei der Beurtheilung der Veränderungen, welche mikroskopische Gegenstände durch chemische Mittel erleiden; wie viele Gewebselemente quellen z. B. auf und verschwinden dem Auge, als ob sie sich wahrhaft auflösten, während sie durch jenes Agens nur in einen gallertartigen Zustand versetzt wurden, der ihnen gleiche Lichtbrechungskraft mit der umgebenden Flüssigkeit ertheilte? Gar nicht selten gelingt es, durch wiederholtes Auswaschen mit Wasser oder durch vorsichtige Sättigung der angewendeten Säure oder Base die unsichtbar gewordene Membran oder Faser wieder sichtbar zu machen und somit ihre Unlöslichkeit in dem angewendeten Reagens zu erweisen. Nach Anwendung von andern Mitteln werden oft Theile sichtbar, die vorher nicht wahrzunehmen waren; es lässt sich dann oft nicht entscheiden, ob die Gegenstände vorher wirklich schon existirten und nur äusserst durchsichtig waren, oder ob sie erst durch Anwendung jenes Mittels entstanden sind. In solchen Fällen ist oft gar kein bestimmtes Urtheil zu gewinnen; weiss man doch z. B. dass die Histologen noch nicht völlig darüber einig sind, ob die Kerne, welche so deutlich in den Körperchen von Froschblut, das einige Zeit gestanden, zum Vorschein kommen, in denen des frischen, noch kreisenden Blutes praeformirt enthalten sind oder nicht.

Manches Reagens macht ferner namentlich in gemischten Geweben den Interstitialsaft gerinnen und verdüstert auf diese Weise nicht blos das Bild, sondern wirkt auf diese oder jene Theile so contrahirend und formverändernd, dass es oft sehr schwer ist, zu entscheiden, welchem der mit einander gemischt vorkommenden Gewebe die beobachteten Fäden oder Klümpchen zukommen. Solche und ähnliche Verhältnisse vermögen das Urtheil über den Erfolg der Einwirkung chemischer Mittel auf die Gewebe ausserordentlich zu erschweren, ja eine endgültige Entscheidung oft unmöglich zu machen. Dass wir die Schwierigkeiten der mikrochemischen Untersuchung nicht übertreiben, dafür könnten wir viele Beispiele scheinbar sehr leicht zu entscheidender Streitfragen anführen, über welche die besten Forscher sich noch nicht einigen konnten: noch immer streiten sich z. B. die Histologen, ob in den Kernen gewisser Zellen Nucleoli enthalten sind oder nicht, ob diese Nucleoli, wo sie unläugbar vorhanden sind, aus Fett oder einer andern Materie bestehen. Wie viele läugnen noch heute die Praeexistenz eines Achsencylinders in den Nerven-

röhren? und sind nicht selbst so ausgezeichnete Forscher, wie *Mulder* und *Donders*, zu dem wahrscheinlich sehr irrigen Glauben verleitet worden, jener in bereits veränderten Nervenröhren sichtbare Achsencylinder bestehe wesentlich aus Fett?

Es bedarf daher wohl kaum erst noch der Bemerkung, dass zur Anstellung mikrochemischer Versuche eine grosse Vertrautheit mit dem Mikroskope und eine genaue Bekanntschaft mit allen bei dessen Benutzung gebräuchlichen Hilfsmitteln und Vorsichtsmaassregeln unbedingt nothwendig ist. Was bewährte Forscher, wie *Jul. Vogel*¹⁾, *Schleiden*²⁾, *Hugo Mohl*³⁾, *Purkinje*⁴⁾ und Andere, für die gewöhnliche mikroskopische Beobachtung an Gegenmitteln gegen Irrthümer empfohlen haben, dessen müssen wir in erhöhtem Maasse bei mikrochemischen Versuchen eingedenk sein.

Was nun die Anwendung der chemischen Reagentien selbst betrifft, so sind auch betreffs dieser manche Vorsichtsmaassregeln zu beachten, die meist erst in neuerer Zeit ihre Würdigung gefunden haben. Früher liess man gewöhnlich das chemische Reagens dem bereits fertigen mikroskopischen Praeparate zufließen und beobachtete so die erste unmittelbare Einwirkung des Mittels auf die morphotischen Elemente des vorliegenden Objectes. *Donders*⁵⁾ hat aber mit vollem Rechte darauf aufmerksam gemacht, dass es sehr oft nothwendig sei, auf das zu untersuchende Gewebe das chemische Mittel längere Zeit und zwar nicht blos stunden- sondern tagelang einwirken zu lassen. Wir halten zum Zwecke einer genauen Erforschung beide Verfahrungsweisen für unbedingt nothwendig. Schon vor längerer Zeit machte ich in Gemeinschaft mit *Messerschmidt*⁶⁾ darauf aufmerksam, dass selbst in leicht penetralen Objecten, wie z. B. im Eiter, die Lösung des chemischen Mittels nur sehr allmählig in die Masse des Objectes sich Bahn bricht, sehr ungleich auf die verschieden gelegenen Theile einwirkt, und dass deshalb das mikroskopische Bild oft zu sehr verschiedenen Deutungen Veranlassung geben kann. *Donders* hat daher jenes Verfahren vorzugsweise empfohlen, vermöge dessen man die Gewebstheile erst dann der mikroskopischen Untersuchung unterwirft, nachdem sie längere oder kürzere Zeit in bereits etwas vertheiltem (zerzupftem oder sorgfältig praeparirtem) Zustande der Wirkung des chemischen Agens ausgesetzt waren. Man beobachtet auf diese Weise viel schärfer, als in jenem Falle das Endresultat der Wirkung und hat die veränderten Theile meist in voller Klarheit vor sich. Indessen wird man, wenn nur die vollendete Thatsache vorliegt, doch oft nicht

1) *Jul. Vogel.*, Anleitung z. Gebrauch des Mikroskops u. s. w. Leipzig. 1844.

2) *Schleiden*, Botanik, Methodol. Einleitung. Leipzig 1849.

3) *H. Mohl*, Mikrographie u. s. w. Tübingen 1846.

4) *Purkinje*, R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2, S. 411—448.

5) *Donders*, Holländische Beiträge. 1846. S. 39 ff.

6) *Lehmann* und *Messerschmidt*, über Eiter. Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 4, S. 225 ff.

darüber ins Klare kommen, auf welche Weise die Veränderung vor sich ging, und welche Theile der Lösung dem Zusammenschrumpfen oder dem gallertartigen Aufquellen vorzugsweise unterlagen. Man beobachte nur solche Praeparate allein, ohne die Action des chemischen Mittels unter dem Mikroskope selbst zu verfolgen, und man wird finden, wie leicht man in diesen oder jenen Irrthum gerathen kann. Daher ist es in jedem Falle zu empfehlen, neben der Untersuchung eines solchen Praeparats zu gleicher Zeit die unmittelbare Einwirkung desselben Mittels auf ein solches zu beobachten. Bei dem letztern Verfahren kann man sich übrigens mehrerer Hilfsmittel bedienen, um die directe Wirkung des chemischen Agens möglichst scharf beobachten zu können. So hat *Henle* z. B. empfohlen, ein Haar zwischen Deckplättchen und Objectträger zu bringen, um so auf eine reinliche Weise den Zufluss der Lösung des Reagens zu regeln, und die oft auch sehr rapid erfolgende Einwirkung desselben auf das Praeparat zu verlangsamen; oft kann man sich mit grösserer Bequemlichkeit auch linnener und baumwollener Fäden bedienen, sobald diese von dem Reagens selbst nicht angegriffen werden. Doch die eigne Praxis lehrt hier besser, als alle Vorschrift, derartige Versuche mit Vortheil auszuführen.

Ein anderer bei mikrochemischen Untersuchungen sehr zu beachtender Umstand, der, früher und später oft vernachlässigt, von *Donders* und mir hauptsächlich hervorgehoben wurde, ist der, dass man bei den mikrochemischen Reagentien sorgfältig auf den Grad ihrer Verdünnung Acht haben muss. In früherer Zeit hat die Missachtung dieser Regel häufig zu ganz verschiedenen Angaben über die Wirksamkeit verschiedener Mittel auf Blut- und Eiterkörperchen Anlass gegeben, und noch heutzutage rühren wohl nur daher mehrere ganz differente Behauptungen über das Verhalten einzelner chemischer Stoffe zu gewissen Geweben. Wir werden weiter unten sehen, wie verschieden z. B. die Einwirkung höchst verdünnter, mässig verdünnter und concentrirter Salzsäure auf das Muskelgewebe ist, und wie verschiedene Erfolge wir nach der Anwendung von alkalischen Laugen in verschiedener Concentration bei ähnlichen Objecten beobachten. Während der Chemiker organisirte Theile zusammenwirft, das organische Gefüge im Mörser zermalmt, und die einzelnen Bestandtheile dann mühselig herauszufischen sucht, dabei aber immer sorgfältig die chemischen Mittel und die Form ihrer Anwendung im Auge hat, ist man bei mikrochemischen Versuchen oft ganz entgegengesetzt verfahren; man hat zwar die Gestaltveränderungen des Objectes beobachtet, aber die Natur der chemischen Reagentien viel zu wenig berücksichtigt, ja man hat auf gut Glück Mittel unter dem Mikroskop angewendet, die mindestens nicht zu einem chemisch brauchbaren Resultate führen konnten, deren Anwendung vom chemischen Gesichtspunkte aus irrationell war, da, mochte die Wirkung ausfallen wie sie wollte, von ihnen kein schlussfertiges Ergebniss zu erwarten stand. Dies führt uns auf einen weitem bei der mikrochemischen Analyse sehr wohl zu beherzigenden

Punkt, durch dessen Vernachlässigung die wichtigsten Resultate der mikrochemischen Analyse verloren gehen.

Es versteht sich eigentlich ganz von selbst, dass die mikrochemischen Reagentien nicht blos zu dem Zwecke angewendet werden, um die Formveränderungen der Elementargewebe und ihre feinere Construction zu studiren, oder um etwa nur bestimmen zu können, ob dieses oder jenes Gewebeelement ein naher Verwandter des hypothetischen Proteins sei, oder dem sehr vagen Begriffe des leimgebenden Gewebes angehöre oder ganz von diesen beiden verschieden sei. Die mikrochemische Untersuchung muss zugleich denselben Zweck wie jede andere chemische Manipulation verfolgen, nämlich Anleitung zu geben zur Ermittlung der eigentlichen chemischen Constitution des fraglichen Objectes; sie muss uns als Wegweiser dienen, um die Richtung anzudeuten, in welcher wir unsre Forschung nach dem vorgesteckten Ziele fortzusetzen haben. Diesen Zweck erreicht die mikrochemische Untersuchung nicht, wenn wir uns damit begnügen, dieses oder jenes beliebige Mittel anzuwenden, und dabei stehen bleiben, nur zu ermitteln, welche Formveränderungen dasselbe bedinge und welcher Gruppe chemischer Stoffe dieser oder jener Gewebstheil zuzurechnen sei. Die Mikrochemie soll uns vielmehr auch die Mittel an die Hand geben, um aus dem zu untersuchenden Gewebe einen chemischen Bestandtheil nach den andern ausziehen und der weitern chemischen Untersuchung zugänglich machen zu können. Wir glauben in den nachfolgenden Blättern hie und da gerade für diese Benutzungsweise der Mikrochemie einige sprechende Beweise geliefert zu haben; durch sie sind wir erst auf Mittel und Wege geleitet worden, um mittelst Scheidung der eingeflochtenen minder wesentlichen Gewebstheile die chemische Natur der in Frage kommenden Gewebsmaterie zu erforschen; durch sie wird es noch gelingen, über die Constitution von Theilen, wie z. B. über das Gehirn, an dem bis jetzt die reine Analyse so viel vergebliche Anstrengungen machte, endlich noch Klarheit zu verbreiten.

Werfen wir einen Blick auf die ziemlich zahlreichen mikrochemischen Reactionen, die man mit den einzelnen Geweben angestellt hat, so werden wir allerdings finden, dass dieselben uns mehr zu schönen Hoffnungen berechtigt haben, als dass unsre Bemühungen bereits von vielen glücklichen Erfolgen gekrönt worden wären. Schon die grosse Menge oft ziemlich ähnlich oder nur wenig verschieden wirkender Mittel, die ziemlich systemlose Anhäufung derselben zeigt deutlich genug darauf hin, dass dieser Theil unsrer Wissenschaft noch wenig cultivirt, noch wenig gesichtet ist und zu wenig aufklärenden Thatsachen geführt hat. Allein wenn die bisherigen Bemühungen, die Histochemie durch mikrochemische Versuche zu fördern, minder fruchtbringend waren, so liegt der Grund dieser betrübenden Erfahrung weniger in den unzureichenden Mitteln der Mikrochemie, als vielmehr in der immer noch sehr geringen Ausbildung der allgemeinen Zoochemie oder der Lehre von den thierischen Substraten. Ehe nicht die Chemiker über die Proteinkörper ins Klare gekommen

sein werden, ehe nicht bessere analytische Mittel zur Unterscheidung und Trennung jener so analogen und doch zum Theil so verschiedenen Stoffe gefunden sein werden, ehe man nicht durch zuverlässigere Mittel zur Aufstellung minder hypothetischer Formeln (als die bisherigen betreffs der eiweissartigen Stoffe waren) gelangt sein wird: früher wird auch die chemische Gewebelehre nicht auf sehr grosse, auf glänzende Fortschritte zu hoffen haben. Die Proteinhypothese ist oft genug als das *πρῶτον ψεῦδος* benutzt worden, um kühnen Gedanken über Natur und Bildung der Gewebe, so wie über die Umwandlung des einen in das andre gleich wie über den ganzen Stoffwechsel im Thierkörper Raum zu geben. Wir haben uns daher auch möglichst der künstlichen Formeln und Gleichungen enthalten, durch welche man den idealen Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung der verschiedenen Gewebsformen und ihrer Entstehung und Umwandlung darzuthun versucht hat, indem es uns schien, als ob auch in der Wissenschaft eine Enthaltensamkeit nöthig sei, die uns mahnt, dort nicht von den verbotenen Früchten der Phantasie zu genießen, wo der Baum der Erkenntniss uns erst später grünen soll. Müchten dieser Mahnung besonders die Pathologen eingedenk sein, die auf wenigen schwankenden Pfeilern in übergrosser Eile eine pathologische Histochemie begründen zu können wännen, und die sparsamen exacten Thatsachen, die unsre chemische Kenntniss der pathologischen Gewebe ausmachen, durch tausend mehr oder minder nebelhafte Fictionen verdüstert haben.

Wollen wir aber den uns angeborenen Hang nach allgemeinen Abstractionen auch in der Histochemie befriedigt sehen, so können wir wohl den schon früher (Th. 1, S. 23) ausgesprochenen allgemeinen Satz, dass die physiologische Dignität eines Stoffes von seiner chemischen Constitution abhängig sei, auch in der Gewebelehre unsern Erfahrungen nach als vollkommen begründet ansehen; es ist nämlich das einfache Ergebniss positiver Erfahrungen und daraus abgeleiteter Induction, wenn wir behaupten: die chemische Natur der Gewebe sei stets entsprechend ihrer Function. Längst bekannt ist es, dass jene Gewebe, welche fast nur durch ihre physischen Eigenschaften: durch Härte, Zähigkeit, Biagsamkeit u. s. w. im thierischen Körper nützen, als wesentlichste Grundlage eine Substanz enthalten, welche beim Kochen Leim giebt; wir wissen ferner, dass jene Gewebelemente, welche sich durch einen besonders hohen Grad von Elasticität auszeichnen, wie die Kernfasern des Bindegewebes und das eigentliche elastische Gewebe ein vollkommen gleiches chemisches Verhalten zeigen; wir werden endlich im Verlaufe unsrer Darstellung der Histochemie die objecte Ueberzeugung gewinnen, dass die lebhäftigeren Gewebe, d. h. jene, die neben einer geringen aber sehr vollkommenen Elasticität (*Ed. Weber*) das Vermögen besitzen, in Folge gewisser durch die Nerven vermittelter Einflüsse sich zusammenziehen, als Grundsubstanz und wesentlichen Bestandtheil eine und dieselbe Materie, das Muskelfibrin oder Syntonin, enthalten; hieher gehören die Faserzellen der vorzugsweise contractil genannten Gewebe und der

glatten Muskeln und die Fasercylinder der quergestreiften Muskeln. Die Zusammenlagerung und chemische Beschaffenheit der das Nervensystem constituirenden Substrate widerspricht nicht nur nicht dem oben ausgesprochenen Satze, sondern bietet vielmehr einen neuen Beweis dafür, dass die materiellen Unterlagen der Gewebe immer conform den vitalen Fähigkeiten derselben chemisch construiert sind.

Noch können wir einen Umstand nicht ganz unberührt lassen, der vielleicht in einer nähern Beziehung zu der eben angestellten Betrachtung steht, als auf den ersten Blick scheinen mag; wir meinen nämlich den die Gewebe durchtränkenden und umspülenden Saft. Nach unsern bisherigen Erfahrungen zeigt sich nämlich eine grosse Verschiedenheit in der chemischen Beschaffenheit und Zusammensetzung des die Gewebe umgebenden Saftes je nach den Kategorien, zu welchen wir nach dem Obigen die einzelnen Gewebe zählen möchten; diese Verschiedenheit des Saftes scheint in einem nahen Zusammenhange mit der chemischen Constitution jedes einzelnen Gewebes zu stehen. Wir finden nämlich, dass die niedern, d. h. nur physikalisch-mechanisch wirkenden Elementargewebe mit einer Flüssigkeit getränkt sind, welche wenig verschieden vom Serum des Blutes ist und im Allgemeinen sehr den (Th. 2, S. 266—287 beschriebenen) Transsudaten gleicht. Dagegen sind die Gewebe, welche einer vitalen Contraction fähig sind, also die contractilen Faserzellen und Faserbündel von einer Flüssigkeit umgeben, welche von einem gewöhnlichen Transsudate durchaus verschieden ist; zunächst zeichnet sich diese Flüssigkeit in allen contractilen Geweben ohne Ausnahme durch einen grössern oder mindern Gehalt an freier Säure aus; ferner sind darin Phosphate und Kalisalze sehr vorherrschend gegen die (in den Transsudaten überwiegenden) Chlormetalle und Natronverbindungen, ausserdem kommen in ihnen eine Anzahl Substanzen vor, die wenigstens bis jetzt im Blute und den diesen ähnlichen Transsudaten noch nicht nachweisbar gewesen sind. Vielleicht hängt es auch mit der verschiedenen Wirkungsweise der Faserzellen (im contractilen Gewebe und in glatten Muskeln) und der Faserbündel (in den quergestreiften Muskeln) zusammen, dass dieser saure Interstitialsaft in den erstern immer Casein neben Albumin enthält, während in dem letztern kein Casein, wohl aber mehrere andre nur ihm eigenthümliche Stoffe gefunden werden. Leider bieten diese Verhältnisse bis jetzt bloß Gesichtspunkte dar, unter denen ein Zusammenhang zwischen dem Chemismus und der Functionsweise der Gewebe gedacht werden kann, und höchstens einige neue Angriffspunkte, von denen aus wir durch weitere Forschungen die Physiologie der thierischen Gewebe zu fördern erwarten dürfen.

Was nun endlich den Ideengang betrifft, den wir bei der Darstellung der chemischen Verhältnisse der thierischen Elementargewebe verfolgt haben, so ist derselbe aus den eben gegebenen Erläuterungen schon an sich ersichtlich. Wir gehen zunächst von den *mikrochemischen Reactionen* aus. Bei der noch sehr unvollkommenen Ausbildung der Mikrochemie

lässt sich an eine logische Anordnung und Eintheilung der betreffenden Reagentien noch nicht denken; darum ist auch ihre Zahl weit grösser, als sie sein würde, wenn wir es hier mit einem schon mehr abgeschlossenen Ganzen zu thun hätten. Obgleich viele dieser Reagentien einander sehr analog wirken und andre wiederum sehr wenig thatsächliche Ausbeute geben, so haben wir sie doch einzeln mit aufgeführt, in der Meinung, dass in einer angehenden, in einer noch ziemlich neuen Disciplin jede wenn auch noch so unbedeutende Thatsache festgehalten werden müsse; denn wir wissen nicht, welche Bedeutung sie später erlangen kann; übrigens kann eine auch noch so grosse Anzahl von Thatsachen niemals schaden; wir glauben darum nicht, dass dadurch gerade die Uebersicht über das Ganze des chemischen Verhaltens eines Gewebes gelitten hat.

Auf den mikrochemischen Réactionen zum grossen Theil fussend schreiben wir dann weiter zur Untersuchung der chemischen Eigenschaften und der Zusammensetzung der einzelnen Stoffe, welche aus den Geweben extrahirt oder überhaupt ohne wesentliche Veränderung ihrer Zusammensetzung isolirt dargestellt werden können. Hierbei werden auch die die Gewebe durchdringenden parenchymatösen Säfte in Frage kommen, sobald diese ein eigenthümliches chemisches Verhalten zeigen. Ohne etwa näher in die rein physiologischen Verhältnisse der einzelnen Gewebe einzugehen, werden wir dann die Frage uns vorlegen, ob aus der chemischen Constitution des Gewebes, insoweit sie ermittelt ist, etwas Bestimmtes über die physiologische Functionsweise der betreffenden Theile geschlossen werden könne.

Endlich haben wir am Schlusse jeder einzelnen Rubrik den Versuch gemacht, auf die durch die mikrochemischen Versuche gewonnenen Ergebnisse eine Anleitung zur allgemeineren chemischen Analyse für jedes einzelne Gewebe zu begründen. Sollten wir uns durch die frühere Darstellung des die Gewebe betreffenden Chemismus noch nicht völlig von der grossen Lückenhaftigkeit unsrer hierauf bezüglichen Kenntnisse überzeugt haben, so dürfte wohl der analytische Anhang uns schlusslich darüber die Augen öffnen, dass wir noch sehr weit davon entfernt sind, die Histochemie in ein rationelles Gewand zu kleiden und den pathologischen Veränderungen der Gewebe eine wissenschaftliche Form zu geben.

Knochengewebe.

Wenn man die Constitution des Knochengewebes nur vom chemischen Gesichtspunkte ohne Berücksichtigung der histologischen Conformation in Betracht ziehen wollte, so würde man kaum eine annähernd richtige Anschauung von der Knochensubstanz erhalten. Wir müssen uns daher zuvörderst daran erinnern, dass diese früher zu den einfachen Geweben gerechnete Substanz nicht nur eine ziemlich verschiedene, son-

dem auch complicirte Textur hat, in welche, ebenso wie in die Gewebe höherer Ordnung, Gefässe und Nerven eintreten, und in welcher gleichwie in andern Geweben, Nährstoff oder Plasma und verbrauchtes Material sich begegnen. Ohne näher auf den feinern Bau des Knochengewebes einzugehen, müssen wir wenigstens daran erinnern, dass die Knochensubstanz, geböre sie den platten oder den langen Knochen an, von verschiedenen Höhlen und Canälen durchzogen ist, welche im frischen Knochen nicht leer sind und im getrockneten wenigstens die nicht flüchtigen Bestandtheile ihres frühern Inhalts noch einschliessen. Diese Höhlen der Knochen sind nicht etwa blos diejenigen, welche wir mit blossen Augen an denselben wahrnehmen können, d. h. die grosse Markhöhle der Mittelstücke der Röhrenknochen und die zellenförmigen Räume spongiöser Knochen und Knochentheile, so wie etwa die sog. *foramina nutritia*; wir finden ausser diesen auf den ersten Blick erkennbaren Unterbrechungen der Continuität sogar noch zwei verschiedene Arten von feinern und feinsten, die eigentliche Knochensubstanz durchziehenden Canälchen. Die minder feinen dieser Canälchen (durchschnittlich 0,04 bis 0,05^{mm} im Durchmesser, *Kölliker*¹⁾, welche man gewöhnlich *Haversische Canäle* oder *Markcanälchen* nennt, durchziehen netzförmig vorzugsweise den compacteren Theil der Knochen, und münden, vielfach unter einander anastomosirend, theils in die grosse Markhöhle der langen Knochen und in die zellenförmigen Markräume der spongiösen, theils auf der Oberfläche der Knochen nach deren Periosteum hin. Die Substanz aber, welche diese Hohlräume umschliesst, ist keineswegs als Grundsubstanz der Knochen, als vollkommenes Continuum zu betrachten; denn darin findet sich eine dritte Gruppe von Canälchen, durch welche der Knochen in eine durchaus poröse Substanz verwandelt wird. Diese Canälchen sind jene Theile, die man früher als eigenthümliche morphologische Elemente des Knochengewebes betrachtete, nämlich die sog. *Knochenkörperchen* und *Ductuli chalikophori*, d. s. hohle Räume, die in ausgetrockneten Knochenschliffen unter dem Mikroskop bei durchfallendem Lichte ihrer schwarzen Farbe oder vielmehr ihrer Undurchsichtigkeit halber so sehr hervortreten. Durch diese länglich linsenförmigen Knochenhöhlen (mittlere Länge = 0,04^{mm} mittlere Breite = 0,004^{mm}, mittlere Dicke = 0,003^{mm} *Kölliker*²⁾) und ihre zahllosen unter einander communicirenden Ausläufer (d. h. die oben erwähnten Ductuli oder Canaliculi chalikophori) wird die Grundsubstanz der Knochen zu einer der porösesten Materien.

Alle diese Hohlräume, die wir in macerirten und getrockneten Knochen finden, sind im frischen Knochen mit verschiedenen Gewebstheilen und Materien ausgefüllt, Stoffen, welche der Grundsubstanz der Knochen, also dem eigentlichen Objecte der chemischen Untersuchung, nicht angehören. Bekannt ist, dass die grossen cylindrischen Höhlen der Röhren-

1) *Kölliker*, Mikrosk. Anatomie. Bd. 2, S. 278.

2) *Ders.*, a. a. O. S. 291.

knochen von dem sog. Knochenmark, wovon noch weiter unten die Rede sein wird, erfüllt sind; das Mark erstreckt sich auch in die grösseren zellenartigen Höhlen der Gelenktheile (Apophysen) der Röhrenknochen und ist in den Hohlräumen der spongiösen Substanz der platten und kurzen Knochen enthalten, nicht aber in der dichten Rindensubstanz der Knochen; es dringt daher auch nicht in die nur dort befindlichen Haversischen Canälchen ein. Während im Mark neben dem eigentlichen Markstoffe etwas Bindegewebe und einige Gefässe enthalten sind, treten in jene Canälchen nur Blutgefässe und denselben angehörige Nerven ein.

Was die Knochenkörperchen und deren Ausläufer betrifft, so war man bis auf die neueste Zeit der Ansicht, das sie, wie schon ihre technische Benennung besagt, wesentlich aus Kalksalzen beständen oder wenigstens mit solchen erfüllt seien. Dieser Irrthum, den erst *Bruns* und *Bowman*, besonders aber *Kölliker* aufgeklärt haben, war um so leichter möglich, als einerseits jene luftartigen Räume die Lichtstrahlen bei ihrem Austreten aus der Grundsubstanz der Knochen in diese Höhlen so brechen, dass diese Theile selbst wegen der Ablenkung der Strahlen vollkommen dunkel erscheinen und sie somit undurchsichtigen Theilen gleichen, wie wir sie (nur in anderer Form) sehr oft in pathologischen Concrementen finden, als aber auch andererseits diese hohlen Räume und Gänge sich nur schwierig und äusserst langsam durch Flüssigkeiten (am besten noch durch Oele oder Balsame) ausfüllen lassen.

Dass diese Knochenkörperchen und ihre Ausläufer nicht einfache Aushöhlungen des Knochens darstellen, sondern von einer Membran umgeben sind, hat nach *Virchow* und *Donders* neuerdings *Hoppe*¹⁾ dadurch sehr wahrscheinlich gemacht, dass durch längeres Kochen von Knochenstücken (namentlich der Hautknochen vom Stör) nach Lösung der Grundsubstanz die Knochenkörperchen sammt ihren Ausläufern vollkommen erhalten übrig bleiben. *Drummond*²⁾ nimmt, wie früher *Kölliker*, in den Knochenkörperchen einen Kern als constanten Bestandtheil derselben an.

Am leichtesten kann man sich von der Hohlheit der Knochenkörperchen und ihrer Ausläufer überzeugen, wenn man einen dünnen, mehr langen als breiten Knochenschliff, in welchem nach vollkommener Austrocknung jene Theile sich am deutlichsten darstellen, von der langen Seite her mit etwas reinem Terpentin oder canadischem Balsam berührt und gleichzeitig durch das Mikroskop beobachtet; man sieht dann sehr allmählig die dunkeln Knochenhöhlen sammt ihren Ausläufern licht werden, indem sie langsam die angewendete Substanz aufsaugen und so ihr starkes Ablenkungsvermögen für die Lichtstrahlen verlieren.

Diese kleinsten Knochenhöhlen oder Knochenporen enthalten in der frischen, feuchten Substanz keineswegs Luft, sondern sie müssen mit einer Flüssigkeit erfüllt sein, deren lichtbrechende Kraft nicht sehr verschieden von der der Grundsubstanz des Knochens ist, wie aus der Untersuchung frischer oder stark durchfeuchteter Knochensubstanz hervor-

1) *Hoppe*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 5, S. 176.

2) *Drummond*, Monthly Journ. March. p. 285.

geht; an eine Ablagerung von Kalksalzen in denselben ist daher nicht zu denken. Der Inhalt dieser Poren und Hohlräume frischer Knochen ist zur Zeit noch nicht untersucht worden; es drängt sich aber gewiss Jedem hierbei der Gedanke auf, dass dieses System von feinsten Höhlungen, da es mit den Haversischen Canälen, den Gefässhöhlen der Knochen, allseitig communicirt, die Transsudate der Gefässe, d. h. die Ernährungsflüssigkeit in sich aufnimmt und die verbrauchten Gewebstheile in Lösung wieder den Haversischen Canälen zuführt. Gelingt es (was keineswegs unmöglich), aus diesen Canälchen den Inhalt möglichst rein hervorzuziehen, so würden wir auf diese Weise Gelegenheit erhalten, ein vollkommen physiologisches Plasma chemisch untersuchen zu können.

Wir ersehen aus dieser kurzen Erinnerung an die verschiedenen Höhlensysteme, welche die Knochen durchziehen, und an die Verschiedenartigkeit ihres Inhalts, dass wir, selbst wenn lange und vollständig macerirte Knochen der chemischen Untersuchung unterworfen werden, neben der eigentlichen Knochensubstanz doch immer noch andre Materien, die Reste des Inhalts jener Canäle, im Object vor uns haben werden.

Es fragt sich aber immer noch, ehe wir zur chemischen Betrachtung der Knochen übergehen können: ist die eigentliche Grundsubstanz (abgesehen von dem Inhalte jener Canäle) eine durchaus homogene Masse, d. h. eine solche, die sich morphologisch als ein vollkommen gleichartiges Continuum und chemisch als eine vollkommen gleich gemischte Materie, d. h. als chemische Verbindung gewisser näherer Bestandtheile ausweist.

Die Grundsubstanz der Knochen zeigt sich bei sorgfältiger mikroskopischer Untersuchung keineswegs vollkommen homogen. Zunächst tritt bei der Betrachtung guter Querschliffe eine Anzahl concentrischer Kreise vor Augen, welche das Lumen jedes Haversischen Canälchens umgeben; die Kreise sind wahrhafte Lamellen von 0,002 bis 0,005''' Dicke (*Kölliker*¹⁾). Ausser diesen den Haversischen Canälen angehörenden Lamellen findet sich noch ein allgemeines System solcher Platten, welche der äussern und innern Oberfläche des Knochens entsprechen und dieser parallel sind (*Kölliker's* Grundlamellen). Diesen gesellen sich noch hie und da im Innern des Knochens zwischen den Lamellen der Haversischen Canäle isolirte Gruppen unter einander paralleler Lamellen bei (*Kölliker's* interstitielle Lamellen). Die letzteren treten deutlicher hervor in vorsichtig mit verdünnter Salzsäure behandelten Knochenschliffen, sind aber auch noch erkennbar in eingeäscherten Knochen. Allein auch die einzelnen Lamellen sind, abgesehen von den in ihnen befindlichen feinsten Canälchen (den Knochenkörperchen mit ihren Ausläufern), noch keineswegs homogen; man bemerkt nämlich in ihnen eine äusserst feine Punktirung, herrührend von unzähligen blassen Körnchen von ziemlich gleicher Grösse (nach *Kölliker* = 0,0002"). *Kölliker* ist nicht abgeneigt, diese Körnchen

1) *Kölliker*, a. a. O. S. 288.

für identisch mit jenen eckigen Körperchen zu halten, welche *Tomes* in den Fragmenten eingäscherter und zerdrückter Knochen fand, und findet es nicht unwahrscheinlich, dass das eigentliche Knochengewebe oder die Grundsubstanz der Knochen aus nichts als einem innigen Gemenge fest unter einander verbundener Körnchen bestehe. Bestätigt sich diese Vermuthung durch fernere Untersuchungen, so ist doch wohl die Zusammenlagerung jener Körnchen ohne eine Zwischensubstanz nicht wohl denkbar. Sollte sich aber auch diese Ansicht über die feinste Structur der Knochen- substanz nicht bestätigen, so würde doch immer das granulirte Aussehen gegen die Homogenität der Knochensubstanz sprechen.

Gleich dem physikalischen Verhalten der Knochensubstanz deutet auch das chemische darauf hin, dass zwar in den feinsten Theilen derselben eine sehr innige Mengung, aber nicht eine wahrhafte Mischung (eine chemische Verbindung) in einer gleichartigen Substanz statt habe. Aus der eben angeführten Erfahrung *Hoppe's* lässt sich schliessen, dass die Knochenkörperchen und ihre Ausläufer von einer eiweissartigen, in kochendem Wasser nicht löslichen Membran umgeben sind.

Es ist ferner eine längst bekannte Thatsache, dass durch verdünnte Säuren fast alle erdigen Bestandtheile aus dem Knochen ausgezogen werden können, ohne dass derselbe seine Form oder selbst seine feinere Structur verliert; ebenso unverändert bleiben Form und Structur des Knochens, wenn man demselben sei es durch Calcination oder durch vorsichtiges Kochen mit verdünnten Alkalien die organische Materie entzieht. Diese beiden Thatsachen möchten auf den ersten Blick für die Homogenität der Knochensubstanz und für die wahrhaft chemische Verbindung der organischen und anorganischen Materie derselben zu sprechen scheinen: allein erwägt man, dass die bisherigen, so sehr zahlreichen Analysen der Knochen auch nicht von fern an eine bestimmte Proportion zwischen organischer und anorganischer Materie denken liessen, dass diese dagegen in den mannigfachsten Verhältnissen je nach den physiologischen Bedingungen gefunden wurde, dass selbst durch die schwächsten Agentien, z. B. Kochen mit Wasser im Papinianischen Digestor oder mit äusserst verdünnter Kalilauge, die Knorpelsubstanz den Knochen entzogen werden kann: so hat man wenigstens Grund daran zu zweifeln, dass die Grundsubstanz der Knochen eine chemische Verbindung von erdiger und organischer Materie sei. In diesem Zweifel wird man aber noch bestärkt durch das Verblässen oder gänzliche Verschwinden jener feinen Punktirung in der mit verdünnter Salzsäure behandelten Knochensubstanz.

Was die qualitative Zusammensetzung der Knochensubstanz oder vielmehr der Knochen im Allgemeinen betrifft, so ist bereits im ersten Theile dieses Werks von den einzelnen Bestandtheilen die Rede gewesen; wir erinnern daher hier nur daran, dass die wesentlichsten organischen Bestandtheile der Knochen glutgebende Knorpelsubstanz (Th. 1, S. 375) und Fett (Th. 1, S. 235) sind, die anorganischen dagegen phosphorsaurer Kalk (ebend. S. 390), phosphorsaure Talkerde (ebend. S. 397), kohlen-

saurer Kalk (ebend. S. 394) und Fluorcalcium (ebend. S. 399). Ausser diesen Hauptbestandtheilen kommen in den Knochen auch noch einige Stoffe vor, welche mehr als zufällige (d. h. unwesentliche) Bestandtheile der Knochensubstanz zu betrachten sind. So dürfte das schwefelsaure Alkali vielleicht selbst in den von *Bibra* (vergl. dieses Werk Th. 1, S. 114) angeführten Fällen grossentheils erst das Product des Einäscherns der Knochen sein. Rücksichtlich der andern löslichen Salze, die man selbst aus dem Pulver frischer, entfetteter Knochen durch Wasser oder Saurius ausgezogen hat, liegen keine Untersuchungen vor, welche entscheidend für die Frage wären, ob z. B. Chlornatrium, kohlensaures Natrium u. dgl. wenigstens zum Theil der Grundsubstanz des Knochens eigenenthümlich sind, oder ob diese nur dem aus den Knochen nie vollständig entfernten Roste oder dem flüssigen Inhalte der Knochenkörperchen und deren Canälen angehören. Ganz dasselbe gilt auch von den organischen Stoffen, die durch Digestion von Knochenpulver mit Wasser oder mehr aber noch durch verdünnte Salzsäure (neben den organischen Säuren aus diesem Gewebe extrahirt werden. Selbst das Fett, welches zu einem Theil den Hauptbestandtheilen des Knochens beigezählt wird, dürfte in der Grundsubstanz des Knochens nur in äusserst geringer Menge vorkommen. Denn jene 1 bis 3 Procent Fett, die man in frischen Knochen, ja sogar macerirten Knochen gefunden hat, dürften nur aus den Höhlen des spongiösen Theils der Knochen, also aus den Markcanälen und zum geringsten Theile von der Grundsubstanz des Knochens herabkömmt; geht doch nach den Untersuchungen der genannten Forscher das Mark nicht mit in die sog. Markcanälchen oder Markcanäle der compacten Knochensubstanz über. Sonach dürfte die bisherige Ansicht über die Constitution von deren Grundsubstanz

die Knochenknorpel, erhalten durch längere Digestion mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure, bildet im feuchten Zustande eine weiche, gelblich durchscheinende Substanz, welche die Gestalt des Körpers oder Knochenstücks besitzt, von dem sie herkömmt. Beim Trocknen wird sie sehr hart und dabei nur wenig vermindert. Wenn sie mit saurehaltigem Wasser so oft extrahirt worden, bis kein Kalk mehr aufgelöst findet, so hinterlässt der Rückstand beim Verbrennen sehr wenig oder nur eine Spur von Asche. Wie schon erwähnt worden, dass weder *Marchand* noch *von Bibra* einen Unterschied in der elementaren Zusammensetzung dieser Knorpelsubstanz und des aus ihr oder aus Sehnen oder Bindegewebe hervorgehenden Glutins haben nachweisen können. Die Analysen der völlig reinen Substanz des Knochenknorpels und des Glutins stimmen so überein, dass man trotz ihres ziemlich hohen Atomgewichts diese Substanzen wo nicht für isomer, doch für polymer annehmen darf, weil man in ersterer constant etwas Schwefel findet, der

im Glutin vermisst wird. *Bibra*¹⁾ hat die interessante Beobachtung gemacht, dass in fossilen Knochen, deren organische Substanz sich noch erhalten hat, der Knorpel in eine glutinähnliche Substanz oder in wahres Glutin umgewandelt ist. Wurden nämlich solche Knochen von erdigen Bestandtheilen auf die gebräuchliche Weise befreit, so zerflossen die rückständigen Knorpel schon bei einer Temperatur von 37 bis 40° in eine durchaus leimähnliche Masse, die in Wasser zu einer zitternden Gallerte aufquoll. Ein solches Verhalten wurde von *Bibra* jedoch nur bei wahrhaft fossilen Knochen beobachtet, nicht aber bei solchen, die aus antiken Gräbern entlehnt waren. Von der Beschaffenheit der Knorpelsubstanz in den Knochen vor der eigentlichen Ossification wird erst weiter unten bei Betrachtung der Knorpelmaterie die Rede sein. In der Knorpelsubstanz krankhaft veränderter Knochen haben weder *Bibra*²⁾ noch *Ragsky*³⁾ noch Andre eine wesentliche Veränderung vorgefunden; in allen Fällen verwandelte sich der Knorpel beim Kochen mit Wasser in eine dem Glutin vollkommen gleichende Substanz.

Da wir über die einzelnen Mineralbestandtheile der Knochen und deren wechselnde Mengen im ersten Theile schon ausführlicher gehandelt haben, so sei hier zur bessern Vergegenwärtigung des Ganzen nur ein aus den besten Analysen der compacten Knochensubstanz entlehntes Schema über die Constitution derselben vor Augen geführt:

Phosphorsaurer Kalk . . .	57
Kohlensaurer Kalk	8
Fluorcalcium	4
Phosphorsaure Talkerde . .	4
Mineralbestandtheile . . .	67
Knorpelsubstanz	33
	400

Die Schwankungen in den Verhältnissen der einzelnen Knochenbestandtheile, wie wir dieselben bereits im ersten Theile angeführt haben, sind selbst unter physiologischen Verhältnissen nicht unbedeutend. Besonders interessant sind die Differenzen, welche die verschiedenen Knochen eines und desselben Individuums zeigen. Hierüber hat insbesondere von *Bibra* in seiner vortrefflichen Bearbeitung der Knochen die bündigsten Aufschlüsse gegeben. Rücksichtlich des Verhältnisses zwischen organischer und anorganischer Materie hat nächst *Bibra* besonders *Rees* nachgewiesen, dass die Knochen der Extremitäten im Allgemeinen reicher an Erden sind, als die des Rumpfes, und unter erstern wieder die des Humerus und des Femur etwas mehr davon enthalten, als die übrigen Röhrenknochen; die Schädelknochen kommen rücksichtlich des Gehaltes an Erden den Röhrenknochen ziemlich gleich, während

1) Von *Bibra*, Knochen und Zähne. Schweinfurt 1844. S. 399.

2) Ders., ebendas. S. 319.

3) *Ragsky*, Rokitansky's pathol. Anat. Bd. 2, S. 115.

Erwachsenen und Greises, während *v. Bibra* in den Knochen junger Thiere durchschnittlich weit weniger Kalkcarbonat vorfand. Bei mehreren sehr jungen Individuen fand übrigens *v. Bibra* etwas mehr phosphorsaure Talkerde, als in den Knochen älterer. Das Lebensalter hat nach *Bibra's* Erfahrungen keinen wesentlichen Einfluss auf den Fettgehalt der Knochen.

Dass unter physiologischen Verhältnissen auch die Nahrung einigen Einfluss auf die Constitution der Knochen ausübt, ist nicht wohl in Abrede zu stellen; denn dafür sprechen nicht blos die Th. 4, S. 290 angeführten) Versuche *Chossat's* und *v. Bibra's*²⁾, sondern auch insbesondere des letztern Untersuchungen der Knochen verschiedener Thierclassen.

Leider ist selbst nach den zahlreichen Untersuchungen *v. Bibra's* und *Stark's* über den Knorpelgehalt der Knochen von Säugethieren nach deren verschiedener Nahrung kein durchgreifender Unterschied gefunden worden, wogegen sich in der Zusammensetzung der anorganischen Bestandtheile wesentliche Differenzen herauszustellen scheinen. Die pflanzenfressenden Säugethiere führen in ihren Knochen durchschnittlich etwas mehr kohlen-sauren Kalk, als die fleischfressenden; besonders reich an diesem Salze fand *v. Bibra* die Knochen (stets wurde das Femur zur Vergleichsanalyse verwendet) der Pachydermen und Cetaceen. Rücksichtlich des Fettgehaltes der Knochen haben sich zwischen Fleischfressern und Pflanzenfressern keine erheblichen Unterschiede ergeben; doch fand *v. Bibra* den Fettgehalt der Pferdeknochen denen anderer Thiere gegenüber ausserordentlich gross. Fette Thiere enthalten gewöhnlich auch mehr ölige Materie in den Knochen, als magere, und daher fand man auch in den Knochen winterschlafender Thiere vor dem Winterschlaf erheblich mehr Fett als nach demselben. Nach den Untersuchungen *Stark's* sind endlich die menschlichen Knochen reicher an Wasser, als die irgend eines andern Säugethiers.

In den Knochen der Vögel fand *v. Bibra* fast durchgängig mehr Knochenerde, als in denen der Säugethiere; unter jenen sind die der Scharrvögel am reichsten an Mineralstoffen (im Mittel = 75,8%; ja in *Columba Turtur* steigt der Gehalt der Knochen an Erden auf 84,3%). Die Knochen der fleischfressenden Vögel sind durchschnittlich nur wenig reicher an erdigen Bestandtheilen, als die der Säugethiere. Im Allgemeinen enthalten die Knochen der Vögel relativ zum phosphorsauren Kalk mehr kohlen-sauren Kalk, als die der Säugethiere. Auch an Fett sind die Vögelknochen durchschnittlich etwas reicher als die der Säugethiere, und zwar die der körnerfressenden, und besonders der Wasservögel reicher, als die der fleischfressenden. Nach *Stark* enthalten die Knochen der Vögel mehr Wasser als die der Säugethiere. Uebrigens findet sich in den Knochen der körnerfressenden Vögel etwas mehr Kieselsäure, als sonst in den Knochen vorzukommen pflegt.

1) *v. Bibra*, a. a. O. S. 47 ff.

übermässigen Wucherung des Knochenmarkes oder von einfacher Atrophie des Knochengewebes, d. h. dem Schwunde der oben erwähnten concentrischen Knochenlamellen von den Haversischen Canälchen aus. Man darf sich ferner nicht wundern, dass wir über die chemische Constitution der Osteosklerosen noch so wenig unterrichtet sind; denn neben den Arbeiten von *Ragsky*¹⁾, *v. Bibra*²⁾, *Schlossberger*³⁾, *Gerster*⁴⁾, *Gruber* und *Baumert*⁵⁾, *C. Schmidt*⁶⁾ und *C. O. Weber*⁷⁾ finden wir nur wenig chemische Untersuchungen, welche gleichzeitig Rechenschaft ablegen über die pathologisch-anatomischen Verhältnisse, aus denen das untersuchte Object hervorgegangen war. Es ist daher auch bei dem Mangel einer genauern Geschichte des pathologischen Processes aus den sonst so zahlreichen Analysen krankhafter Knochen um so weniger zu schliessen, als diese in der grossen Mehrzahl der Fälle nur wenig auffällige Unterschiede in der Zusammensetzung selbst sehr verschieden benannter, krankhafter Knochen ergeben haben. Dazu kommt noch, dass die Vorbereitung der fraglichen Knochen zur Analyse und die Analysen selbst auf zu verschiedene Weise ausgeführt wurden, als dass die erlangten Resultate unter einander vergleichsfähig wären.

Fragen wir speciell nach den Ergebnissen so zahlreicher Arbeiten, so stellt sich zunächst im Allgemeinen der schon durch *v. Bibra* ausgesprochene Satz heraus: dass fast bei allen pathologischen die Knochen betreffenden Processen die mineralischen Stoffe früher und in grösserer Menge dem Gewebe entzogen werden, als die organische Materie; in fast allen erkrankten Knochen wurde eine relative Zunahme der Knorpelsubstanz beobachtet. Die Knochenerde wird nicht nur früher aus bereits gebildeten Knochen bei krankhaften Zuständen entfernt, sondern sie lagert sich auch nach überstandenen Krankheiten später in denselben wieder ab. Das letztere zeigt sich sogar noch in der Zusammensetzung der sog. Sklerosen; ein Knochen oder eine Knochenparthie trägt oft schon die verschiedensten physikalischen Charaktere der Sklerose an sich und doch hat der Erdgehalt des Knochens noch lange nicht das normale Mittel erreicht. Es ist nämlich ein Irrthum, wenn man geglaubt hat, dass im sklerosirten Knochen mehr Erden und weniger Knorpelmaterie enthalten sei, als im normalen. Richtig ist nur, dass in der consecutiven Sklerose, d. h. nach Osteoporose oder Osteomalacie der Knochen allmählig wieder Erden aufnimmt, jedoch nicht immer soviel, um das normale Verhältniss zwischen organischer und anorganischer Materie zu erreichen. Mehr geht wenigstens aus *Ragsky's* und *Baumert's* Analysen nicht hervor.

1) *Ragsky*, Rokitansky's Handb. d. pathol. Anat. Bd. 2, S. 204—205.

2) *v. Bibra*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 6, S. 287—299.

3) *Schlossberger*, ebend. Bd. 8, S. 69—87.

4) *Gerster*, ebend. Bd. 6, S. 142—146.

5) *Gruber* u. *Baumert*, Beitr. z. Anat., Physiol. u. s. w. 2. Abthl. Prag 1847.

6) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 329.

7) *C. O. Weber*, Commentatio paermio ornata. Bonnae 1854.

Die *Knorpelsubstanz* ist in pathologischen Knochen nur höchst selten verändert; die meisten Beobachter erhielten aus dem Knorpel solcher Knochen das gewöhnliche Glutin (nur *Marchand* und der Verf. haben in einigen Fällen aus entschieden rhachitischen Knochen kein wahres Glutin erhalten).

Dem *Fettgehalte* der Knochen ist nur in wenigen Fällen genaue Rechnung getragen worden; doch lässt sich mit *v. Bibra* aus den vorliegenden Analysen wohl soviel schliessen, dass in den meisten Fällen, wo ein Knochen durch Krankheit einen Verlust an Knochenerde, besonders aber zugleich auch an organischen Materien erleidet, eine Vermehrung des Fettgehaltes beobachtet wird.

Eine sehr wichtige Frage, die sich uns bei der Betrachtung der Knochenkrankheiten aufdrängt, ist die, ob in den *Verhältnissen der Mineralbestandtheile* der Knochen constante Veränderungen vor sich gehen, und besonders ob etwa bei der Resorption der Knochenerde an die Stelle des stark basischen Kalkphosphats ein minder basisches trete. Leider sind die meisten der bisher angestellten Analysen krankhafter Knochen keineswegs der Art, dass diese Frage auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit beantwortet werden könnte. In wie seltenen Fällen hat man, nachdem die Knochen gleichmässig zur Analyse vorbereitet waren, den Gehalt des frischen Knochens oder der Knochenerde an kohlen saurem Kalk durch directe Bestimmung der Kohlensäure zu finden gesucht? Ja hat man sich nicht in den meisten Analysen des ältern *Berzelius'schen* Verfahrens zur Bestimmung des Kalkphosphats bedient, wobei man z. B. nie ganz sicher war, ob man wirklich Ca_3P_2 oder Ca_3P zur Wägung gebracht hatte? Wir kommen weiter unten auf die Gründe zu sprechen, weshalb diese und ähnliche Fragen keineswegs so leicht zu erledigen sind, als es auf den ersten Blick wohl scheinen möchte. Nach den vorliegenden Analysen scheint es, als ob der kohlen saure Kalk in entsprechender Proportion mit dem phosphorsauren bei Knochenkrankheiten abnehme und später wieder zunehme; nur in den Osteophyten und Neubildungen von Knochen wird häufiger ein Plus von kohlen saurem Kalk im Verhältniss zu der Zahl desselben Salzes in normalen Knochen gefunden.

Kaum dürfte es nach dem Gesagten wohl nöthig sein, die Constitution der Knochen noch nach den nosologischen Kategorien in Betracht zu ziehen: versuchen wir es indessen, theils um zu zeigen, wie dürftig überhaupt noch unsre Kenntniss dieses Gegenstandes ist, sobald wir uns nicht mit abstracten Diagnosen oder blossen nominellen Bezeichnungen begnügen, sondern die wissenschaftlichen Momente festhalten wollen, theils aber auch, um zu beweisen, dass ohne die volle Berücksichtigung der hier von der Pathologie gebotenen leitenden Maximen dieser Gegenstand selbst nur wenig gefördert werden kann.

Folgen wir der heutigen Richtung der Pathologie, welche fast alle anatomischen Veränderungen der Gewebe und Organe von einem sogenannten Entzündungsprocesse ableitet, so müssten wir damit beginnen, die chemischen Veränderungen zu

studiren, welche parallel den Texturveränderungen der Knochen einhergehen, die von einer Ostitis, Periostitis oder Knochenmarkentzündung hervorgebracht werden. Wenn aber schon die Erfolge einer Ostitis, je nachdem sie durch rein locale Verhältnisse oder sog. spezifische oder allgemeine Krankheiten bedingt ist, je nachdem sie diese oder jene Gruppe von Knochen ergreift, sich äusserst verschieden darstellen; so lässt sich wenigstens a priori schliessen, dass selbst bei ziemlich gleichen Texturveränderungen doch die chemische Constitution der veränderten Knochen keineswegs eine gleiche, ja nicht einmal eine analoge zu sein braucht. Denn es liesse sich z. B. bei einer Osteoporose, die pathologisch in so verschiedenen Affectionen ihren Ursprung haben kann, recht wohl denken, dass je nach diesem ihren Ursprunge das pathologische Product, obgleich morphologisch höchst ähnlich, doch chemisch eine durchaus verschiedene Constitution zeigen müsse. In gewissem Grade beweisen dies schon die bisherigen, obwohl noch so mangelhaften Analysen osteoporotischer Knochen; mehr gilt dies sicher noch für die Caries, deren scharfe Begriffsbestimmung selbst für den pathologischen Anatomen grosse Schwierigkeiten bietet. Fassen wir, wie es die pathologischen Anatomen zu thun pflegen, zuerst den Ausgang der Knochenentzündung in Hypertrophie ins Auge, so haben wir bekanntlich drei Arten von Hyperostose, die morphologisch und zum Theil auch chemisch sehr verschieden von einander sind; die primitive Sklerose, das Osteophyt und die Exostose.

Ueber die primitive Sklerose, deren Zustandekommen man sich gewöhnlich so denkt, dass in der Markhöhle und den Haversischen Canalchen des Knochens ein Exsudat allmählig in Knorpel und endlich in Knochensubstanz übergeht (wodurch das Knochengewebe verdichtet und fast elfenbeinartig wird), besitzen wir von *Ragsky* ein paar Analysen, welche keineswegs eine Vermehrung der Mineralbestandtheile der Knochen ausweisen. Nirgends, auch in der Sklerose nicht, wird im Verhältniss zur organischen Substanz mehr erdige Materie in einem Knochen abgelagert und wie sollte auch bei der primitiven Sklerose eine solche Vermehrung der Mineralstoffe statt haben können? Wenn das Exsudat in Knochensubstanz übergeht, so wird diese neugebildete Substanz anfangs weniger Mineralstoffe enthalten müssen, als der eigentliche Knochen, und deshalb stellt sich auch hier, völlig conform den Analysen, auf das deutlichste heraus, dass in den sklerosirten Knochen öfter noch eine relative Verminderung der Knochenerde als deren normale Zahl gefunden wird. Aus den wenigen Analysen solcher sklerosirter Knochen lässt sich nur noch so viel entnehmen, dass einerseits die organische Grundlage derselben keineswegs von der gewöhnlichen, glutinegebenden Knorpelsubstanz verschieden ist, andererseits aber der kohlen saure Kalk im Verhältniss zum phosphorsauren in erheblicher Zunahme vorhanden ist.

Das Osteophyt ist eine Knochenneubildung auf der Oberfläche des Knochens, daher muss natürlich auch dessen Zusammensetzung sehr verschieden gefunden werden je nach der Dauer, welche das Aftergebilde bereits bestanden hat, d. h. je nach der Entwicklungsstufe, in die es von der ersten Bildung des Exsudats an bereits eingetreten ist. Sowohl bei dem puerperalen Osteophyt (*Kühn*, der Verf.) als bei andern Osteophyten ist in der Mehrzahl der Fälle mehr organische Substanz und mehr kohlen saurer Kalk als in den normalen Knochen gefunden worden. Wie beim Callus (nach *Valentin*), so tritt auch bei dem Osteophyt zuerst mehr kohlen saurer Kalk auf, als in den bereits der Knochensubstanz mehr ähnlichen Producten gefunden wird. Ob Anfangs die Knorpelmaterie, wie im Callus oder noch nicht ossificirten Knochen, beim Kochen Chondrin liefert, ist noch nicht untersucht; im vollkommen verknöcherten Osteophyt ist glutinegebende Knorpelsubstanz enthalten.

Die Analysen der Exostosen leiten uns zu denselben Schlüssen, wie die der Osteophyten (*Lassaigne*).

Osteoporose, d. h. Erweiterung der Markzellen und der Haversischen Canalchen kann auch die Folge einer Knochenentzündung sein, indem das gesetzte Exsudat eine Resorption der Knochenlamellen herbeiführt und so eine Rarefaction

des Gewebes bedingt. Die Osteoporose kann aber nach *Rokitansky* auch herbeigeführt werden durch übermässige Entwicklung des Knochenmarkes, welches in die Knochenkanäle eindringt, die Höhlen erweitert und so das Volumen des afficirten Knochens vergrössert. Endlich kann die Osteoporose auch in Folge hohen Alters oder gewisser Dyskrasien (Arthritis, Syphilis u. s. w.) durch einfache Atrophie mit Resorption der die Knochenkanäle umgebenden Lamellen entstehen und ein äusserst brüchiges Product liefern (Osteopsathyrosis). Bei der chemischen Untersuchung rafficirter Knochen dürfen diese drei Zustände gewiss nicht unberücksichtigt bleiben: allein leider hat man sie bei den bisherigen Untersuchungen nur zu wenig oder gar nicht beachtet. Die Analysen poröser Knochen haben weiter nichts ergeben, als dass im Allgemeinen die Resorption der Mineralstoffe der Knochen auch bei der Osteoporose in reichlicherem Maasse vor sich geht, als die der Knorpelsubstanz, und dass die entstandenen hohlen Räume sich früher oder später vorzüglich mit flüssigem Fett ausfüllen. Man hat aus den Analysen schliessen zu dürfen geglaubt, dass der kohlen saure Kalk in relativ grösserer Menge resorbirt werde, als der phosphorsaure; allein nur aus wenig Analysen wird ein solches Verhältniss ersichtlich, und bei diesem ist es fraglich, welcher Art von Osteoporose das untersuchte Knochenstück unterlegen war. In den Fällen, wo man den Knorpel solcher Knochen auf Leim untersucht hat, wurde Glutin gefunden, war also die Knorpelsubstanz ihrer chemischen Constitution nach unverändert geblieben.

Mehr, als mit der Osteoporose, hat man sich chemischer Seits mit der Osteomalacie beschäftigt. Bekanntlich müssen aber auch hier die Osteomalacie des kindlichen Alters, d. h. die *Rhachitis* und die *Knochenerweichung der Erwachsenen* aus einander gehalten werden. Was zunächst die eigentliche Rhachitis betrifft, so sind wir trotz der Analysen von *Marchand*¹⁾, *v. Bibra*²⁾, *Davy*, *Ragsky* und von *mir*³⁾ noch keineswegs zu einiger Klarheit über den pathologischen Process, ja selbst nicht einmal über den einfachen pathologischen Befund gelangt. Nur in dem Ergebnisse stimmen alle Analysen überein, dass die Rhachitis eine erhebliche Verminderung der Mineralbestandtheile der Knochen bedinge: allein ob diese Verminderung nicht zum Theil auch eine relative sei, nur bedingt durch Vermehrung der Knorpelmaterie, ist eine noch keineswegs zur Entscheidung gebrachte Frage. Dass indessen der rhachitische Process mit einer wahren Hypertrophie des Knochenknorpels verbunden sei, wie manche pathologische Analomen annehmen, ist zur Zeit wenigstens sehr unwahrscheinlich; untersucht man nämlich nur einigermaassen macerirte und entfettete rhachitische Knochen in Schlifften mikroskopisch, so bemerkt man die Haversischen Canälchen und Knochenhöhlen (Knochenkörperchen) nicht ausgefüllt mit organischer Materie, sondern entleert oder erweitert; berechnet man freilich die Analyse eines nicht gehörig macerirten und alles Fett (und die in die Markcanälchen ergossene, gallertartige Substanz) enthaltenden Knochens auf 100 Th., so wird sich allerdings ein absolutes Plus für die organischen Bestandtheile (und ein relatives Minus für die anorganischen) herausstellen: allein eine Knorpelhypertrophie wird dadurch nicht erwiesen. Die letztere ist mikroskopisch und chemisch nur in solchen rhachitischen Knochen nachzuweisen, welche der Heilung und zwar durch Sklerose entgegen gehen; nur in solchem Falle wird eine absolute Vermehrung des Knorpels erkennbar, keineswegs aber im Höhestadium des eigentlichen rhachitischen Processes. Nicht die Knochenerweichung, sondern die Osteosklerose (und zwar hauptsächlich die consecutive nach Rhachitis, wie nach Osteoporose) ist auf Hypertrophie der Knorpelmaterie begründet. Was die Natur der Knorpelsubstanz in der Rhachitis betrifft, so ist diese gewöhnlich durchaus nicht verändert; nur *Marchand* und *ich* haben Fälle von sehr ausgebildeten rhachitischen Leiden beobachtet, wo

1) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 27, S. 92.

2) *v. Bibra*, a. a. O. S. 294.

3) *Lehmann*, Schmid's Jahrb. der ges. Med. Bd. 38, S. 280.

aus den erkrankten Knochen kein Glutin erhalten werden konnte (durch sehr langes Kochen erhielt ich ein wenig gelatinirende Substanz, welche einige Reactionen auf Chondrin gab). Die genauere Bestimmung der Verhältnisse der erdigen Bestandtheile rhachitischer Knochen zu einander dürfte um so wichtiger sein, als man aus diesen Schlüsse auf andre Prozesse und auf das Wesen der Rhachitis selbst ziehen zu dürfen glaubt. Der kohlen-saure Kalk nimmt nach mehreren Analysen ziemlich proportional den phosphorsauren Erden ab, allein in andern Analysen (namentlich denen von *Marchand* und *mir*) ist die Verhältnisszahl für den kohlen-sauren Kalk höher, als die normale Proportion ergeben würde. Da sonach der phosphorsaure Kalk oft in grösserer Menge aus den Knochen entfernt wird, so kann der rhachitische Process nicht füglich durch ein Auftreten freier Säure bedingt werden, wie man dies aus der einzigen Beobachtung von *Marchand* schliessen zu dürfen geglaubt hat. Der Erwartung, dass der kohlen-saure Kalk zuerst aus den Knochen entfernt werde, widersprechen aber nicht blos die Analysen, sondern auch das gegen blaues Lackmus ganz indifferente Verhalten entschieden rhachitischer Knochen. Zuweilen findet man in der Asche solcher Knochen mehr kohlen-sauren Kalk, als sich aus der directen Bestimmung der Kohlen-säure in den frischen (nur entfetteten) Knochen berechnen lässt; ein Theil des Kalks musste daher an eine organische Säure gebunden sein: allein dies braucht nicht Milchsäure gewesen zu sein, es kann eine Fettsäure oder andre Substanz den Kalk gebunden haben. Aus dem häufigen Vorkommen freier Harnsäure, Milchsäure und oxalsäuren Kalks im Harn rhachitischer Kinder darf sicher nicht auf die Existenz einer sogenannten milchsäuren Diathese oder Dyskrasie geschlossen werden; wir werden sogleich sehen, dass eher noch bei der Osteomalacie der Erwachsenen Gründe für eine solche Hypothese geltend gemacht werden könnten. Ob etwa der basisch phosphorsaure Kalk der Knochen bei Rhachitis in das $\frac{3}{4}$ basische Salz umgewandelt werde, ist eine Frage, die noch in genauern, directen Untersuchungen ihrer Beantwortung entgegensteht.

Die *Kraniotabes* (*Elsässer*) ist wohl nichts andres als Rhachitis, die während des Säuglingsalters im Hinterhauptsbeine und höchstens den Scheitelbeinen sich localisirt; wir würden ihrer daher nicht besonders Erwähnung thun, wenn wir nicht von *Schlossberger*¹⁾ über diesen Gegenstand eine vortreffliche Untersuchung besässen, welche allen spätern ähnlichen Forschungen als Beispiel dienen kann. *Schlossberger* sah, nachdem er im gesunden Hinterhauptsbeine von Kindern innerhalb des ersten Lebensjahres ungefähr 63% Mineralstoffe gefunden hatte, diese in den einfach verdünnten Knochenparthien auf 51% und in der verdickten und zugleich spongiös erweichten auf 40 ja sogar bis auf 28% herabsinken; den kohlen-sauren Kalk fand er in normaler oder nur wenig verminderter Menge, den Knorpel in so fern nicht erkrankt, als er beim Kochen gewöhnliches Glutin lieferte, den Fettgehalt aber (im Gegensatz zu den rhachitischen Knochen des spätern Kindesalters) gar nicht oder nur höchst unbedeutend erhöht.

Die *Osteomalacie der Erwachsenen*, welche bekanntlich in einer Osteoporose mit Volumenverminderung der Knochen und Ausfüllung der erweiterten und neuentstandenen Hohlräume mit flüssigem Fett besteht, könnte eher noch als die Rhachitis von einer übermässigen Säurebildung im Organismus abgeleitet werden; indessen fehlt uns über diese merkwürdige Krankheit und ihre Producte noch eine so gut durchgeführte Untersuchung, wie die oben erwähnte *Schlossberger's* über *Kraniotabes*. (*Bostock*²⁾, *Prösch*³⁾, *Bogner*⁴⁾, der Verf.⁵⁾, v. *Bibra*, *Ragsky*, *Gerster*⁶⁾, C.

1) *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 8, F. 69—87.

2) *Bostock*, Simon's medic. Ch. Bd. 2, S. 506.

3) *Prösch*, Comment. inaug. de osteom. adult. Heidelberg. 1835.

4) *Bogner*, Valentin's Repert. 1842. S. 294.

5) *Lehmann*, a. o. a. O.

6) *Gerster*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 7, S. 142—146.

Schmidt¹⁾ und Weber²⁾ haben dergleichen Knochen untersucht. Bei keiner der bisher erwähnten Knochenkrankheiten nimmt der Erdgehalt der Knochen in dem Grade ab, als bei dieser; allein die physikalische Untersuchung zeigt, dass auch ein grosser Theil der Knorpelmaterie mit zu Grunde geht; dabei schwimmt gleichsam das brüchliche Netzwerk von noch rückständiger Knochenmasse in dünnflüssigem Fett, dessen Menge bis auf 20 und 30% steigen kann. Die Knochensubstanz, die man aus solchen Knochen erhält, giebt zuweilen noch beim Kochen Glutin, allein wenn die Knochen bereits sehr zertrümmert sind, ist aus der organischen Materie durchaus keine gelatinisirende, dem Glutin oder Chondrin ähnliche Materie zu erhalten. Das Fett solcher Knochen habe ich nicht phosphorhaltig gefunden, wie Nasse³⁾ das gewöhnlicher Knochen. C. Schmidt wies in der Flüssigkeit der Röhrenknochen die Gegenwart freier Milchsäure auf das entschiedenste nach; die Flüssigkeit, welche man in solchen Knochen findet, ist sehr oft, jedoch keineswegs immer, von saurer Reaction; wenn auch zuweilen der reichliche Fettgehalt die Einwirkung auf Lackmus hindern mag, so habe ich doch an demselben Individuum osteomalacische Knochen beobachtet, von denen einige (Femur und Tibia) saure Reaction zeigten, andere dagegen (Rippen u. Beckenknochen) auch bei geringerer Fetthanäufung nicht eine Spur von Säure wahrnehmen liessen. Daher darf wohl auch hier die Knochenresorption nicht von dem Auftreten freier Milchsäure oder Fettsäure abgeleitet werden, wenn man nicht direct beobachteten Thatsachen geradezu widersprechen will. Die Milchsäure mag wohl erst auftreten, wenn bereits aus den Trümmern der Knochen sich ein chemischer Process entwickelt, der eine Säurebildung herbeiführt, wie sie von Gerster, Schmidt und Weber in vollkommen zerstörten Knochen gefunden worden ist. Dass auch das Auftreten des Fettes im Knochen nicht primär auf dessen Zerstörung einwirke, sondern nur secundär, wie überall, wo dem Zellgewebe weniger zugängliche Hohlräume im Organismus sich bilden, in den spongios gewordenen Theilen auftritt, ist ebensowohl nach der anatomischen Untersuchung als der Analyse des individuellen Krankheitsprocesses mehr als wahrscheinlich. Der Abnahme der Mineralstoffe erreicht in ihrem Verhältniss zu der Knorpelsubstanz in dieser Osteomalacie einen sehr hohen Grad: dies stellt sich namentlich heraus, wenn man bei Berechnung der Analysen von dem Fettgehalte absieht. Merkwürdig ist, dass trotz der sauren Reaction des die Knochen durchdränkenden Saftes doch in den macerirten und entfetteten Knochen neben phosphorsaurem Kalk sich kohlensaurer Kalk vorfindet, ja dass dieser selbst im Verhältniss zum phosphorsauren Salze weniger abgenommen zu haben scheint, als dieser. Weiter ist bei jenen Knochen enthalten kohlensaures Kalzphosphat Rückstich genommen hat, er hat neben kohlensaurem Kalk⁴⁾ noch phosphorsauren Kalk und fand, dass durch die freie Säure des Kalzphosphat des normalen Knochens Ca_3P_2 in Säure verwandelt werden ist. Sollte sich diese interessante Thatsache durch weitere Untersuchungen bestätigen, so würde es immer sehr merkwürdig, dass in frischen Knochen neben freier Säure so viel kohlensaurer Kalk bestehen kann. Wichtig ist es, dass das was wir hier unter dem Namen Osteomalacie verstehen müssen, noch in zwei verschiedene Prozesse zerlegt werden muss. Einerseits ist nämlich in neueren Untersuchungen überlassen worden, ob der eigentliche Process wahr mehrere Grade spreche, mit dem osteomalacischen wirklich zusammenhängt. Diese Knochen die Produkte ihrer Zersetzung sind vielfach, besonders sorgfältig aber durch Thomson⁵⁾ und Weber⁶⁾ untersucht worden. Auch die Knochen-

¹⁾ Schmidt, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 49, S. 24.

²⁾ Weber, l. c. S. 12.

³⁾ Nasse, Journ. f. Chem. u. Pharm. Bd. 27, S. 274.

⁴⁾ Thomson, Journ. Chem. Phys. 1846.

⁵⁾ Weber, Journ. Chem. u. Pharm. Bd. 27, S. 161-172.

verschwung zerstört den Knochen allmählig so, dass vor gänzlicher Zertrum-
 erung des Knochengewebes die Knochenerde in größerer Menge zum Schwinden ge-
 bracht wird, als die Knorpelsubstanz, und dass die im Knochen durch Caries ent-
 standenen Hohlräume ganz wie bei Osteomalacie mit Fett erfüllt werden; wir finden
 daher im cariösen Knochen stets mehr organische Materie, als im normalen; die
 rückständige Knorpelsubstanz unterscheidet sich aber in nichts von dem gewöhn-
 lichen Knochenknorpel; wenigstens giebt ihr Decoct stets Glutinreactionen. Nach
 den meisten Analysen scheint der kohlen-saure Kalk in directer Proportion mit dem
 Kalkphosphat abzunehmen. *Bibra* bemühte sich zu ermitteln, ob das Kalkphosphat
 bei der Caries Aenderungen in den Proportionen seiner nähern Bestandtheile erleide:
 er fand $\frac{2}{3}$ basisch phosphorsauren Kalk; indessen dürften doch wohl fernere Unter-
 suchungen nöthig sein, um über diese Frage zu einem bestimmten Urtheile zu ge-
 langen.

Die chemische Untersuchung *nekrotischer* Knochenstücke hat nicht zu nennens-
 werthen Resultaten geführt. Dies ist wohl auch nicht zu verwundern, wenn man
 erwägt, unter welchen Bedingungen einzelne Knochen oder Theile derselben nekro-
 siren, d. h. von der Ernährung durch gesunde Theile ausgeschlossen werden. Die
 vorliegenden Analysen ergeben daher für die nekrotischen Knochen fast dieselbe
 Zusammensetzung wie für gesunde, die organische Materie erscheint nur manchmal
 etwas vermehrt, zuweilen aber auch um ein geringes vermindert; gewöhnlich tra-
 gen sie die Charaktere sehr stark macerirter Knochen an sich.

Zahlreicher Untersuchungen ¹⁾ hat man auch die fossilen Knochen
 gewürdigt. Bei diesen ist immer Rücksicht auf die Lagerstätte zu nehmen,
 der sie entlehnt sind, da von dieser, wie leicht einzusehen, manche Mo-
 dificationen in ihrer Zusammensetzung abhängig sind; denn die Masse, in
 welcher die Knochen eingebettet wurden, wirkt nicht blos dadurch, dass
 sie sich leicht in die Knochenanale infiltrirt, wie z. B. vorzugsweise koh-
 lensaurer und schwefelsaurer Kalk, sondern sie wirkt auch chemisch ein,
 indem sie die organische Materie oder das Kalkphosphat zersetzt oder
 umwandelt.

Was zunächst den Gehalt fossiler Knochen an organischer Materie
 betrifft, so ist derselbe äusserst verschieden; so hat man z. B. fossile
 Knochen gefunden, in welchen sich die organische Materie, frischen Kno-
 chen gegenüber, nur wenig vermindert vorfindet, während andererseits in
 vielen solcher Objecte keine Spur mehr von organischer Materie zu er-
 kennen ist. Schon oben wurde die Beobachtung von *Bibra* erwähnt, dass
 die Knorpelsubstanz der fossilen Knochen meist in eine Materie uberge-
 gangen ist, welche ohne Weiteres Leim giebt, sobald die Mineralstoffe
 möglichst entfernt sind. Dass die Zusammensetzung des phosphorsauren
 Kalks in fossilen Knochen eine Umänderung erleiden könne, ist a priori
 mehr als wahrscheinlich; man glaubt indessen dieses Salz in den fossilen
 Knochen fast immer = $\text{Ca}_3 \text{P}_3$ zusammengesetzt gefunden zu haben, in-
 dem man auch dem der frischen diese Zusammensetzung zuschrieb. Es
 ist daher noch sehr fraglich, ob das Auftreten von kleinen Apatitkrystal-
 len ($\text{Ca}_3 \text{P}$) in fossilen oder solchen Knochen, die lange Zeit unter der
 Erde gelegen haben (*Girardin* und *Preisser* ²⁾), auf einer Metamorphose der

1) Man vergleiche die Literatur Th. 4, 399 ff.

2) *Girardin* und *Preisser*, Ann. de Chem. et de Phys. S. III. T. 9, p. 370—382.

chemischen Constitution oder (wie es bis jetzt wahrscheinlicher ist) auf einer Anordnung der kleinsten Theilchen des Kalkphosphats zu Krystallen beruhe. Kohlensaurer Kalk wird in fossilen Knochen in der Regel in weit grösserer Menge gefunden, als in frischen; diese Zunahme ist oft nur eine relative, indem die organische Substanz aus dem Knochen geschwunden ist; gewöhnlicher ist sie aber eine absolute, theils insofern sich kohlensaurer Kalk von aussen her infiltrirt hat, theils insofern wohl zuweilen unter besonders Lagerungsverhältnissen ein Theil des phosphorsauren Kalks durch Kohlensäure oder kohlensaure Salze zerlegt worden ist. Talkerde findet sich oft in grösserer Menge in fossilen Wirbelthierknochen, als in frischen Knochen der heutigen Thierwelt. Besondere Verwunderung hat das von den besten Analytikern beobachtete reichlichere Vorkommen von Fluorcalcium in den fossilen Knochen hervorgerufen, zumal nachdem *Liebig*¹⁾ selbst in Schädelknochen, die zu Pompeji ausgegraben wurden, mehr Fluorcalcium vorgefunden hatte, als man in den Knochen der jetzigen Generation findet (vergl. Th. 1, S. 399). *Girardin* und *Preisser* fanden dagegen, dass in lange in der Erde gelegenen Menschenknochen das Fluorcalcium sehr vermindert, ja oft gänzlich geschwunden ist, wohl Beweis genug, dass das Fluorcalcium auf eben so natürlichen Wegen in den Knochen sich vermehren, als vermindern kann, wenn auch nicht in jedem Einzelfalle die Zu- oder Abnahme dieses Körpers auf bestimmte ursächliche Verhältnisse zurückgeführt werden kann. Alaunerde, Eisenoxyd und Kieselsäure sind Materien, die in fossilen Knochen sehr häufig gefunden werden, aber zweifelsohne nur als infiltrirt zu betrachten sind.

Von den Knochen und Knorpeln der wirbellosen Thiere wird weiter unten die Rede sein.

Die Analyse der Knochen gehört unstreitig zu den leichtern Operationen der zoochemischen Untersuchung, und doch hat man bisher meistens solche Wege eingeschlagen, die trotz der grossen Anzahl von Analysen keineswegs zu bündigen Resultaten geführt haben; man erinnere sich zum Beispiel nur daran, dass die chemische Untersuchung des in den Knochen enthaltenen Kalkphosphats bis auf die neueste Zeit zweifelhaft war, oder sogar heute noch ist. Besonders drängen sich uns bei der Beurtheilung der Constitution pathologischer Knochen eine Menge Fragen auf, deren Beantwortung in den vorliegenden Analysen nur unvollkommen oder gar nicht zu finden ist. So dürfte z. B. eine genauere Kenntniss des specifischen Gewichts der Knochen manche Aufschlüsse über dieselben in physiologischen und pathologischen Zuständen versprechen: allein während man z. B. bei Harnuntersuchungen sich gewöhnlich bemühte, die Dichtigkeit der zu analysirenden Flüssigkeit mehr oder weniger genau zu bestimmen: ist deren Bestimmung bei Knochen (ausser von *Ragsky*) fast allgemein unterlassen worden. Abgesehen davon, dass an sich schon gerade die *Dichtigkeit* eine wichtige physikalische Eigenschaft ist, welche

1) *Liebig*, die org. Ch. in Anwendg. auf Agric. u. Physiol. S. 440.

bei Betrachtung der mancherlei Modificationen, welche die Knochen im gesunden und krankhaften Zustande zeigen, besondere Berücksichtigung verdient, so lässt sich auch erwarten, dass sie bei näherer Untersuchung in ein bestimmtes, vielleicht regelmässiges Verhältniss zum Gehalte der Knochensubstanz an organischer und anorganischer Materie tritt, worauf man doch immer zunächst den meisten Werth legt. Da aber der Gehalt des Knochens an Wasser sowohl als an Fett von grossem Einflusse auf seine physikalischen Eigenschaften ist und diese natürlich im nächsten Zusammenhange mit deren specifischem Gewichte stehen: so würde es eine der ersten Aufgaben der Knochenuntersuchung sein, die specifischen Gewichte verschiedener Knochen im lufttrocknen, im entfetteten und im vollkommen wasserfreien Zustande unter einander zu vergleichen. Wie die Bestimmungen des specifischen Gewichts hat man meistens auch die des absoluten bei Vergleichung normaler und krankhafter Knochen verabsäumt, und doch lässt sich nur aus dieser und der Zusammenstellung mit den specifischen Gewichten ein Urtheil über den während eines physiologischen oder pathologischen Processes im Knochen stattgehabten Stoffwandels fällen (und nicht aus den der einfachen chemischen Analyse entlehnten Proportionszahlen, d. h. aus der procentischen Berechnung der Analyse). Obgleich wir die zur Ausführung der Dichtigkeitsmessung nöthigen Verfahrungsweisen, Cautelen und Correctionen als bekannt voraussetzen müssen, so erlauben wir uns hier doch noch hervorzuhellen, dass das Knochenpulver (möge es lufttrocken, entfettet oder ganz wasserfrei der Bestimmung unterworfen werden), nachdem es mit destillirtem Wasser gehörig geschüttelt und imprägnirt worden ist, sammt Wasser im Vacuo mehrere Stunden lang erhalten werden muss, um es von allem Luftgehalte zu befreien.

Der *Wassergehalt* der Knochen ist ausser von *Nasse* und *Stark* nur von wenigen Autoren genügend berücksichtigt worden. *Nasse* hat zwar aus seinen Erfahrungen den Schluss gezogen, dass der Wassergehalt ohne Einfluss auf die Härte der Knochen ist, allein damit dürfte der Einfluss des Wassergehalts auf diese und andre physikalische Eigenschaften in pathologischen Knochen wenigstens noch nicht widerlegt sein. Da die Knochen sehr hygroskopische Körper sind, so werden bei einer Vergleichung des Wassergehalts verschieden lufttrockner Knochen Thermometer und Hygrometerstand zu notiren sein, ehe das Knochenpulver im Oel- oder Luftbade entwässert wird.

Eine der unsichersten Bestimmungen bleibt die des *Fettgehalts* der Knochen. Das Fett gehört erwähnstermaassen bei weitem zum grössten Theile dem Knochenmarke an und erstreckt sich nur wenig in die sog. Markcanälchen. Das Fett, welches nicht in den Knochenhöhlen und Lücken enthalten ist, sondern der eigentlichen Knochensubstanz anhaftet, ist sehr gering und jedenfalls nur mechanisch eingemengt; es sollte daher unsrer Ansicht nach stets nur für sich mit dem Fettgehalte anderer Knochen verglichen, nicht aber in der procentischen Darlegung der chemischen Analyse

als Bestandtheil der Knochensubstanz aufgeführt werden. Der Einfluss des Fettgehalts der eigentlichen Knochensubstanz auf deren physikalische Eigenschaften ist ebenfalls noch nicht genau erforscht worden. Der bei der Fettbestimmung im Allgemeinen zu beobachtenden Vorsichtsmaassregeln ist schon früher (vergl. Th. 1, S. 231) Erwähnung gethan worden.

Soll die eigentliche Knochensubstanz in ihrer Zusammensetzung studirt werden (und dies ist doch das Ziel der meisten bisherigen Analysen gewesen), so muss der Knochen vorher möglichst fein geraspelt, sorgfältig mit Wasser ausgewaschen und dann noch durch Aether von Fett befreit werden; ohne Entfernung der in Wasser löslichen vom Blut und dem Knochenplasma herrührenden Stoffe und der fettigen Bestandtheile kann die Analyse uns kein klares Bild von der Zusammensetzung der Knochensubstanz liefern: die technische Ausführung der Analyse wird durch die Gegenwart dieser Substanzen nicht nur erschwert, sondern die Analyse selbst giebt unter verschiedenen physiologischen oder pathologischen Verhältnissen natürlich nur ein sehr unreinliches Resultat bezüglich der Knochensubstanz selbst.

Früher berechnete man gewöhnlich den Gehalt der Knochensubstanz an *kohlensaurem Kalk* aus dem Kalkgehalte der Flüssigkeit, aus welcher durch kohlensäurefreies Ammoniak das Kalkphosphat (nach *Berzelius*) praecipitirt worden war; mehrere Analytiker haben schon auf die völlige Unsicherheit dieser Methode aufmerksam gemacht. Man muss daher stets den Kohlensäuregehalt der Knochen in dem bekannten *Fresenius'schen* Apparate bestimmen. Nicht unpassend ist es, wenn man den Kohlensäuregehalt der ausgewässerten und entfetteten Knochen mit dem der Knochenasche vergleicht. In einer gut bereiteten Asche findet man in der Regel etwas mehr Kohlensäure (natürlich auf die Zahl für die Knochensubstanz berechnet), als im frischen Knochen; so gering dieses Plus für gesunde Knochen gefunden wird, so sehr steigt es doch zuweilen für krankhafte Knochen; nur auf diese Weise lässt sich abschätzen, wieviel Kalk nicht an Kohlensäure, sondern an organische Materie gebunden war.

Was die Bereitungsweise der Knochenasche betrifft, so ist diese keineswegs gleichgültig; man sollte zur Bestimmung der Erden nur vorher mit Wasser gehörig ausgelaugtes und durch Aether von Fett befreites Knochenpulver verwenden und dieses erst, nachdem es vollkommen getrocknet ist, dem Verbrennungsprocesse unterwerfen. Am schnellsten und vollkommensten äschert man die Knochen im *Erdmann'schen* Muffelofen ein; das Glühen im Platintiegel über der *Berzelius'schen* Lampe führt nur äusserst langsam zum Ziele; es ist aber in jedem Falle zu rathen, die gebildete Knochenasche vor dem Wägen mit kohlensaurem Ammoniak zu befeuchten und noch einmal zu erhitzen. Fast immer bildet sich nämlich beim Einäschern mehr oder weniger Aetzkalk. Unterlässt man daher diese Vorsicht, so erhält man oft aus den frischen Knochen mehr Kohlensäure als aus der Asche, wozu allerdings auch noch andere Verhältnisse beitragen können.

Was die einzelnen Bestimmungen der *Phosphorstäure*, *Talkerde*, *des Fluors* und der Spuren *Schwefelstäure* betrifft, so dürfen wir hier wohl die verschiedenen Methoden als aus der analytischen Chemie bekannt voraussetzen; neben diesen Methoden empfiehlt sich namentlich das von *W. Heintz*¹⁾ angegebene Verfahren.

Ueber die quantitativen Verhältnisse zwischen dem Knochengengerüste und dem Gesamtgewichte des thierischen Organismus in verschiedenen Thierclassen und in Krankheiten finden wir höchst unzureichende Angaben, ja für viele der angedeuteten Verhältnisse fehlen sie noch ganz.

Im 21. Lebensjahre soll sich das Skelet zum ganzen Körpergewichte beim Manne = 10,5 : 100, beim Weibe = 8,5 : 100 verhalten (wenn das Körpergewicht = 425 bis 480 Pfund ist).

Die specielle Betrachtung der mit den Knochen in näherer Beziehung stehenden Theile, wie des Periosteums, des Marks, der Knorpelüberzüge gehört nicht vor unser Forum, da sie aus mehreren einfachen Geweben gemengte Organtheile sind, welche als solche nicht der Gegenstand einer rationellen chemischen Untersuchung sein können.

So zahlreich die Beobachtungen der Histologen über die Entwicklung der Knochen aus den Knorpeln sind, so wenig Untersuchungen sind doch chemischerseits über diesen Gegenstand angestellt worden. Im Betreff der Entwicklung der einzelnen Knochen wissen wir heute kaum mehr, als was schon vor längerer Zeit ohne gründliche chemische Untersuchungen bekannt war, nämlich: dass der Knochen so lange er noch Knorpel ist, eine chondringebende Substanz enthält, die bei der eigentlichen Ossification, bei welcher gleichzeitig die Erden sich in grössrer Menge in dem Knochen ablagern, in eine glutinegebende übergeht. Ueber die bei der Entwicklung des Gesamtskelets erfolgende Aufnahme von Mineralstoffen hat *Boussingault* einige interessante Bestimmungen an Schweinen angestellt. Es geht aus denselben hervor, dass das Skelet eines Schweines in den ersten 8 Monaten nach seiner Geburt durchschnittlich in einem Tage um 11,7 grm. an Gewicht zunimmt, d. h. dass sich täglich ungefähr 6,2 grm. Knorpelsubstanz bildet und 5,5 grm. Erden (worin 2,4 grm. Phosphorsäure), von den Knochen aufgenommen werden. In spätern Monaten z. B. bis zum 11. Monate nimmt das Skelet durchschnittlich in einem Tage um 6 grm. an Gewicht zu, d. h. es werden nur 2,6 grm. Erden worin 1,4 grm. Phosphorsäure) täglich in den Knochen abgelagert.

1) *W. Heintz*, Monatsber. der Akad. der Wiss. z. Berlin. Febr. 1849. S. 50—53.

Z ä h n e.

Chemischer Seits sind die Zähne gewöhnlich als den Knochen höchst analoge Organe behandelt worden; ja man hat sie als rein mechanisch wirkende, an Mineralstoffen reiche Theile oft ganz den Produkten der anorganischen Natur, den Mineralien gleich betrachtet: allein eine nach einer solchen Anschauungsweise durchgeführte Untersuchung kann dem Histologen, dem Physiologen durchaus nicht genügen. Ganz abgesehen von der Entwicklungsform ist die Structur der Zähne so gänzlich verschieden von der der Knochen und überdies noch so complicirt, dass es ganz irrationell sein würde, den Zahn als Ganzes, d. h. als homogenes, einfaches Gewebe aufzufassen und demgemäss der chemischen Analyse zu unterwerfen.

Wenn man einen ganzen Zahn analysirt, macht man sich im Grunde desselben Fehlers schuldig, in den unsre Vorfahren verfielen, als sie complicirte Organismen im Mörser zerrieben und den chaotischen Brei zu analysiren versuchten. Auch bei der chemischen Untersuchung des Zahngewebes müssen wir uns daran erinnern, dass jeder Zahn aus drei morphologisch durchaus verschiedenen Theilen construirt ist, nämlich dem Zahnbeine oder der Zahnschmelze, dem Schmelze und dem Caemente.

Der vorherrschende und formgebende Theil des Zahns ist das *Zahnbein* (substantia tubulosa), ein mit einer zur Aufnahme der Nerven und Ernährungsgefässe bestimmten kolbenförmigen Höhle versehener spindel- oder keilförmiger Körper. Die histologische Untersuchung hat gelehrt, dass das Zahnbein keineswegs ein homogener Körper ist, sondern aus einer völlig structurlosen, der Knochengrundsubstanz ähnlichen Masse besteht, welche von einer ausserordentlich grossen Anzahl feiner verästelter Canälchen durchzogen wird. Diese Canälchen haben verhältnissmässig dicke, discrete Wände und gehen von der Höhle aus divergirend nach dem äussern Ueberzuge des Zahnbeins, gegen welchen hin sie sich noch feiner verästeln. Knochenkörperchen oder andre den Knochen eigenthümliche Gestaltungen beobachten wir im Zahnbein nicht; dagegen sind an deren Stelle sogenannte *Interglobularräume* (Czermak¹⁾ wie von Kugeln gelassene Lücken beobachtet worden. Bei der chemischen Untersuchung der frischen Zahnschmelze wird man also des Inhalts jener Röhren (wahrscheinlich Nährflüssigkeit des Zahns) sowie des jener Lücken eingedenk sein müssen. Dass auch hier die Kalksalze nicht in den Canälen oder Lücken abgelagert sind, hat schon die mikroskopisch-mechanische Untersuchung hinlänglich erwiesen.

*Hoppe*²⁾ kochte dünne Stücke der Stosszähne von Schweinen nach Ausziehen der Salze mit Salzsäure und Entfernung des Caementknorpels mit Wasser aus. Der

1) Czermak, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 2, S. 295—322.

2) Hoppe, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 5, S. 470—488.

äußere Theil quoll schnell auf, wurde durchsichtig und löste sich bis auf wenige Flocken auf, der innere dagegen wurde weiss, durchsichtig, bröcklich und gab nur wenig an die Lösung ab. Die Lösung erhielt nur Glutin. Der ungelöste Rückstand zeigte unter dem Mikroskop die Zahnröhrchen vollkommen isolirt und Haufen dunkler Kugeln mit deutlichen Kernen; die Kugeln entsprachen vollkommen den oben erwähnten Interglobularräumen. Essigsäure löste weder die Röhren, noch die Kugeln. Nach *Hoppe* haben also die Röhren gleich den Knochenkörperchen ihre Wandung, die nicht aus leimgebender Substanz besteht; die Kugeln hält *Hoppe* für Zellen.

Wenn die Substanz des Zahnbeins in morphologischer Hinsicht sehr wenig Aehnlichkeit mit der Knochensubstanz darbietet, so ist dies noch weniger der Fall mit dem glasartigen Ueberzuge der Zahnkrone, dem *Zahnschmelze* (substantia vitrea s. adamantina). Derselbe ist eine sehr harte und ziemlich spröde, weder von Canälen, noch Lücken durchzogene compacte Masse, welche aus 4 oder 6 seitigen Prismen ähnlichen, von der Zahnkrone divergirend ausgehenden Fasern besteht; ob diese Fasern (die sog. Schmelzprismen) durch eine besondere Zwischensubstanz conglutinirt sind, muss zur Zeit noch dahingestellt bleiben, vielleicht giebt noch einmal eine genauere chemische Untersuchung hierüber Aufschluss. Nach *Hoppe*¹⁾ hinterlässt der Schmelz beim Ausziehen der Salze mittelst Salzsäure Gebilde, die sich wie Epithelien verhalten; die Rückstände der Prismen fallen leicht auseinander, lösen sich beim Kochen nicht, aber zerplatzen.

Wie die Zahnkrone von der Schmelzsubstanz überzogen ist, so wird der Hals und die Wurzel des Zahns in verschiedener Dicke von dem sog. *Caemente* überzogen, einer Materie, die unter den histologischen Bestandtheilen des Zahns noch die meiste Aehnlichkeit mit Knochensubstanz besitzt; es sind darin nämlich die sog. Knochenkörperchen oder Knochenlücken mit ihren Ausläufern wahrnehmbar; indessen unterscheidet sie sich doch dadurch von der dichten Knochenmasse, dass man niemals wahrhafte Markcanälchen (Haversische C.) beobachtet hat.

Die Histologen haben bis jetzt über die chemische Zusammensetzung dieser einzelnen die Zähne constituirenden Gewebe nur sehr wenig Auskunft erhalten, obwohl schon *Berzelius*²⁾ und *Lassaigne* auf die wesentliche Differenz in der Zusammensetzung des Zahnknochens und des Schmelzes aufmerksam gemacht haben und *v. Bibra*³⁾ sehr viel Mühe auf diesen Gegenstand verwendet hat. Das, was wir über die chemische Constitution der Zähne und ihrer einzelnen Gewebstheile wissen, verdanken wir fast nur diesen Männern.

Die chemische Zusammensetzung des Zahnbeins ist der der Knochen sehr ähnlich; die organische Materie ist ein leimgebender Knorpel, während die Mineralbestandtheile ganz dieselben sind, welche

1) *Hoppe*, a. e. a. O.

2) *Berzelius*, Lehrb. der Chem. Bd. 9, S. 558. (4. Aufl.)

3) *Bibra*, Knochen und Zähne. S. 276.

in Knochen vorkommen. Das quantitative Verhältniss zwischen organischer und unorganischer Substanz ist im Zahnbein ziemlich verschieden und nähert sich zuweilen sehr dem in den dichten Knochen; in der Mehrzahl der wenigen Fälle hat man jedoch ungefähr 28% organischer Materie darin gefunden. Neben der Knorpelsubstanz wurde übrigens immer etwas Fett nachgewiesen. Die Mineralsubstanzen des Zahnbeins sind dieselben wie die der dichten Knochen und ebenfalls fast in derselben Mischung; doch scheint die Menge des kohlensauren Kalks hier noch variabler zu sein, als in den Knochen; neben 65 bis 67% Kalkphosphat hat man 3 bis 8% kohlensauren Kalk gefunden. Dass auch im Zahnknochen Fluorcalcium und phosphorsaure Talkerde nicht fehlen, ist bereits von *Berzelius* nachgewiesen worden.

Der Zahnschmelz ist auch chemisch wesentlich verschieden vom Zahnknochen; es lässt sich nämlich aus demselben durchaus keine Knorpelsubstanz darstellen; die Mengen aller organischen Materien, die nach Behandlung mit Säuren sich als ein häutiges Gewebe darstellen, erreichen nur 2,0, höchstens 6,6% der wohlausgetrockneten Masse. Neben 84 bis 88% phosphorsaurem Kalk, hat man 7 bis 8% kohlensauren Kalk im Schmelze gefunden; von dem reichlichen Gehalte des Schmelzes an Fluorcalcium ist schon früher (*Th. 4*, S. 399) die Rede gewesen. Uebrigens sind die bisherigen chemischen Untersuchungen nicht in einer Weise ausgeführt worden, um die Frage zu entscheiden, ob in dem Schmelze und in dem Zahnbeine eine andre Verbindung von Phosphorsäure mit Kalk als in den Knochen enthalten sei.

Am wenigsten untersucht ist das Caement der Zähne; indessen stimmen *v. Bibra*, *Lassaigne* und *Marchand* darin überein, dass diese Substanz in ihrer Zusammensetzung den Knochen noch ähnlicher ist als das Zahnbein; sie enthält nur ein wenig mehr organische Substanz als das Zahnbein.

Lassaigne und *v. Bibra* fanden in den Backenzähnen durchschnittlich etwas mehr Mineralsubstanzen als in den Schneidezähnen.

Nach einer Untersuchung *Lassaigne's* scheint in den Zähnen, gleich wie in den Knochen, die organische Substanz sich mit der Höhe des *Lebensalters* zu vermindern.

Die vergleichenden Untersuchungen *Lassaigne's* und *Bibra's* an den Zähnen von *Thieren* haben wenig Thatsachen geliefert, die zur Aufstellung allgemeiner Sätze berechtigten; so konnte der letztgenannte Autor z. B. keinen bestimmten Unterschied in der Zusammensetzung der Zähne von Fleischfressern und von Pflanzenfressern auffinden. Auffallend ist nach *Bibra's* Untersuchungen die verhältnissmässig grosse Menge organischer Materie in den *Stosszähnen* des Elephanten und des Wildschweins und andererseits die bedeutende Menge phosphorsaurer Talkerde, die er überhaupt in den Zähnen jener *Pachydermen* vorfand (6 bis 12%).

Die sogenannten *cariösen* Zähne sind der chemischen Untersuchung nicht recht zugänglich; erwähnt mag nur werden, dass *Marchand* die Ge-

neigtheit der Zähne zu dieser Zerstörung von einem reichlicheren Gehalte an kohlen-saurem Kalk ableiten zu dürfen glaubte.

Im Betreff der Analyse der Zähne gilt ganz dasselbe, was oben von der der Knochen gesagt worden ist; schwieriger ist es nur hier, sich das Material in geeigneter Weise zu bereiten; diess gilt insbesondere von der Herstellung reinen Schmelzes oder Caementes; den erstern verschafft man sich am besten, wenn man den Zahn bis einige Grade über 400° erhitzt; ein Theil des Schmelzes springt dann von selbst ab und ein anderer kann dann leichter durch mechanische Mittel entfernt werden; indessen bedürfen die abgesprengten Stückchen immer noch einer Reinigung, da vielen derselben noch etwas Gewebe vom Zahnbeine anhängt. In Stücken ist der Zahnschmelz nur schwer auszutrocknen; man muss stets den von *Bibra* eingeschlagenen Weg befolgen und die möglichst rein erhaltene Schmelzsubstanz zerreiben und erst in Pulverform trocknen.

K n o r p e l .

Die Knorpel gehören ebenfalls zu denjenigen Geweben, die, obwohl sie mehr mechanisch wirksam und wenig lebens-thätig scheinen, doch eine ziemlich zusammengesetzte und noch dazu sehr verschiedene Structur haben.

Den Forschungen der Histologen zufolge müssen ihrer Structur nach mindestens zwei Arten von Knorpeln unterschieden werden: nämlich die eigentlichen oder wahren Knorpel und die Faserknorpel.

Zu den *wahren Knorpeln* gehören im menschlichen Körper: die der Rippen, der Schwertfortsatz des Brustbeins, der Nasenknorpel, die Knorpel des Kehlkopfs und der Luftröhre und endlich die die Gelenkköpfe überziehenden knorpeligen Massen. Diese wahren Knorpel haben das mit einander gemein, dass sie in einer ziemlich homogenen Masse mehr oder weniger Höhlungen enthalten, in welchen eine oder mehrere Zellen mit einfachem oder mehrfachem Kern enthalten sind. Ganz amorph ist jene Grundsubstanz jedoch keineswegs, in der Regel zeigt sie sich feinkörnig, oft aber auch fasrig.

Die *Faserknorpel*, welche die Ligamenta intervertebralia, die der Schambeinfuge, der innern Schlüsselbeinverbindung, der Eustachischen Trompete u. s. w. bilden, enthalten neben Zellen eine durchaus fasrige Grundsubstanz; die Fasern derselben laufen entweder einander parallel oder kreuzen sich in verschiedenen Richtungen, haben gewöhnlich scharfe, dunkle Contouren und zeigen keine Spur von Kernbildungen.

Diese Verschiedenheiten, welche durch das Mikroskop in den Knorpeln erkannt worden sind, finden wir auch bei der chemischen Unter-

Grundsubstanz nicht ein vollkommen reiner chemischer Körper ist. Durch concentrirte, später mit Wasser verdünnte Schwefelsäure werden nämlich die Körnchen der granulösen Knorpelmaterie etwas später, als diese selbst, die Fasern der fasrigen Masse aber wieder später als jene Körnchen aufgelöst. Es gewinnt demnach den Anschein, als ob die Grundmasse selbst drei verschiedene, wenn auch einander sehr nahe verwandte Substanzen enthalte. Die Frage, ob die Verschiedenheit dieser drei Materien nur auf einer verschiedenen Aggregation der kleinsten mechanischen Theilchen beruhe oder ob sie in chemischer Differenz begründet sei, hat auch in den neuesten Untersuchungen über das aus dem Decocte der Grundmasse hervorgehende Chondrin noch keine Beantwortung gefunden. Diese ist aber allerdings um so schwieriger, als selbst das Chondrin schon während seiner Darstellung theilweise verändert wird; denn gleich dem Glutin wird auch das Chondrin in eine nicht mehr gelatinirende, in kaltem Wasser lösliche Substanz durch Kochen umgewandelt.

Aus den Zersetzungsproducten des Chondrins ist leider auch nichts zu schliessen gewesen; wir wissen nur *Hoppe's* Beobachtungen nach, dass das Chondrin bei der Zersetzung durch concentrirte Schwefelsäure neben extractähnlichen Substanzen nur Leucin (und kein Glycin), dagegen bei Behandlung mit concentrirter Kalilauge ausser Extractmaterien nur Glycin (und kein Leucin) liefert.

Die fasrige Grundmasse der eigentlichen Faserknorpel muss eine durchaus verschiedene Zusammensetzung von der der wahren Knorpel haben; dies leuchtet deutlich aus den mikrochemischen Untersuchungen von *Donders* und *Mulder* ein. Bei nicht allzulanger Einwirkung von concentrirter Kalilauge oder Schwefelsäure auf solche Knorpel (Zwischenwirbelkörper) sieht man unter dem Mikroskope die Faserung der Grundsubstanz allmählig verschwinden, allein sie wird hierdurch ebensowenig als durch concentrirte Essigsäure wahrhaft aufgelöst; man findet nämlich bei genauerer Untersuchung, dass die einzelnen Fasern nur gallertartig aufquellen und deshalb dem Auge weniger wahrnehmbar werden; zwischen diesen gelatinösen Bündeln beobachtete *Donders* ausser den Knorpelzellen noch Theile, welche in Schwefelsäure fast ganz unverändert blieben, nämlich Fasern von einiger Aehnlichkeit mit Kernfasern und daneben noch einige Bindegewebsfasern. Auch die Faserknorpel lösen beim Kochen sich zum grössten Theil auf mit Zurücklassung granulöser Kerne und weniger Zellen. Die aus diesen Knorpeln erhaltene, gelatinirende Flüssigkeit zeigt ziemlich dieselben Reactionen, wie das aus der Intercellularsubstanz wahrer Knorpel dargestellte Chondrin; nach *Donders* giebt diese Lösung indessen mit Gerbsäure nur eine geringe Fällung, mit Alaun gleich dem Chondrin einen compacten Niederschlag, der aber in überschüssiger Alaunlösung nicht verschwindet; Platinchlorid bewirkt einen bedeutenden im Uebermaass des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag.

Zu den Faserknorpeln zählt man gewöhnlich auch den Zwischenknorpel des Kniegelenks, allein *J. Müller* zeigte schon vor langer Zeit,

dass dieser Knorpel (vom Schaaf) kein Chondrin, sondern *Glutin* beim Kochen liefere; *Donders*, *Kölliker* und andere Histologen stimmen darin überein, dass diese Knorpel wie die Cartilagine interarticulares des Kiefer-, Brustbein-, Schlüsselbein- und Handgelenks aus wirklichem, aber sehr festem, fasrigem Bindegewebe bestehen, in welchem neben einzelnen Kernfasern wahrhafte Knorpelzellen eingeschlossen sind. Darum ist es also (da Zellgewebe stets Glutin giebt) nicht zu verwundern, dass diese Knorpel trotz der Gegenwart der Knorpelzellen beim Kochen gewöhnlichen Knochenleim liefern.

Donders unterscheidet noch eine dritte Art von Faserknorpeln, die er *elastische* nennt; dies sind die des Kehldeckels, des äussern Ohres und die bekleidenden Knorpel des Unterkiefergelenks. Diese Theile bestehen aus einem dichten Gewebe feiner elastischer Fasern, in welchen isolirte Zellen eingeschlossen sind. Durch concentrirte Kalilauge werden die Fasern nicht verändert, die Zellen verschwinden dagegen schon nach 4 bis 5stündiger Einwirkung; auch bei Anwendung von Schwefelsäure bleiben die elastischen Fasern ziemlich unverändert, während die Zellen nach 6 bis 7stündiger Einwirkung und nochmaligem Zusatze von Wasser verschwunden sind.

Beim Kochen mit Wasser erhielt *Donders* aus diesen Knorpeln nur wenig Chondrin; er leitet dasselbe, da das elastische Gewebe überhaupt nicht leimgebend ist, von der Umwandlung der Zellen ab, zumal da er in solchen Knorpeln, wenn sie 5 Stunden oder länger gekocht worden sind, keine Zelle mehr durch das Mikroskop zu entdecken vermochte. *Hoppe* behauptet dagegen, dass beim Kochen ein Theil der Knorpelzellen dem elastischen Gewebe gewissermassen entschlüpft und in der Flüssigkeit suspendirt werde, während das rückständige Gewebe die zurückgebliebenen Zellen so umschliesst, dass diese nur durch das Compressorium wahrnehmbar gemacht werden könnten. Er meint daher, *Donders* möge in der Flüssigkeit nicht nach unveränderten Knorpelzellen gesucht und in dem contrahirten Gewebe die Zellen ohne Compressorium nicht erkannt haben.

Was die *Knorpelzellen* oder *Knorpelhöhlen* betrifft, so ist hier nicht der Ort, auf deren verschiedene Formen und Gruppierung, auf ihr einzelnes Vorkommen oder ihre reihenweise Anordnung, auf ihre endogenen Bildungen selbst. von Mutterzellen und Tochterzellen erster und zweiter Generation u. s. w. einzugehen, obwohl alle diese angedeuteten Verhältnisse durchaus nicht ohne gleichzeitige Verschiedenheit in den chemischen Substraten existiren können; allein die chemische Wissenschaft ist in diesem Punkte noch viel zu weit zurück, als dass man bis jetzt auch nur die Methoden errathen könnte, vermittelst deren wir der- einst einmal zur Erkenntniss der obwaltenden chemischen Verhältnisse gelangen können.

Mulder und *Donders* sahen unter mikrochemischer Benützung von Kalilauge, Schwefelsäure und Wasser die morphotischen Elemente des wahren Knorpels sämmtlich bis auf sehr feine Körnchen und zwar in folgender Ordnung verschwinden: die körnige oder schwach fasrige Inter-cellularsubstanz, den Rand oder die Hüllenmembran der ursprünglichen

Mutterzelle (welche übrigens auch nach längerer Einwirkung von Essigsäure für das Auge verschwindet), die Membranen der Zellen und endlich die Kerne derselben. Konnte schon hiernach der Schluss wahrscheinlich werden, dass die Zellenwände und Kerne in ihrer chemischen Constitution nicht wesentlich verschieden von der Intercellularsubstanz seien, zumal da auch bei anhaltendem Kochen mit Wasser die Zellen gesprengt und in Chondrin umgewandelt zu werden schienen: so wurden *Mulder* und *Donders* durch das Verhalten der elastischen Faserknorpel zu der Ansicht geleitet, dass die morphotischen Elemente des Knorpels chemisch ziemlich gleich mit der Intercellularsubstanz constituirt seien und die beobachteten Verschiedenheiten nur von einem verschiedenen Cohäsionsgrade der abgelagerten Materien bedingt würden. Die elastischen Faserknorpel liefern nämlich beim Kochen Chondrin, während sie ausser den Knorpelzellen keine chondringebende Substanz zu enthalten scheinen, wogegen der Zwischengelenkknorpel des Knies trotz seines reichlichem Gehalts an Knorpelzellen nur Glutin und keine Spur von Chondrin liefert. Dieser letztere Umstand bestimmte *Hoppe*¹⁾ das Verhalten der Faserknorpel genauer zu untersuchen, und es stellte sich dabei heraus, dass die Knorpelkörperchen innerhalb des elastischen Gewebes noch in eine chondringebende Substanz eingebettet seien. *Hoppe* fand nämlich, dass nach dreistündigem Kochen elastischen Faserknorpels sich zwar etwas Chondrin bildete, aber in der Flüssigkeit sowohl als im rückständigen, stark contrahirten elastischen Gewebe (unter Mithilfe des Compressoriums) die Knorpelzellen zum grössten Theil völlig wohl erhalten wahrzunehmen seien. *Hoppe* schliesst hieraus, dass die Knorpelzellen nicht aus leimgebender Substanz bestehen können, und wird zu dem Axiom geführt, dass Zellmembranen und Zelleninhalt niemals aus leimgebenden Materien bestehen und dass eine Zellmembran auch niemals in leimgebendes Gewebe umgewandelt werde. *Donders* hat übrigens schon früher seine Ansicht über die chemische Constitution der Zellmembran der Knorpelzelle wesentlich geändert und beide Forscher dürften daher in diesen allgemeineren Sätzen und Erfahrungen völlig übereinstimmen (s. unten »Elastisches Gewebe«).

Im Chondrin war von *Mulder* ein geringer Schwefelgehalt nachgewiesen worden; welche Mengen von Schwefel im Gewebe wahrer Knorpel enthalten sind und ob dieser Stoff allen oder nur einzelnen morphotischen Bestandtheilen der Knorpelgewebes angehöre, sind Fragen, die noch ihrer Beantwortung harren.

In den Knorpeln ist *Fett* und zwar zwischen 2 bis 5% der trocknen Substanz enthalten; dieses Fett kommt zwar vorzugsweise in den Zellen vor, findet sich aber in einzelnen Bläschen auch in der Intercellularsubstanz der wahren Knorpel. Fast in den meisten Knorpelzellen sind Fetttropfchen wahrzunehmen neben dem einfachen oder mehrfachen Kerne; zuweilen wird der Kern durch völlige Einhüllung in Fett vollkommen

1) *Hoppe*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 5, S. 170—188.

unsichtbar. Eine wesentliche Verschiedenheit dieses Fetts von dem Fette anderer Organe hat man nicht wahrgenommen.

Der Wassergehalt, der bekanntlich auf die physischen Eigenschaften den bedeutendsten Einfluss hat, ist bei verschiedenen Knorpeln verschieden, schwankend zwischen 54 und 70%, gefunden worden. Bestimmte nach einem gewissen Systeme ausgeführte Versuchsreihen sind in Bezug auf den Wassergehalt verschiedener Knorpel nicht angestellt worden; dasselbe gilt auch vom specifischen Gewichte solcher Gewebe.

An *Mineralstoffen* hat man in den Knorpeln (nur die der Rippen sind in dieser Hinsicht untersucht worden) 3 bis 6% gefunden; dieselben sind aber ebenfalls noch nicht genau genug erforscht worden; man giebt phosphorsauren Kalk und Talkerde, Chlornatrium, kohlsaures Natron, besonders aber viel Sulphate an; dass die letztern sich zum Theil aus dem Schwefel der organischen Substanz des Knorpels bilden, ist wohl nicht zu bezweifeln. Das Vorkommen kohlsauren Alkalis dürfte, wie schon *Berzelius*¹⁾ erwähnt, wohl darauf hindeuten, dass die Knorpelsubstanz zum Theil mit Kalk oder Natron chemisch verbunden sei: allein während *Fromherz* und *Gugert* in der Knorpelasche über 48% kohlsauren Kalk fanden, hat *v. Bibra*²⁾ in den Rippenknorpeln von Menschen verschiedenen Alters, sowie auch in denen von Thieren meistens nur Spuren von kohlsauren Alkalien gefunden. Der sehr verschiedene Gehalt an Chlornatrium, den man in der Asche der Knorpel gefunden hat (4 bis 8%), möchte wohl darauf hinweisen, dass dasselbe nicht in chemischer Verbindung im Knorpel enthalten sei, sondern von dem leider noch gar nicht untersuchten eigenthümlichen Saft des Knorpels herrühre.

Welche Wege bei der *Analyse des Knorpelgewebes* einzuschlagen seien, dürfte wohl aus dem Vorhergehenden sich von selbst ergeben.

B i n d e g e w e b e .

Ein der Knorpelsubstanz in chemischer Hinsicht nahestehendes, einfacheres Gewebe ist das obengenannte; der Histolog versteht darunter nicht bloß jenes lockre, weiche, zellige, mit Luft leicht erfüllbare Gewebe, welches die Organe und verschiedenen Gewebe des thierischen Organismus mit einander verbindet und früher gewöhnlich Zellgewebe genannt ward, sondern auch jene morphologischen Elemente, welche die feste Unterlage oder den Hauptbestandtheil einer nicht geringen Anzahl thierischer Häute und Bänder bilden. Jenes die Organe mit einander verbind-

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 563.

2) *Bibra*, Knochen und Zähne. S. 442—447.

dende Gewebe, welches bald ein engeres, bald ein weiteres Netzwerk langer, feiner, meist zu Bündeln vereinigter Fasern darstellt, hat man *formloses* Bindegewebe genannt: dasselbe geht aber sehr allmählig in das *geformte* über; die serösen Häute und die Muskelscheiden enthalten schon ein dichteres, wiewohl meist noch mit ziemlich weiten Maschen versehenes Netz; folgen die Faserbündel mehr einer bestimmten Richtung, treten dieselben mehr an einander, so dass dichtere gestreifte Massen entstehen, so gehen daraus die Sehnen und Bänder hervor; das Bindegewebe ist aber ferner auch gewissermaassen formgebend den Schleimbeuteln, dem Grundgewebe der Schleimhäute, gewissen bereits oben erwähnten Zwischengelenkknorpeln, der Tunica nervea intestinorum, der Tunica dartos, dem Corium, der Längsfaser- und Ringfaserhaut der Venen u. s. w.

Leider zeigt aber eine genaue mikroskopisch-mechanische Untersuchung, dass wir es auch hier nirgends mit einem einfachen Gewebe zu thun haben. Alle jene Theile ohne Ausnahme enthalten noch heterogene, mechanisch und chemisch von der eigentlichen Bindegewebssubstanz verschiedene Materien, welche bis jezt den Chemiker verhindert haben, ein durchaus unvermengtes Bindegewebe der Analyse zu unterwerfen. Ausser Gefässen, Nerven, Fettzellen und dergleichen kommen im Bindegewebe constant *elastische Fasern (Kernfasern)* und sehr häufig auch *glatte Muskel-fasern* vor. Da diese eingemengten Theile auf keine Weise mechanisch von der eigentlichen Bindegewebssubstanz getrennt werden können, so hat man bisher der chemischen Analyse nur solches Gewebe unterworfen, welches möglichst wenig von diesen morphotischen Elementen enthält; man hat daher z. B. Sehnen analysirt; wenn aber ein so genauer Experimentator, wie *J. Scherer*¹⁾ für die Sehnenmasse trotz jener Einmischung dieselben Zahlenverhältnisse der chemischen Elemente gefunden hat, wie für das aus dem Bindegewebe hervorgegangene Glutin, so dürfte wohl die Annahme nicht ganz verwerflich sein, dass das Bindegewebe dieselbe elementare Zusammensetzung habe, wie das Glutin. Indessen darf man in den Schlüssen aus den besten Elementaranalysen solcher Stoffe mit hohem Atomgewichte wiederum nicht zu weit gehen; denn eben die Erfahrung, dass das mit elastischen Fasern durchsetzte Sehnen-gewebe sich nach der Elementaranalyse ebenso zusammengesetzt zeigte, wie der nur aus den Bindegewebsfasern der Sehnen hervorgehende Leim, beweist wohl hinreichend, dass unsre analytischen Mittel nicht sehr empfindlich sind für geringere Einmengungen wenn auch sehr differenter Substanzen. Wenn wir aber trotzdem es als unzweifelhaft ausgemacht ansehen wollten, das Bindegewebe sei isomer dem Glutin, so würden wir viel zu vorschnell urtheilen: denn auch die Constitution des Glutins ist noch keineswegs mit Sicherheit erforscht.

Wird Bindegewebe in *kochendes Wasser* gebracht, so pflegt es anfangs etwas zusammenzuschumpfen, quillt aber bald gallertartig auf und

1) *Scherer*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 40, S. 4—45.

löst sich bei fortgesetztem Kochen (je nach der Dichtigkeit des Gewebes oder der vorangegangenen Zerkleinerung) in kürzerer oder längerer Zeit auf. Mit Quecksilberchlorid, Alaun, basisch schwefelsaurem Eisenoxyd, Gerbsäure behandelt, schrumpft das Bindegewebe ebenfalls etwas zusammen und verliert dadurch die Fähigkeit zu faulen. Wird ferner Bindegewebe mit verdünnten Säuren und Alkalien einige Zeit bei Siedehitze behandelt, so geht dessen Umwandlung in Glutin noch viel schneller vor sich, als beim Kochen mit blossem Wasser.

In concentrirter *Essigsäure* schwillt das Bindegewebe (oder die aus demselben vorzugsweise bestehenden Sehnen, Bänder u. s. w.) auf und wird durchsichtig; eine wahre Auflösung dieser gallertartigen Masse findet nur auf Zusatz von Wasser und Erwärmen statt; weder rothes noch gelbes Blutlaugensalz geben aus dieser essigsäuren Lösung ein Praecipitat. Bei der mikrochemischen Untersuchung sieht man auf Zusatz von verdünnter Essigsäure die eigentlichen Bindegewebsfasern anschwellen und durchsichtiger werden, bis sie dem Auge völlig verschwinden; sie werden aber auch hier selbst nach mehrstündiger Einwirkung nicht wahrhaft aufgelöst; denn durch Auswaschen mit reinem Wasser oder durch Neutralisation der Säure mit Ammoniak kann man sie fast völlig in ihrer frühern Form wieder sichtbar machen. Da durch Essigsäure die meisten andern dem Bindegewebe eingemengten Gewebstheile nicht in gleicher Weise angegriffen und unsichtbar gemacht werden, so treten diese nach Anwendung von Essigsäure um so deutlicher hervor, und es ist daher die Essigsäure den Histologen ein sehr wichtiges Hilfsmittel beim Studium der Gewebe überhaupt geworden.

In *Alkalien* quellen die Bindegewebsfasern ebenfalls gallertartig auf, kommen aber, wenn das Alkali längere Zeit eingewirkt hat, auf Zusatz von Wasser nicht wieder zum Vorschein, sondern werden erst dadurch vollkommen aufgelöst.

Wir schliessen somit jene drei Gewebsgruppen ab, welche schon von den ältern Histologen als leimgebende bezeichnet wurden und in welchen die neuesten Forschungen der Histologen eine überraschende Analogie nachgewiesen haben. Besonders sind es *Virchow* ¹⁾, *Donders* ²⁾ und *Kölliker* ³⁾, deren Untersuchungen über diesen Gegenstand viel Licht verbreitet haben. *Donders* und *Virchow* stimmen hauptsächlich darin überein, dass die leimgebende Intercellularsubstanz jener Gewebe nicht aus Zellen hervorgehe, sondern unmittelbar aus plastischer Flüssigkeit sich abscheide, während die andern Elemente jener Gewebe, beim Knochen die Knochenkörperchen sammt ihren Ausläufern, beim Knorpel die Knorpelzellen und beim Bindegewebe die sog. Kern- oder elastischen Fasern sammt ihren Kernen erst aus Zellen sich herausbildeten. *Kölliker* ist zwar auch zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Kernfasern ohne allen Zweifel nicht aus den Kernen der embryonalen Bindegewebszellen entstehen, sondern aus der Hüllenmembran derselben, läugnet aber die unmittelbare Ablagerung der Bindegewebsfibrillen aus dem Cytoblastem.

Hierbei können wir die in chemischer Hinsicht bemerkenswerthe Thatsache nicht

1) *Virchow*, Verhdl. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 2, S. 450 u. 344.

2) *Donders*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 3, S. 348.

3) *Kölliker*, Verhdl. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 3, H. 4.

unerwähnt lassen, dass das embryonale Bindegewebe nach *Scherer* keinen Leim giebt, sondern neben den meist spindelförmigen Zellen aus einer eigenthümlichen Zwischen-substanz besteht, die bei Digestion mit Wasser neben Eiweiss eine gallertartige oder schleimige Substanz liefert. *Virchow* schlägt daher vor, solches Gewebe, wie es z. B. in der Wharton'schen Sulze des Nabelstrangs am bestimmtesten vorkommt, *Schleimgewebe* zu nennen.

Elastisches Gewebe.

Die Elementarfasern dieses Gewebes sind im thierischen Organismus ziemlich weit verbreitet, trotz dem, dass sie nur selten in so grosser Menge angehäuft vorkommen, um besondere Organe zu bilden, wie die gelben elastischen Bänder (die Ligamenta flava der Wirbelsäule, die untern Stimmritzenbänder, das Ligamentum nuchae der Säugethiere, die elastischen Bänder an den Krallen der Thiere des Katzensgeschlechts, das Schliessband der Muscheln). Grössere Gruppen zu membranähnlichen Fascikeln vereiniger elastischer Fasern finden wir in der Fascia lata, in der mittleren Haut der Arterien und Venen. Kleinere Anhäufungen von elastischen Fasern finden sich auch an vielen andern Orten, z. B. im Corium, unter der Schleimhaut besonders am Pharynx, am Pylorus und Coecum u. s. w. Hier dürfen wir nur daran erinnern, dass die Elementarfasern dieser Art in verschiedener Weise zusammengruppirt vorkommen, bald weitmaschige oder arabeskenähnliche Netze mit hakenförmigen Krümmungen, bald ein ziemlich gleich grosse Zwischenräume lassendes, einem anastomosirenden Gefässnetze gleichendes Haufwerk (gefensterte Haut), bald nur einzelne andre Gewebe spiralförmig umschlingende Bündel oder Fasern bildend. Dass diese eigentlichen elastischen Fasern, welche sich als platte, ziemlich breite, etwas brüchige, viel verästelte Bänder zeigen, mit den bei weitem schmälern, sich gern spiralförmig aufwickelnden, oft mit Kernen besetzten sog. *Kernfasern* (ohne welche z. B. das Bindegewebe niemals gefunden wird) vollkommen identisch sind, wird heutzutage von den meisten Histologen angenommen, theils weil die Entwicklungsgeschichte darauf hinweist, theils weil sich die leisesten Uebergänge von einer Form zur Andern nachweisen lassen; auch haben die chemischen Reactionen beider Formen noch keinen Unterschied in beiden wahrnehmen lassen.

Die elastischen Fasern kommen nirgends, mögen sie auch noch so sehr überwiegen, ohne andre Gewebelemente vor; am gewöhnlichsten sind ihnen Bindegewebsfasern beigemischt, oft aber auch z. B. in der mittlern Arterienhaut glatte Muskelfasern (*Kölliker's* Faserzellen¹⁾); neben der gefensterten Haut gehen dort die elastischen Fasern zum Theil mit

1) *Kölliker*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 4, S. 78—82.

Mit mässig verdünnter *Salzsture* erwärmt, löst sie sich mit brauner Farbe auf; die gelöste Substanz ist in säurefreiem Wasser, sowie in Alkohol löslich.

Durch Einwirkung von *Salpetersäure* soll sich die sog. Xanthoproteinsäure bilden.

Durch Digestion in einer mit $1\frac{1}{2}$ Th. ihres Gewichts verdünnten *Schwefelsäure* giebt die reine elastische Faser nach *Zollikofer*¹⁾ nur Leucin und kein Glycin (vergl. Th. 4, S. 137).

In mässig concentrirter *Kalilauge* bleibt elastisches Gewebe bei gewöhnlicher Temperatur selbst nach sehr langer Zeit unverändert; nur bei tagelangem Erwärmen damit wird es in eine gallertartige Masse verwandelt.

Will man sich reine elastische Faser verschaffen, so gelingt dies nie auf mechanische Weise, sondern wie aus dem Gesagten hervorgeht, dadurch, dass man durch Kochen mit Essigsäure und Behandeln mit verdünnter Kalilauge alle Zellgewebsfibrillen und etwaige Faserzellen entfernt.

*Tilanus*²⁾ fand im elastischen Nackenbande, welches auf die eben erwähnte Weise gereinigt worden war, 55,75% Kohlenstoff, 7,44% Wasserstoff und 17,74% Stickstoff. Wir glauben nicht, dass aus dieser Analyse selbst unter Zuhülfenahme der Analyse der Chlorverbindung eine irgend zuverlässige Formel abgeleitet werden kann.

*Donders*³⁾ hat in neuerer Zeit die Ansicht gewonnen, dass alle Membranen von Zellen aus einer dem elastischen Gewebe gleichen oder wenigstens sehr ähnlichen Substanz bestehen. Diese Ansicht stützt sich besonders auf histologische Gründe und geht einerseits von der Entwicklung des elastischen Gewebes und besonders der sog. Kernfasern aus den Hüllenmembranen der Zellen aus und andererseits davon, dass gewisse Membranen und Gewebstheile, welche ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften nach dem elastischen Gewebe sehr nahe stehen (z. B. die Nervenscheide), erwiesenermaassen sich aus Zellenmembranen herausbilden. Nach *Donders* haben nun alle Membranen wahrer Zellen folgende physikalische und chemische Eigenschaften mit einander und mit dem aus ihnen hervorgegangenen elastischen Gewebe, den Neurolemma, der Linsencapsel u. s. w. gemein; die physikalischen Eigenschaften sind nämlich: structurlose, glasartige Beschaffenheit, Durchsichtigkeit, Elasticität, starkes Lichtbrechungsvermögen, spezifisches Gewicht grösser, als das des Wassers. Die gemeinsamen chemischen Eigenschaften seien dagegen folgende: Unauflöslichkeit in Wasser, Alkohol und Aether und Unveränderlichkeit aller physikalischen Eigenschaften bei Anwendung dieser Agentien; Unauflöslichkeit in Essigsäure und andern Pflanzensäuren; Schwerlöslichkeit in verdünnten Mineralsäuren, Schwefel-, Salz- und Salpetersäure; Unauflöslichkeit in Ammoniak und Schwerlöslichkeit selbst in concentrirten Natron- und Kalilösungen; Anschwellen in Säuren und Alkalien, Gelatinöswerden der Lösungen in Alkalien; Schwerlöslichkeit in kochendem Wasser und Mangel des Gelatinirens der Lösung. Die thierische Cellulose werde durch Salpetersäure gelb, dann nach Zusatz

1) *Zollikofer*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 82, S. 468—480.

2) *Tilanus*. Scheikondig Onderz. D. 3, p. 480.

3) *Donders*, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 3, S. 348—358 u. Bd. 4, S. 242—254.

von Ammoniak orange, verändert in Salzsäure und durch eine Mischung von Zucker mit Schwefelsäure kaum die Farbe, werde durch das Millon'sche Reagens roth. Aus der alkalischen Lösung werde durch Essigsäure ein im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslicher Stoff gefällt, der die Haupteigenschaften der thierischen Cellulose besitze; sie zersetze sich schwer, selbst bei pathologischen Processen, die Fettmetamorphose ausgenommen.

So wichtig nun allerdings solche Verallgemeinerungen der vorliegenden That-sachen gerade für die Histologie sind, so sehr solche Anschauungen von allgemeineren Gesichtspunkten das fernere Studium der Histologie erleichtern und zu weiteren Forschungen Anlass geben, so möchte es doch nicht gerathen sein, jetzt schon alle Zellmembranen für völlig identisch mit der Substanz des elastischen Gewebes anzusehen. Denn abgesehen davon, dass die oben angeführten Eigenschaften nicht bei jeder Zellmembran, nicht bei jeder elastischen Haut gefunden werden, wissen wir ja, wie verschieden oft die Reagentien auf Zellen und Gewebe einwirken, je nach ihrem Alter oder überhaupt dem Stadium ihrer Entwicklung. Dass übrigens die Hüllenmembran der meisten ganz jungen Zellen, z. B. Blutkörperchen, Eiterkörperchen, tiefste Epidermis- und Epithelialzellen, Zellen der drüsigen Follikel (*Kölliker*), ein Proteinkörper ist, d. h. ein dem Albumin und Fibrin weit näher stehender Stoff als die Grundsubstanz des elastischen Gewebes, kann wegen ihrer leichten Löslichkeit in Essigsäure und in sehr verdünnten Alkalien kaum in Abrede gestellt werden.

Horngewebe.

In früherer Zeit sah man meistens die hierher gehörigen Gewebe für die einfachsten im thierischen Organismus an und hielt sie fast nur für verschiedene Formbildungen desselben Grundstoffs, eines Stoffs, den gewisse Chemiker auch alsbald bereit waren, ausfindig zu machen und mit dem Namen *Keratin* zu belegen. Die eifrige Bearbeitung der Histologie in neuester Zeit hat aber gelehrt, dass auch diese scheinbar so homogenen Gewebe eine complicirte und unter sich in vieler Hinsicht verschiedene Structur haben. Die Structur der Epidermis, der Nägel (Klauen und Hufe), der Hörner und des Fischbeins zeigt ebensoviel übereinstimmendes als die chemische Constitution derselben Gewebe: alle diese Gewebe haben das mit einander gemein, dass sie aus Zellen oder kernhaltigen Bläschen hervorgegangen sind, die, ohne sich wie Zellen anderer Organe morphologisch weiter auszubilden, gewissermaassen vertrocknen und nur noch durch eine oft nicht recht nachweisbare Intercellularsubstanz conglutinirt erhalten werden. Ebenso zeigen sie sich in chemischer Hinsicht sehr ähnlich; alle enthalten im Verhältniss zu andern Geweben viel Schwefel und diesen in der Verbindung mit einer Substanz oder mit Atomaggregaten, die nach ihrem Verhalten gegen einige Reagentien, sowie der procentischen Zusammensetzung nach ihren Ursprung oder ihre Verwandtschaft mit den sg. Proteinkörpern nicht verläugnen können. Obgleich wir über die chemische Constitution dieser Gewebe oder vielmehr deren

Elemente noch lange nicht im Klaren sind, so hat doch die Chemie viel dazu beigetragen, unsre Kenntniss der histologischen Conformation dieser Gewebe auf den heutigen Standpunkt zu bringen; wir dürfen hierbei nur an die vortrefflichen Arbeiten *Donders's*¹⁾ und *Mulder's*, *Paulsen's*²⁾, *Kölliker's*³⁾ und mehrerer anderer Beobachter erinnern.

Die Aufgaben, welche heutzutage, den bisherigen histologischen Forschungen nach, der Chemiker sich bezüglich der Horngewebe zu stellen hätte, dürften etwa folgende sein; giebt es in der That eine die Zellen jener Gewebe zusammenhaltende, sie gewissermaassen zusammenleimende Substanz und welche chemische Eigenschaften und Zusammensetzung hat dieselbe? Ferner, welche chemische Beschaffenheit haben die morphotischen Bestandtheile jener vertrockneten Zellen oder Bläschen des Horngewebes? Von welcher Natur ist die Hüllenmembran, welcher Art sind die fast in allen nachweisbaren Kerne und endlich woraus besteht der meist vertrocknete Inhalt jener Zellen? Sind diese gleichen morphologischen Elemente in verschiedenen Arten des Horngewebes gleich oder sind sie, wie mehrere Reactionen andeuten, oft wesentlich von einander verschieden? Welche Constitution haben ferner dieselben morphologischen Elemente in den neuentstehenden oder entstandenen Zellen in der Nähe des Malpighi'schen Netzes, der Haut oder der Schleimschicht des Nagels? Welche Umwandlungen erleiden die gleichnamigen Elemente bei dem allmählichen Eintrocknen und den Formveränderungen der ursprünglich gefüllten, mehr sphaerischen oder ovalen Zellen?

Leider haben die bisherigen chemischen Forschungen über diesen Gegenstand mehr dazu beigetragen, diese Frage stellen, als sie beantworten zu können. Denn während chemische Mittel jene morphotischen Elemente des Horngewebes erst zu gehöriger Anschauung gebracht haben, ist die Chemie doch selbst noch weit davon entfernt, jedem der der Form nach unterschiedenen Gebilde seine Stellung in der Reihe organischer Atomencomplexe anzuweisen. Glücklich würden wir uns preisen, wenn wir nur einen jener morphotischen Bestandtheile des Horngewebes so zu isoliren verständen, wie wir gesehen haben, dass aus den gelben Bändern oder der mittleren Arterienhaut durch chemische Mittel die elastische Faser isolirt werden kann. Die verschiedenen Horngewebe sind bisher fast nur als homogenes Ganze vom Chemiker aufgefasst und als solches analysirt worden, nachdem man sie durch die indifferenten Lösungsmittel von Fett, Salzen und sog. extractiven Materien befreit hatte. Obgleich unter *Mulder's* Leitung derartige Analysen am häufigsten ausgeführt worden sind, so ist doch vielleicht kein Andreer mehr von der Un-

1) *Donders* und *Mulder*, Holländische Beiträge. Heft 1, S. 39—74. Hft. 2, S. 126—153 und *Mulder's* *physiol. Ch.* S. 542—579.

2) *Paulsen*, *Observationes mikrochemicae*; diss. inaug. Dorpati Liv. 1848.

3) *Kölliker*, *Mikrosk. Anatomie*. Bd. 2, S. 58—62 und 85—88.

zulänglichkeit derselben für die histologische sowohl als für die chemische Kenntniss der Gewebe überzeugt als gerade *Mulder*.

Wir unterlassen es, hier den innern Bau der verschiedenen Hornge-
webe ausführlicher zu schildern, da für die chemische Betrachtung die
obigen Andeutungen hinreichend sein dürften. Folgende mikrochemische
Reactionen gehen, wie gesagt, weit mehr Aufklärung über die histologi-
schen Bestandtheile der Horngewebe, als über die chemischen.

Durch Behandlung mit kaltem oder warmem Wasser werden die
Horngewebe allmählig aufgelockert: so wird die *Epidermis* durch längeres
Verweilen in demselben so weich, dass sie leicht zerdrückt werden kann,
wodurch sie in einzelne Zellen oder kleinere Conglomerate zerfällt; die
Zellen selbst treten deutlicher hervor; die äusserst dünnen, unregelmä-
sig geformten Epidermisplättchen erscheinen etwas aufgequollen, schwach
granulirt; der Kern wird deutlicher, sobald ein solcher überhaupt vorhan-
den ist; die dem Rete Malpighi entlehnten, bald mehr cylindrischen, bald
rundlichen Zellen, die einen Kern enthalten und einem von flüssigem In-
halte gespannten Bläschen gleichen, werden durch Wasser nur wenig
verändert.

Die *Nägel* verhalten sich im Ganzen der Oberhaut sehr ähnlich; sie
quellen indessen nur auf im Wasser und werden weicher, ohne sich zer-
reiben zu lassen.

Hörner und *Hufe* erweichen im Wasser, besonders beim Erwärmen
und entwickeln dabei gewöhnlich etwas Schwefelwasserstoff; unter dem
Mikroskope ist aber selbst nach längerem Aufbewahren in Wasser die
zellige Structur nur schwierig zu erkennen; meist erblickt man nur Fa-
sern, die hie und da rissig erscheinen.

Auf *Fischbein* und *Schildpatt* bringt Wasser, möge es warm oder kalt
verwendet werden, längere oder kürzere Zeit einwirken, keine sichtbare
Veränderung hervor.

Die besten Mittel zur Darlegung der zelligen Structur aller dieser
Gewebe sind die ätzenden Alkalien und zwar in ihren concen-
trirtesten Lösungen; in vielen Fällen ist das von *Kölliker* empfohlene
Aetznatron dem Aetzkali vorzuziehen. Auf die *Epidermis* wirkt indes-
sen eine verdünnte Kali- oder Natronlösung, besonders beim Erwärmen,
viel schneller ein und legt die zellige Structur viel schöner dar, als con-
centrirte Lösungen; die letzteren machen die Epidermidalplättchen runz-
licher, blass und kleiner, erst nach längerer Zeit quellen sie auf und zei-
gen deutliche Zellenform; verdünnte Alkalien verwandeln die Epidermis-
plättchen in kurzer Zeit in ovale oder sphaerische helle Blasen ohne Kern
und ohne körnigen Inhalt. Deutlicher sieht man noch an den Zellen des
Malpighischen Netzes, dass die Kerne der Epidermiszellen schneller und
früher aufgelöst werden, als ihre Hüllenmembranen; denn längeres Ver-
weilen, namentlich Erwärmen der Epidermiszellen mit ätzenden Alka-
lien bewirkt auch die Auflösung der Hüllen, so dass nur wenig einer grie-
sigen, hie und da körnigen Masse übrig bleibt.

Auf die Substanz der *Nägel* wirkt Kalilauge ganz ähnlich ein, wie auf die Epidermis; auch sie verwandelt sich in ein Haufwerk farb- und kernloser Blasen; dagegen kann man nach *Kölliker's* Vorgänge mittelst verdünnter Lösung von Aetznatron die schönsten polygonalen oder ovalen Zellen mit deutlichen Kernen sichtbar machen.

Die fasrig-rissige Structur des *Horns* (von der Kuh) schwindet durch längere Einwirkung von concentrirter Kalilauge, allein Zellen und zwar kernhaltige treten nicht eher deutlich hervor, als bis man dem Objecte Wasser zufließen lässt; nachmalige Neutralisation mit Schwefelsäure oder auch mit Essigsäure lässt in der Regel die Zellen als ovale oder sphärische Blasen ohne Inhalt hervortreten; die Kerne sind demnach verschwunden.

Das *Fischbein*, welches *Mulder* und *Donders* einer sehr genauen histochemischen Untersuchung unterworfen haben, besteht nach ihnen aus dünnen Lamellen, die parallel der äussern Oberfläche und dem den *Markcanälchen* ähnlichen Röhrensysteme liegen; jede Lamelle besteht auch hier aus einer Anzahl plattgedrückter Zellen, welche nach Behandlung mit concentrirtem Aetzkali durch Wasser zum Vorschein gebracht werden; auch hier widersteht die Zellenwand der Einwirkung der Reagentien viel länger, als Kern und übriger Inhalt.

Von denselben Forschern wurde auch das *Schildpatt* zuerst genauer untersucht; auch dieses zerfällt auf Anwendung von ätzenden Alkalien in polygonale und ovale Zellen, jedoch ist hier viel längere Einwirkung von Kali nothwendig, als bei den vorerwähnten Horngeweben; die Zellen isoliren sich hier nicht leicht, nur nach Zusatz von Wasser treten sie einzeln und zwar kernlos hervor; indessen zeigt sich immer ein geringer körniger Inhalt; auch ausserhalb der Zellen ist nach Wasserzusatz körnige Substanz wahrzunehmen.

Essigsäure wirkt selbst in concentrirtem Zustande und auf durch Wasser erweichte *Epidermis* fast gar nicht ein, dagegen isoliren sich bei länger anhaltendem Kochen mit concentrirter Essigsäure die Plättchen und schwellen zu äusserst blassen vollkommen körner- und kernlosen, prallgefüllten, aber immer noch etwas plattgedrückten Blasen an; nach *Kölliker* scheinen sich die Hüllenmembranen der Epidermis nicht aufzulösen, wohl aber die der Zellen des Malpighischen Netzes.

Auf die Substanz der *Nägel* wirkt Essigsäure wie auf die der Epidermis ein, nur erheblich langsamer, hier werden aber die Kerne der Zellen zum Theil recht schön sichtbar.

Auf *Kuhhorn* wirkt concentrirte Essigsäure selbst bei anhaltendem Kochen nur wenig ein, noch schwieriger ist eine Veränderung in mit dieser Säure behandeltem Fischbein und Schildpatt mikroskopisch wahrzunehmen, obgleich das erstere beim Kochen mit der concentrirten Säure in eine gallertartige Substanz verwandelt wird.

In concentrirter Schwefelsäure quillt die Oberhaut sehr bald auf und lässt bläschenförmige Zellen wahrnehmen, die auf Zusatz von Wasser

sich meist durch die Eigenschaft aus zusammenzukleben und beim Erhitzen in Wasser fast harzähnliche Klumpen zu bilden. *Mulder* zählt sie seinen Proteinoxyden bei.

Nach dieser Mittheilung der chemischen Reactionen, welche jene Gewebe zeigen, brauchen wir wohl kaum darauf hinzuweisen, dass die chemische Erkenntniss derselben noch zu dürftig ist, um auch nur eine der oben vom histologischen Standpunkte aus aufgeworfenen Fragen zu beantworten. Denn wenn *Mulder*¹⁾ selbst noch in den neuesten Mittheilungen aus seinen Versuchen Formeln herechnet und darnach fast alle jene Gewebe als *Verbindungen von Protein oder Proteinoxyden mit Sulphamid* ansieht: so kann diese Hypothese doch gewiss nur auf einen der Hauptbestandtheile des Horngewebes, nicht aber auf die Gesamtmasse bezogen werden. Drei verschiedenartige Substanzen sind doch mindestens in jedem Horngewebe enthalten: nämlich die in Alkalien so sehr schwerlösliche Substanz der Zellenmembranen, der leichter in Alkalien lösliche Zelleninhalt sammt Kern und die im Alkali völlig unlöslichen, keineswegs bloß aus Fett bestehenden körnigen Materien, welche nach völliger Auflösung einiger jener Gewebe zurückbleiben. Diese drei chemisch nachweisbaren Materien werden doch wohl schwerlich als isomer oder polymer betrachtet werden können und selbst in diesem Falle die Sulphamidhypothese keineswegs unterstützen.

Die Hauptmasse jedes Horngewebes wird, wie wir gesehen haben, durch die Zellenmembranen gebildet; Inhalt und Kerne derselben treten so zurück, dass die Elementaranalyse eines solchen Gewebes immer noch am ehesten einen ungefähren Ausdruck für die Zusammensetzung jener Hüllenmembranen geben wird; diese verhalten sich aber gerade gar nicht so, als ob sie eine Sulphamidsubstanz sein könnten; denn die mikrochemische Beobachtung zeigt, dass das Ammoniak und der Schwefelwasserstoff, welche wir bei der makrochemischen Behandlung dieser Gewebe mit selbst sehr verdünnten Alkalien entweichen sehen, wohl nicht von der Hauptmaterie, d. i. den Zellenmembranen, sondern von dem Zelleninhalte oder, was noch wahrscheinlicher, von dem Bindemittel herrühren müssen. Wenn also ein Proteinsulphamid überhaupt existirt, so dürfte dies im Bindemittel der Horngewebszellen oder höchstens in deren Inhalte zu suchen sein.

Was schlusslich das Bindemittel oder die eigentliche Intercellularsubstanz des Horngewebes betrifft, so ist diese allerdings mikroskopisch kaum nachzuweisen: allein gänzlich mangeln kann sie unmöglich; denn abgesehen davon, dass einige der oben erwähnten mikrochemischen Reactionen für ihre Existenz sprechen, so dürfte sonst gar nicht einzusehen sein, wie die in der Schleimschicht, der eigentlichen Matrix jedes Horngewebes, gebildeten Zellen (indem sie beim Wachstum des Gewebes

1) *Mulder*, Untersuch. übers. v. Völcker. H. 2, S. 272.

sem mechanischen Verhalten nach, *Donders'* Muthmaassung¹⁾ nicht theilen, dass diese Substanz aus einem Proteinkörper bestehe.

Die Rinden- oder Fasersubstanz macht bekanntlich den bedeutendsten Theil des Haares aus. Durch die Anwendung vorgenannter Reagentien, namentlich concentrirter und etwas erwärmter *Schwefelsture*, zerfällt jene Substanz nicht bloß in platte, lange Fasern, sondern diese selbst zerfallen wieder in lange, sehr schmale Plättchen mit einem sehr in die Länge gezogenen, dunkeln Kern. Bei längerer Digestion mit verdünnter *Kalilauge* löst sich die Rindensubstanz mit Zurücklassung jener langen spindelförmigen Kerne auf. Würden diese Plättchen auch nicht so deutlich den Stempel der Zellenbildung an sich tragen, so würden wir sie doch als Zellen bei Untersuchung des entsprechenden Theils der Haarwurzel erkennen. Nach der Haarwurzel hin sehen wir diese Plättchen sich allmählig verkürzen und die länglichen Kerne dicker werden; endlich finden wir im untern Theile der Haarwurzel ovale oder rundliche Zellen mit ovalem Kern.

Dass auch hier mit der Formveränderung die chemische Umwandlung Hand in Hand geht, leuchtet aus *Kölliker's* Beobachtung ein, dass die Zellen der Rindensubstanz im untern Haarwurzeltheile nicht nur gegen Alkalien und concentrirte Schwefelsäure empfindlicher als die Faserzellen der Rindensubstanz sind, sondern dass sie selbst von *Essigsture* (die jene ganz unverändert lässt) geschwellt und zum Theil gelöst werden. Nach *Kölliker* sind in der Fasersubstanz einzelne mit *Luft* erfüllte Lücken und ausserdem je nach der Färbung des Haars mehr oder weniger Häufchen von *Pigmentkörnchen* enthalten.

Den innern Theil des Haares nimmt die sog. Marksubstanz ein, deren Natur nur deutlich erkannt werden kann, wenn die Rindensubstanz durch Behandlung mit Alkalien durchsichtiger gemacht worden ist; dieselbe besteht aus reihenweise eng an einanderliegenden viereckigen, seltner rundlichen Zellen, welche nach der erwähnten Behandlung mit Kali neben einem hellen, rundlich ovalen Flecke (Kernrudimente) dunkle fettähnliche Körnchen enthalten. Solcher rundlichen graulichen Körnchen sieht man viele auch zwischen diesen Zellen im frischen, nicht mit Kali behandelten Haare; *Kölliker*²⁾ hat durch mehrere schöne Versuche nachgewiesen, dass diese, in gefärbten wie in weissen Haaren vorkommenden, dunkeln Körnchen wenigstens zum grössten Theil nur mit *Luft erfüllte Hohlräume* zwischen und in den ausgetrockneten Markzellen sind.

Dieses sind die wesentlichsten histologischen Grundlagen, welche einer rationellen chemischen Exploration des Haargewebes zu Grunde gelegt werden müssen. Leider waren die Chemiker bisher noch nicht in

1) *Donders* und *Mulder's* Vers. einer physiolog. Ch. S. 572.

2) *Kölliker*, a. a. O. S. 415.

den; an Eisenoxyd wurden in den Haaren 0,058 bis 0,390% gefunden; Mangan konnte *Laër* nicht nachweisen, wöhl aber etwas Kieselsäure neben phosphorsaurem Kalk. Von *Gorup Besanez*¹⁾ hat sehr ausführliche Bestimmungen über den Gehalt der Haare an Kieselsäure gemacht, und in den Haaren der Thiere durchschnittlich weit mehr gefunden, als in denen des Menschen (in denen des letztern 0,11 bis 0,22, in denen der Thiere 0,12 bis 0,57 %).

Auch die Wolle und die Borsten haben keine von der der Haare wesentlich verschiedene Zusammensetzung; dagegen hat *Scherer* die chemische Constitution der Federn sehr abweichend von der andrer Horngewebe und der Haare insbesondere gefunden: er fand im Mittel zweier Analysen von Federfahne und Spule 52,448% Kohlenstoff, 7,461% Wasserstoff und 17,787% Stickstoff. In den Federn fand *Gorup-Besanez* nicht geringe Mengen von *Kieselsäure*; in einer ebenso mühevollen als ausführlichen Arbeit hat derselbe den Einfluss der verschiedensten physiologischen Verhältnisse, d. h. des Geschlechts, des Alters, der Nahrung, der Species der Thiere u. s. w. auf den Gehalt der Federn an Kieselsäure ermittelt.

Contractile Faserzellen.

Die genauere Kenntniss dieser histologischen Elemente, welche man bisher in ihrer Aggregation im Thierkörper mit dem Namen der *organischen* oder *glatten Muskelfasern* belegte, verdanken wir insbesondere *Kölliker's* neuern Forschungen²⁾. Diese Zellen zeigen sich gewöhnlich als lange spindelförmige, schmale Fasern mit fein auslaufenden Enden, oft aber auch als in die Länge gezogene viereckige oder keulenförmige Plättchen, deren Ränder zuweilen gefranst sind; in den meisten erkennt man einen, vorzüglich auf Zusatz von Essigsäure deutlich hervortretenden Kern, der gewöhnlich cylindrisch oder stäbchenförmig ist; ein Kernkörperchen ist fast nie im Nucleus wahrzunehmen, der Kern erscheint vollkommen homogen. Die Zellensubstanz selbst zeigt zuweilen blasse oder dunklere zum Theil reihenweise der Achse der Fasern entsprechend gestellte Körnchen; im übrigen ist auch sie homogen; ob sie mit einer besondern Hüllenmembran umgeben ist, lässt sich mit Bestimmtheit nicht entscheiden. Diese Faserzellen bilden, indem sie sich seitlich und mit ihren Enden an einander legen, die schon mit blosem Auge erkennbaren Bündel der sog. glatten Muskeln z. B. im Darmcanale. *Kölliker* theilt sie, je nachdem die Zellen in grössern Mengen zu Bündeln und Häuten gruppirt oder andern einfachen Geweben nur eingestreut sind, in *reine* und in *gemischte* glatte Muskeln; zu den erstern gehören diejenigen, die man längst

1) Von *Gorup-Besanez*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 321—342.

2) *Kölliker*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 4, S. 48—87.

nach längerer Zeit wieder verschwindet. An den Arterien und Venen mittleren und sehr kleinen Lumens hat *Ed. Weber* erst später mit *E. H. Weber*¹⁾ die Zusammenziehungen fast in denselben Formen beobachtet, wie an andern Organen. *Kölliker*²⁾ hat sie neuerdings auch an den Blutgefässen des Menschen sowie an Lymphgefässen wahrgenommen.

Dass aber die Contractilität, d. h. die Fähigkeit sich auf Nervenreize zusammenzuziehen, im thierischen Organismus nicht etwa einzig und allein an die Faserzellen der glatten Muskeln gebunden sei, sondern auch andern Gewebsformen z. B. amorphen Membranen, Röhren, Bläschen, Fäden zukommen könne, haben *Ecker*³⁾ und *Kölliker*⁴⁾ namentlich durch Beispiele aus den Bewegungselementen niederer Thiere ausführlich nachgewiesen.

Indem wir hier zum erstenmale auf eine lebensfähige d. h. durch Nerveneinfluss bewegbare Form thierischer Gewebe stossen, muss die chemische Untersuchung derselben um so grösseres Interesse erregen; und in der That sind auch hier die chemischen Verhältnisse ganz andere, als wir sie bisher bei den nur durch ihre physikalischen Eigenschaften wirksamen Gewebstheilen des thierischen Organismus kennen gelernt haben.

Was zunächst die mikrochemischen Reactionen betrifft, so hat uns fremde (*Donders*,⁵⁾ *Schultze*⁶⁾ *Paulsen*⁷⁾ und eigne Beobachtung Folgendes gelehrt.

Am bekanntesten ist die Einwirkung der *Essigsäure* in mehr oder weniger verdünntem Zustande; diese Säure macht die Fasersubstanz aufquellen und daher noch durchscheinender als vorher; der vorher sehr blasse, meist gar nicht sichtbare Kern tritt deutlicher hervor und zeigt sich gewöhnlich als ein scharf contourirter, stabförmiger, oft etwas gekrümmter, ja sogar geschlängelter, dunkler Körper, in dem auch jetzt kein Nucleolus zu unterscheiden ist. Nach *Kölliker* kommt auf Essigsäurezusatz eine Verschmälerung der Kerne oft, jedoch nur in geringem Grade vor, nicht selten aber eine Zunahme in der Breite, wobei die Kerne nicht dunkler, sondern blässer werden.

Concentrirte Essigsäure löst die Faser vollständig, selbst die Kerne werden nach und nach undeutlich; zwischen den hyalinen Bindegewebsfasern sind nur noch Fetttropfen und Molecularkörnchen bemerkbar.

Höchst verdünnte Salzsäure (1 Theil wasserfreier Säure in 3000 Th. Wasser) verhält sich fast ebenso wie verdünnte Essigsäure, wirkt aber unsrer Erfahrung nach viel entschiedener; die Kerne treten schärfer und dunkler hervor, die Zellensubstanz ist sehr pellucid, dabei aber wellen-

1) *Ed. u. E. H. Weber*, Ber. der k. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 4, S. 94—96.

2) *Kölliker*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie Bd. 4, S. 257—260.

3) *Ecker*, ebend. S. 248—245.

4) *Kölliker*, a. a. O. S. 213—217.

5) *Donders*, a. a. O.

6) *Schultze*, a. a. O.

7) *Paulsen*, a. a. O.

ben nun feine lange Fäden, den Kernfasern angehörig; daneben zeigen sich aber eine Unzahl größerer Körner, von ganz unregelmässiger Form; ihre chemische Natur konnte nicht näher erforscht werden; von Kernen war durchaus nichts zu unterscheiden.

Concentrirte Kalilauge macht nach längerer Einwirkung die einzelnen Fasern dem Auge fast gänzlich verschwinden; es bleiben nur reihenweise geordnete Körnchen übrig; auf Zusatz von Wasser wird Alles bis auf die feinen Fäden (wie bei verdünntem Natron) aufgelöst.

In einer mässig concentrirten Lösung von *kohlensaurem Kali* erleiden die Faserzellen keine sichtbare Veränderung.

Digerirt man ein präeparirtes und wohl ausgewaschenes Stück von der *Muscularis* eines Schweinemagens längere Zeit (18 Stunden bis 3 Tage) mit einer Lösung von 6 Th. *salpetersaurem Kali* in 100 Th. Wasser bei 30 bis 40°, so ist an den einzelnen glatten Muskelfasern keine wesentliche Veränderung wahrzunehmen; wie beim kohlensauren Kali erscheinen sie nur etwas aufgequollen und durchscheinender; Kerne konnten weder in dem einen noch in dem andern Falle unterschieden werden. Die Muskelsubstanz selbst war etwas härter geworden.

Das *Millon'sche Reagens* (vergl. Th. 1, S. 307) färbt zwar die Bündel im Ganzen intensiv roth, lässt aber unter dem Mikroskop die einzelnen Faserzellen nicht eben sehr gefärbt erscheinen.

Jodwasser macht die Faserzellen zusammenschrumpfen, die Kerne undeutlicher und färbt das Ganze gelb; nachmalige Anwendung verdünnter Säure lässt die Kerne nicht hervortreten.

In *concentrirter Phosphorsäure* werden die Fibrillenbündel gallertartig; unter dem Mikroskope ist noch Faserung wahrzunehmen, die jedoch sogleich noch deutlicher hervortritt, sobald man Wasser dem Objecte zufließen lässt; auch hier erscheint eine körnige Materie, unter der aber nirgends ein Nucleus zu erkennen ist. Die Körner haben ganz dasselbe Aussehen, wie die, welche nach Behandlung der Fasern mit concentrirter Salzsäure oder Kalilauge mit Wasser zum Vorschein kommen.

Behandelt man mittlere Arterienhaut oder *Muscularis* vom Magen oder Darmcanal, nachdem man diese zerschnitten, mit Wasser gehörig ausgelaugt und nächher noch mit letzterem längere Zeit (zur Entfernung des leimgebenden Bindegewebes) ausgekocht hat, mit concentrirter Essigsäure, so wird eine durch gelbes sowohl als rothes Blutlaugensalz fällbare Substanz aufgelöst; durch Neutralisation der Essigsäure wird dieselbe wieder präecipitirt und zeigt einen deutlichen Gehalt an Schwefel.

Gegen sehr verdünnte Salzsäure (1 p. m.) verhält sich die Fasersubstanz der glatten Muskeln ganz so, wie dies *Liebig*¹⁾ von der der quergestreiften (dem Syntonin Th. 1, S. 345) gezeigt hat. Wird nämlich zerkleinerte und mit Wasser vollkommen ausgelaugte Magenmuskelhaut (vom

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 73, S. 125—129.

Wir glaubten daher einen der Induction zugänglicheren Weg einzuschlagen, wenn wir zu vergleichenden Elementaranalysen jene durch verdünnte Salzsäure aus jedem contractilen Gewebe extrahirbare Substanz, nach ihrer Fällung durch verdünnte Natronlauge und nach der weitern Behandlung mit Alkohol und Aether, der Elementaranalyse unterwarfen. Wenn wir uns dabei auch nicht dem Wahne hingaben, diese Materie, welche allerdings, der Hauptmasse nach, der Substanz der contractilen Faserzellen entlehnt ist, als vollkommen rein zu betrachten (denn dagegen sprechen ebensowohl chemische als histologische Gründe), so glaubten wir doch, dass die Analysen dieser aus verschiedenen, zusammengesetzten contractilen Geweben dargestellten Materie vergleichsfähiger seien und zu schlussfertigeren Resultaten berechtigten, als die Analysen der complexen Gewebe selbst. Und in der That zeigte sich diese durch salzsäurehaltiges Wasser löslich gemachte Zellensubstanz stets von derselben Zusammensetzung, mochte sie der Muscularis des Schweines oder der mittleren Arterienhaut des Rindes oder der Tunica dartos oder der Harnblase entlehnt sein. Dabei stellte sich aber gleichzeitig heraus, dass diese den glatten Muskelfasern entsprungene Materie völlig ebenso zusammengesetzt war, wie die von *Liebig* dargestellte und von *Strecker* analysirte analoge Materie aus den quergestreiften Muskelfasern. Da über diese von mir ausgeführten Analysen ausführlicher an einem andern Orte berichtet werden muss, so diene hier nur zum Vergleiche mit dem Blutfibrin und dem Fibrin der animalen Muskeln die Mittheilung der mittleren Resultate derselben; es wurde durchschnittlich gefunden: Kohlenstoff = 53,84, Wasserstoff = 7,30, Stickstoff = 15,84% und Schwefel = 1,09%.

Diese Substanz stimmt auch darin mit dem aus quergestreiften Muskeln ausgezogenen Proteinkörper überein, dass sie in Salpeterwasser (6% $\text{K}\ddot{\text{N}}$), so wie in kohlensaurem Kali völlig unauflöslich ist. Obgleich schon die oben erwähnten mikrochemischen Reactionen dies mit ziemlicher Bestimmtheit erwiesen, so wurden doch noch folgende Versuche hierüber angestellt. Muscularis des Magens wurde fein gewiegt und mit Wasser so lange ausgelaugt, als noch coagulable Substanz in Lösung übergang; ein Theil der ausgelaugten Masse ward mit einer Lösung von 4 Th. kohlensaurem Kali in 10 Th. Wasser 1 Stunde lang digerirt; in der filtrirten Flüssigkeit waren nur Spuren eines aufgelösten Proteinkörpers nachzuweisen. Ein anderer Theil der von Albumin befreiten Muscularis ward in Salpeterlösung von der erwähnten Concentration bei 37° zwei Tage lang digerirt; nach Verlauf dieser Zeit hatte sich auch nicht eine Spur einer in der Hitze oder durch Essigsäure coagulablen Materie gebildet.

Es ist wahrscheinlich ein sehr bedeutungsvoller Umstand, dass die lebensthätigeren Organe des Thierkörpers von einer Flüssigkeit umspült sind, welche sehr verschieden von einem gewöhnlichen Bluttranssudate oder dem Plasma des Blutes ist. *Berzelius* hatte schon vor langer Zeit

auf den Muskelsaft aufmerksam gemacht, und bekannt ist die classische Untersuchung der Fleischflüssigkeit durch *Liebig*. Wie nach den Entdeckungen *Liebig's* die quergestreiften Muskelfibern von einer in jeder Hinsicht vom Blutplasma unterschiedenen Flüssigkeit umgeben sind, so auch die Faserzellen der glatten Muskeln. *M. S. Schultze*¹⁾ fand bei Untersuchung der mittleren Arterienhaut, dass diese von einer sehr caseinreichen Flüssigkeit durchdrungen sei. In 100 Th. der wohlausgetrockneten Ringsfaserhaut der Aorta thoracica fand er z. B. 17,4 bis 23,4 löslicher Bestandtheile und darunter 7,24 Th. Käsestoff; in der mittleren Haut der Carotis, die bekanntlich weniger elastische Fasern, aber weit mehr contractile Faserzellen enthält als die Aorta, fand derselbe Forscher 39% löslicher Bestandtheile und darunter 24 Th. Casein. Uebrigens fand *Schultze* jene Interstitialflüssigkeit von schwach alkalischer Reaction und neben dem Casein und Salzen eine geringere Menge in der Hitze coagulabler und nicht coagulabler Substanz.

Eigne Untersuchungen über den die contractilen Gewebe durchfeuchtenden Saft haben Folgendes gelehrt: die aus der Muscularis des Schweinemagens ausgezogene Flüssigkeit reagirt deutlich sauer, wenn auch nicht so intensiv, wie die aus quergestreiften Muskeln; die analoge Flüssigkeit aus der mittleren Arterienhaut (Aorta adscendens, descendens und Carotis des Rindes) röthete Lackmus zwar schwach, aber ganz unzweifelhaft; die aus der Tunica dartos war ohne alle Reaction auf Pflanzenfarben. Wenn *Schultze* den Saft der mittleren Arterienhaut alkalisch fand, so mag dies wohl entweder von eingemengter alkalischer Zellgewebsflüssigkeit oder von bereits begonnener Zersetzung hergerührt haben. In der mittleren Arterienhaut und der Tunica dartos findet sich mehr Casein und weniger Albumin als in der Muscularis des Schweinemagens; die letztere ist eben so reich an Albumin als der Saft der animalen Muskeln.

Kreatin findet sich in weit geringerer Menge, als in dem Saft der quergestreiften Muskeln vor; indessen konnte keine Elementaranalyse wegen unzureichenden Materials angestellt werden, so dass nur die kry stallometrische Bestimmung einige Gewähr für das Vorhandensein des Kreatins gab. Neben sehr geringen Mengen von Milchsäure findet man Essigsäure und Buttersäure. Das Verhältniss des Kalis zum Natron wurde = 38 : 62 in dem Saft der glatten Magenmuskeln und = 42 : 58 in dem der mittleren Arterienhaut, das der löslichen Phosphate zu den unlöslichen in dem Magenmuskelsafte = 82 : 48, in dem der mittlern Arterienhaut = 79 : 24 gefunden.

Neuerdings hat auch *Siegmund*²⁾ das Kreatin, Essigsäure und Ameisensäure im Saft eines schwangern Uterus gefunden und *Walther*³⁾ unter meiner Leitung die

1) *M. S. Schultze*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 74, S. 277—295.

2) *Siegmund*, Verh. der phys.-med. Ges. zu Würzburg. Bd. 3, S. 50.

3) *R. Walther*, Diss. inaug. med. Lips. 1854.

oben angeführten mikrochemischen Untersuchungen der Faserzellen und die chemische Analyse des sie umspülenden Saftes weiter ausgedehnt.

Alle diese Verhältnisse, welche in diesem Augenblicke noch einer genauern Untersuchung unterliegen, beweisen schon jetzt, dass zwischen dem Saft der quergestreiften Muskelcylinder und dem der Faserzellen mindestens eine sehr grosse Analogie statt hat. Mag man nun auch, gleich einigen der ausgezeichnetsten Histologen, noch an der Existenz jener Faserzellen in der mittleren Arterienhaut, in welcher *Kölliker* sie gefunden zu haben behauptet, einigen Zweifel hegen, so ist doch vom chemischen Gesichtspunkte aus sicher erwiesen, dass die Fibrillensubstanz der quergestreiften, wie der glatten Muskeln und die sog. contractilen Gewebe nicht nur eine feste Materie enthalten, die in allen sich als chemisch identisch zeigt, sondern dass auch dieses Gewebelement stets von einem Saft umflossen ist, der durch seine saure Reaction, seinen Reichthum an Kalisalzen und Phosphaten, seinen Gehalt an Kreatin u. dergl. sich von allen andern thierischen Säften wesentlich unterscheidet; eine genauere Untersuchung wird indessen die Unterschiede, welche schon die vorläufige Analyse zwischen der Constitution dieser Säfte in den verschiedenen contractilen Geweben auswies, erst noch ausführlicher darlegen.

Obgleich in dem Obigen wohl schon hinlänglich angedeutet worden ist, welcher Weg bei *Untersuchung* des contractilen Gewebes einzuschlagen sein dürfte, so wiederholen wir der Uebersicht wegen noch einmal kurz das zu befolgende Verfahren. Wenn wir uns dessen bewusst sind, dass wir, möge das contractile Gewebe der mittleren Arterienhaut oder der Muskelschicht des Darmcanals, der Harnblase, der Tunica dartos oder dem Uterus entlehnt sein, stets ein Geflecht verschiedenartiger Gewebeelemente vor uns haben, welches noch überdies von einer dem Blutserum durchaus unähnlichen Flüssigkeit durchdrungen ist: so muss sich unser erstes Bemühen darauf richten, die unwesentlichen Bestandtheile der glatten Muskelfibern zu entfernen. Leider sind wir durchaus nicht im Stande, uns vollkommen reine, von Nerven, Bindegewebe, Kern- und elastischen Fasern freie Faserzellen zu bereiten; wir müssen daher auf gewissen Umwegen zur Kenntniss der chemischen Natur dieses Gewebeelementes zu gelangen suchen. Nachdem man das sorgfältig zerkleinerte Gewebe so lange mit lauem Wasser ausgelaugt hat, als sich noch irgend eine Spur organischer Materie in der ablaufenden Flüssigkeit nachweisen lässt, stehen zwei Wege offen, um die Substanz der Faserzellen der chemischen Untersuchung zugänglich zu machen; man löst nämlich entweder das Bindegewebe oder die Faserzellen auf. Indessen haben beide Verfahrensweisen ihre grossen Nachtheile. Zur Lösung des Bindegewebes darf man sich bei Gegenwart eines eiweissartigen Gewebes keines andern Lösungsmittels als des siedenden Wassers bedienen, und dennoch erreicht man dadurch seinen Zweck nur höchst unvollständig; denn erstens wird das fibrinöse Substrat der Zellen in den coagulirten Zustand übergeführt und dadurch jede Möglichkeit geraubt, diese Substanz

von den Kernen der Faserzellen zu trennen, zweitens werden aber durch das (zur möglichst vollständigen Lösung des Bindegewebes durchaus nötige) anhaltende Erhitzen mit Wasser auch die Faserzellen selbst angegriffen; es löst sich eine dem *Mulder'schen* Proteintritoxyd entsprechende Substanz mit dem Leime auf (wie *Schultze* schon früher bemerkt hat); drittens endlich bleiben, wie schon oft erwähnt, alles Kochens ungeachtet die Kernfasern des Bindegewebes ungelöst, und werden also selbst in dem Falle, dass dem contractilen Gewebe nicht eigentliche elastische Fasern eingestreut waren, dennoch eine Masse hinterlassen, die durchaus nicht als chemisch rein angesehen werden kann. In Alkalien löst sich die coagulirte Substanz der glatten Muskeln nur schwierig auf und sie ist daher auch hierdurch nicht vollständig von der Kernfasermaterie zu trennen, da sich zum Theil dieselbe ebenfalls in Alkalien, besonders beim Erhitzen auflöst. So würde z. B. der Schwefelgehalt der contractilen Faserzelle nicht füglich auf diesem Wege mit einiger Sicherheit zu bestimmen sein; das Auflösen in Alkalien und nachherige Fällen durch Säuren ist ohnedies aus mehr denn einem Grunde nicht zu empfehlen; wollte man aber die mit Wasser ausgekochte Substanz, ohne sie in Alkalien aufzulösen, auf ihren Gehalt an Schwefel analysiren, so würde man in jenem Falle zu wenig Schwefel finden; denn die Kernfasern bedingen eine Vermehrung schwefelfreier Substanz und das Kochen an der Luft hat der Substanz ebenfalls schon Schwefel entzogen.

Aus diesen Gründen wird man besser thun, wenn man die Substanz der Faserzellen in Lösung zu setzen versucht; als Lösungsmittel kann man sich verdünnter, alkalischer Lösungen oder mässig verdünnter Essigsäure oder salzsäurehaltigen Wassers bedienen. Von diesen drei Lösungsmitteln habe ich die höchst verdünnte Salzsäure (von 0,4% bis 0,5% Säuregehalt) für das tauglichste gefunden; verdünnte Natronlauge macht das Bindegewebe zu gallertartig, löst höchst wahrscheinlich auch etwas Kernsubstanz der contractilen Faserzellen auf und macht die Schwefelbestimmung unsicher; besser ist Essigsäure, allein auch diese hat den ersten Nachtheil mit der Natronlauge gemein. Die salzsäurehaltige Lösung kann als ziemlich reine Lösung der Zellensubstanz des contractilen Gewebes angesehen werden; Bindegewebe, Kernfasern und die Kerne der Faserzellen selbst bleiben ungelöst. Aus dieser Lösung fällt bei vorsichtiger Neutralisation die Faserzellenmaterie in Form einer weichen Gallert nieder, die, nachdem sie mit Alkohol und Aether extrahirt worden, vollkommen tauglich ist zur Schwefelbestimmung und weitem Elementaranalyse. Was die Kernmaterie der Faserzellen betrifft, so kann diese nicht so rein erhalten werden, da zu deren Lösung am besten eine verdünnte Natronlauge verwendet wird; die Natronlauge löst immer etwas Bindegewebe mit auf oder bewirkt wenigstens, dass die gallertartigen Theile desselben mit durch das Filter gehen.

Ueber die Untersuchungsweise der parenchymatösen Flüssigkeit schweigen wir, theils weil schon früher öfter von der Bestimmung der

einzelnen Bestandtheile thierischer Flüssigkeiten die Rede gewesen ist, theils weil wir auf diesen Gegenstand noch bei den quergestreiften Fasern zurückkommen werden.

*

Quergestreifte Muskelfasern.

Diese Gewebstheile, auch *animalische (Brechet)* oder *gegliederte (Treviranus)* Muskelfasern oder *contractile Fibrillenbündel (Kölliker)* genannt, sind nur denjenigen Bewegungsorganen eigenthümlich, welche mindestens bis zu einem bestimmten Grade dem Willen unterworfen sind.

Untersucht man irgend einen (bauchigen) Muskel auf Längs- und Querschnitten, so überzeugt man sich auch bald mit unbewaffnetem Auge, dass derselbe aus einer mehr oder weniger grossen Anzahl parallel neben einander verlaufender, ihrer Länge nach gestreifter Bündel besteht; diese Bündel (*secundäre Muskelbündel*) sind von einem Bindegewebe umgeben (*Perimysium internum*) und werden durch dasselbe zusammengehalten; in diesem Bindegewebe lassen sich noch durch Praeparation einzelne weniger feine Blutgefässe und Nerven verfolgen. Betrachtet man aber jene gestreiften Bündel mit bewaffnetem Auge, so findet man, dass die Längsstreifen noch von feineren Bündeln herrühren, die sich bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen als rundliche, unregelmässig plattgedrückte, im Querdurchmesser zuweilen hexagonal erscheinende Cylinder oder Stränge mit deutlicher Querstreifung zu erkennen geben. Eine genauere Untersuchung dieser feinsten, quergestreiften Bündel (*Muskelp primitivbündel*) hat ergeben, dass dieselben aus dicht an einanderliegenden, fast perlschnurförmigen Fäden bestehen, welche eng von einer structurlosen glatten Hülle (*Sarkolemma*) umgeben sind. Das Sarkolemma der verschiedenen Primitivbündel wird ebenfalls durch Bindegewebsfäden zusammengehalten; zwischen dem Sarkolemma der einzelnen Bündel findet man das bekannte, meist rechtwinklige Maschen bildende Blutgefässnetz der Muskeln und die schlingenförmigen Windungen der Nerven. Ob im ausgebildeten Muskel das Sarkolemma selbst noch Kerne enthält, d. h. ob die daran wahrnehmbaren Kernbildungen ihm selbst angehören oder vielmehr unter demselben liegen und lediglich den Muskelfibrillen der Primitivbündel, d. h. also zum Inhalte der Sarkolemmahülsen gehören, darüber ist man noch nicht einig; kurz man sieht an dem Sarkolemm rundliche, oft Oeltropfen gleichende, seltner spindelförmige Kerne, von denen wenigstens einige (nach Schwann und Kölliker) zwischen dem Sarkolemm und den Muskelfibrillen sitzen, aber mit keinen von diesen Theilen inniger verbunden sind. An der vom Sarkolemm eingeschlossenen Substanz bemerkt man, wie erwähnt, eine durchschnittlich sehr scharf sich markierende Querstreifung und eine gewöhnlich minder scharfe Längsfaserung,

so dass man dem Augenscheine nach die Primitivbündel aus übereinander gelagerten Scheiben zusammengesetzt sich eben sowohl denken kann (*Bowman*), als aus langen quergestreiften Fibrillen; indessen sieht man an Muskeln, die einer chemischen Behandlung, sei es blossem Kochen oder Reagentien, unterworfen worden sind, viel häufiger eine Theilung oder ein Zerfallen des Sarkolemmminhalts in gekerbte Fäden, so dass auch die grosse Mehrzahl der Histologen dieselben als aus Fibrillen bestehend annimmt. Dass die Kerbungen der Querstreifung der Primitivfibrillen in der bestimmtesten Beziehung zur Function der Muskeln stehen, wird ziemlich allseitig angenommen; bei der mikroskopischen Beobachtung der Muskeln von eben getödteten oder noch lebenden Raupen sieht man die dunkeln Streifen sich nähern und sich wieder entfernen; an gelähmten (nicht bereits fettig entarteten) Muskeln sieht man jene Streifen in grösserer Entfernung von einander, als bei nicht gelähmten u. s. w.

Wenn auch mehrere achtenswerthe Forscher die eben erwähnten Beobachtungen nicht als vollgültige Beweise für die wesentliche Theilnahme jener Einschnürungen der Elementarfibrillen bei der Muskelcontraction gelten lassen, so dürften die gerade an dieser Gruppe thierischer Fasern so augenfällig und so constant hervortretenden Einkerbungen oder vielleicht richtiger varicöses Erweiterungen doch wohl nicht zwecklos oder zufällig sein; denn mag auch unsere Vorstellung von der Verkürzung der Fibrillen sehr complicirt werden, so kann der Mangel an Homogenität der Fasern doch nicht ohne Bedeutung bei deren Contraction sein; aus einer vollkommen homogenen Substanz bestehen die Elementarfibrillen aber sicher nicht, denn erstens sehen wir, wenn auch durchschnittlich etwas weniger häufig die Muskelcylinder der Quere nach in Scheiben (wie *Bowman*¹⁾ oder in parallelopipedische Stückchen und jede einzelne Fibrille in kleinere lineare Abschnitte und endlich in reihenweis gestellte Körnchen zerfallen (vergl. Th. 2, S. 404); die Continuität der Elementarfibrillen wird also leichter in der Richtung der Einschnürungen aufgehoben: andererseits erleiden auch, wie ich mich vor längerer Zeit, ohne *Bowman's* Beobachtungen zu kennen, überzeugt habe, die Muskelfibrillen nicht blos auf Zusatz von Wasser, sondern auch von andern chemisch nicht sehr differenten Substanzen Formveränderungen, die mit einer Verkürzung oder Verlängerung der Fibrillen selbst verbunden sind. Ich behandelte Muskelfasern der Extremitäten von ziemlich ausgetragenen Mäuseembryonen (*Mus domesticus*) mit verschiedenen chemischen Agentien; bei Zusatz von Wasser sah man, wie nach *Bowman* gewiss oft beobachtet worden, die Querstreifung undeutlicher werden, ja zuweilen gänzlich schwinden; wurden dagegen sehr gesättigte Lösungen indifferenten Salze, wie Chlorcalcium, schwefelsaures Natron, Salmiak, oder von Zucker u. dergl. zugesetzt, so rückten die ursprünglich verhältnissmässig weit auseinanderstehenden Querstreifen einander näher und es trat eine durch das Mikrometer gut messbare Verkürzung ein; die Querstreifen selbst erschienen dann viel deutlicher und schärfer; wurde nachher Wasser zugesetzt und die Salzlösung möglichst ausgewaschen, so traten die Querstreifen wieder mehr aus einander; ihre Begrenzung wurde matter; doch konnten sie nicht wieder völlig zum Verschwinden gebracht werden. Diese später mehrmahls wiederholte Beobachtung dürfte wenigstens soviel beweisen, dass die Muskelfibrille in ihrer Varicosität einerseits und in der Einschnürung andererseits ein verschiedenes Imbibitionsvermögen besitzt; dieses kann aber nur von einer verschiedenen Aggregation der kleinsten mechanischen, wo nicht chemischen Theilchen abhängig sein. Als homogen kann also wohl die Elementarfaser der animalen Muskeln nicht betrachtet

1) *Bowman*, Philosophical transactions 1840. Part. I. p. 457.

werden; auch kann man diese Art von Erscheinungen, wie wir sie durch Salzlösungen hervorriefen, nicht durch einfache Schlingelungen der Faser deuten, so wie sie *Henle* z. B. beim Bindegewebe beobachtet hat.

Wenn die physikalische Untersuchung der Muskelfibrillen schon darauf hindeutet, dass dieselben nicht einfache, homogene, blos hie und da gefaltete Stränge sind, so beweist dies noch mehr die chemische Untersuchung, insofern diese eine Zerstörung der Fibern bedingt. Mögen wir anwenden, welches Mittel es auch sei, so werden die Fibrillen sehr ungleich aufgelöst; immer bilden sich erst kleine, Vibrionen ähnliche Fäden, die neben Fettbläschen endlich eine grosse Anzahl molecularer, oft noch reihenweise gestellter Körnchen hinterlassen. Zeigt sich aber der Elementarfaden des Primitivbündels als nicht homogen, so gilt dies noch mehr von dem letzteren selbst; der Kerne an der Oberfläche des Muskelcylinders ist schon oben Erwähnung gethan worden, die Elementarfäden selbst, mögen sie auch noch so dicht an einander liegen, mögen sie auch noch so eng von dem Sarkolemm umschlossen werden, müssen noch zwischen sich eine Substanz enthalten; ja diese Zwischensubstanz scheint sogar doppelter Natur zu sein; einerseits ist nämlich von einigen ausgezeichneten Mikroskopikern namentlich an Querschnitten der Muskelbündel zwischen den einzelnen Faserenden eine granulöse und moleculare Substanz beobachtet worden, andererseits aber kann jener Saft, dessen Untersuchung *Liebig* in so glänzender Weise ausgeführt hat, kaum wo anders zu suchen sein, als innerhalb des Sarkolemm's jedes Primitivbündels, das letztere selbst durchfeuchtend.

Wir würden demnach auch hier die chemische Betrachtung der animalen Muskelsubstanz in mehrere Abschnitte zu spalten haben; sehen wir ab von dem für uns unwesentlichen stets vorhandenen Bindegewebe des Perimysiums, von den zahlreichen Blutgefässnetzen und Nervenschlingen und den spärlichen Lymphgefässen, so zieht die mikrochemische Untersuchung des Sarkolemm's und des darin befindlichen Fibrillencylinders zunächst unsre Aufmerksamkeit auf sich; dann gehen wir zu den mit Muskelgewebe ausführbaren mikrochemischen Reactionen über und endlich auf den parenchymatösen Saft.

Essigsäure im höchst verdünnten Zustande (4 Th. Essigsäure in 5000 Th. Wasser) macht die Primitivbündel der Muskeln sehr schnell aufquellen und sehr erblassen; nach längerer Einwirkung (2, 3 bis 4 Tage) sieht man die Bündel angeschwollen, die Querstreifen sehr deutlich und mehr auseinandergerückt, die Kerne parallel der Längsachse jedes Bündels sehr schmal, in die Länge gezogen, granulirt, nicht sehr scharf contourirt; manche sind vier bis fünfmal eingeschnürt; einzelne derselben sind mit der Muskelsubstanz aus dem Sarkolemm herausgetreten und liegen hier zerstreut, quer und schief gegen die Achse des Muskelcylinders. In der Muscularsubstanz selbst sind nirgends Längsstreifen (Andeutungen der Primitivfibrillen) wahrzunehmen; dagegen ist die Theilung derselben der Quere nach öfter deutlich wahrzunehmen; an den Durch-

schnittsstellen mancher Primitivbündel sind einer einzigen Querstreifung entsprechende Stücke Muskelsubstanz zu erkennen, die, ohne die distincte Form zu haben, wie *Bowman* sie zeichnet, doch deutlich die Theilung des Muskelcylinders in der Richtung der einzelnen Querstreifen erweisen, bei günstiger Beleuchtung und gehöriger Benutzung des Diaphragmas zeigen diese flachen Abschnitte ein gestricktes Ansehen, wie sich unter spitzen Winkeln kreuzende Linien, die an ihren Kreuzungsstellen etwas angeschwollen sind. Oft erkennt man die Theilung der Muskelcylinder der Quere nach auch daran, dass nur die Hälfte einer der Quertheilung entsprechenden Platte abgerissen ist; zuweilen hat sich ein Querstreifen vom Muskelcylinder abgelöst und ist gewunden, als wollte er sich in sich aufrollen; ein ander Mal ist der Muskelcylinder etwas gebogen und an der Convexität in den einzelnen Querstreifen eingerissen, so dass diese divergiren, wie die Blätter eines aufgeschlagenen, schlecht eingebundenen Buchs (*F. T. 15. F. 1*).

Concentrirte Essigsäure verhält sich bei kürzerer Einwirkung (5 bis 10 St.) vollkommen ebenso wie höchst verdünnte nach längerer Einwirkung.

Das *Sarkolemm* wird weder durch verdünnte noch durch concentrirte Essigsäure verändert; an den vom Inhalte befreiten Stellen erscheint es als structurlose Membran *ohne Kerne*, nur hie und da mit Fetttropfchen wie übersät.

In höchst *verdünnter Salzsäure* (4 Th. Säure in 12560 Th. Wasser) verhalten sich die Muskelbündel fast ebenso wie in Essigsäure; die Bündel werden blasser und die Kerne treten deutlich hervor; indessen quellen die Muskelcylinder keineswegs so bedeutend auf, wie nach Anwendung verdünnter oder concentrirter Essigsäure, die Querstreifen sind scharf markirt, jedoch eine Spaltung der Faser nach der Richtung der Querstreifen bei weitem seltner; Längsstreifen (Primitivfibrillen) nicht zu bemerken. Ueber die Wirkungsweise etwas minder verdünnter Salzsäure siehe weiter unten.

*Donders*¹⁾ hebt hervor, dass durch längere Digestion in verdünnter Salzsäure das Sarkolemma, namentlich an den Primitivbündeln des Herzens, recht deutlich gemacht werde.

Concentrirte Salzsäure verwandelt nicht allzugrosse Fleischstücke nach kurzer Zeit (8 St.) in eine schleimige Masse, die sich in der darüber befindlichen Flüssigkeit leicht aufrühren lässt. Unter dem Mikroskope findet man in der Flüssigkeit ziemlich kurze Parallelopipeda mit sehr deutlicher und oft sehr scharfer Querstreifung; obgleich hie und da an den Cylindern auch Längsstreifen erkennbar sind, so sind doch die Primitivbündel nur der Quere nach eingerissen oder gespalten; während aber sonst die Querstreifen immer ziemlich parallel verlaufen, lassen sie hier grössere oder kleinere Interstitien oder Lücken zwischen sich, die oft nicht

1) *Donders*, *Nederlandsch Lancet*. 3 S. 4 J. S. 559.

über das ganze Bündel herübergehen, so dass die Querstreifung hie und da wie durch schwarze Striche stärker markirt erscheint. An vielen parallelopipedischen Stücken ist die Querstreifung nur noch durch mehr oder weniger parallel gelagerte, feine Körnchen angedeutet; manche dieser stark granulirten Cylinder sind von den längern Seiten her wie angefressen; niemals zeigt sich aber eine Theilung des Bündels der Länge nach. Die Fasersubstanz wird durch Iodwasser noch intensiv gelb gefärbt, Wasserzusatz macht sie nur wenig aufquellen. Kerne und Sarkolemm sind nur hie und da, hauptsächlich nach Iodzusatze, erkennbar (F. T. 15. F. 3).

In concentrirter Salpetersäure zerfallen nach 4 bis 40stündiger Einwirkung die Primitivbündel in gelbgefärbte Parallelopipeda mit sehr scharfer Querstreifung; die Bündel sind nur im Sinne der Querstreifen gespalten; wie bei den mit concentrirter Salzsäure behandelten sind auch hier zwischen den Querstreifen grössere oder kleinere Lücken zu bemerken, d. h. je zwei Querstreifen haben sich an einer Stelle mehr von einander getrennt, als an einer andern, und sind nur zum Theil noch in Contiguität; an einzelnen kleinern Abschnitten der Bündel divergiren von einer Seite her alle Querstreifen, so dass das Stückchen in der Projection pinsel- oder büschelförmig erscheint. Eine Längsstreifung ist nirgends zu erkennen (F. T. 15. F. 2).

Sehr verdünnte Salpetersäure wirkt wie verdünnte Salzsäure.

In concentrirter Schwefelsäure zerfällt die Fleischfaser nach 40 bis 30stündiger Einwirkung zu einer purpurrothen, seimigen Flüssigkeit, in welcher durch das Mikroskop anfangs nur längere oder kürzere Fäden wahrzunehmen sind; bei genauerer Untersuchung zeigen sich die Fäden als sehr dünne wetzsteinförmige oder spindelförmige Plättchen. Auf Zusatz von Wasser verschwindet die rothe Farbe und es scheidet sich ein graugelbliches Gerinnsel aus, welches unter dem Mikroskope vollkommen amorph, d. h. in granulirten Fetzen, wie gewöhnlich die coagulirten Proteinkörper, erscheint.

Eine etwas verdünnte Schwefelsäure wirkt fast ganz wie concentrirte Salzsäure, die Querstreifen treten sehr deutlich hervor; Längsstreifen, die *Mulder* und *Donders* in solchem Falle noch zum Theil gesehen haben, konnte ich kaum je noch deutlich nach längerer Einwirkung dieser Säure erkennen.

Sehr verdünnte Schwefelsäure wirkt wie Essigsäure oder höchst verdünnte Salzsäure.

Durch eine concentrirte Lösung von Chromsäure zerfällt nach längerer Einwirkung die Muskelfaser in intensiv gelbe, parallelopipedische Stücke, von welchen einige eine sehr scharfe Längsstreifung ohne kenntliche Querstreifen wahrnehmen lassen, während an andern Stücken die schönste und feinste Querstreifung zu erkennen ist. An den längs- wie an den quergestreiften Stücken sind oft 4, 5 und mehr Querrisse und Querspalten zu bemerken, nie aber eine Spaltung im Sinne der Längsfaser. Viele Fasern sind in unregelmässige Brocken zerfallen; indessen ist

ein Auflösen der Muskelfaser in bestimmt geformte, morphotische Elemente nicht zu erkennen. Das Sarkolemma ist gallertartig und matt granulirt.

Liegt eine Muskelfaser längere Zeit in gesättigter Lösung von doppeltchromsaurem Kali, so treten an derselben die Querstreifen sehr scharf hervor und nur diesen entsprechend ist die Faser hie und da eingerissen oder in den einzelnen Querstreifen abgeblättert.

Digerirt man fein präparirte kleinere Muskelstückchen mit einer Lösung von 6 Th. salpetersaurem Kali in 100 Th. Wasser längere Zeit bei 30 bis 40°, so ist eine Auflösung des einen oder andern Elementartheils des Muskelgewebes nicht wahrzunehmen; an den Primitivbündeln ist zwar die Querstreifung meistens noch deutlich zu erkennen, allein die Längsstreifung ist in vorzüglicher Weise sichtbar geworden. Bei der Anwendung keines andern Mittels habe ich so deutlich die Spaltung des aus dem Sarkolemm hervorragenden Muskelcylinders in Längsfasern hervortreten sehen, als nach diesem; das hervorragende Stück hat sich in Form eines Büschels in divergirende Primitivlängsfasern gespalten, die einzeln noch deutliche Querstreifung zeigten. Diese erschien hier aber nicht in Form von varicösen Erweiterungen der Fibrille, sondern helle und lichte Stellen, die einander sehr regelmässig folgten, hatten denselben Querdurchmesser; die Faser erschien wie zusammengesetzt aus linear an einander gelagerten Parallelpipedis durchscheinender und undurchsichtiger Substanz (F. T. 15 F. 4).

Durch längere Einwirkung von salpetersaurem Quecksilberoxydul (mit salpetrigsaurem) wird ein Stückchen Fleisch in eine violettrothe, harte, brüchige Masse verwandelt, die sich zu einem fast purpurrothen Pulver reiben lässt; unter dem Mikroskope erscheinen die Muskelbündel in parallelpipedischen blassbläulichrothen Stückchen, an denen die feinste und schärfste Querstreifung wahrnehmbar ist; an feinen Querschnitten, die etwas schief auf der Achse des Muskelcylinders stehen, bemerkt man abgerissene Lamellen, welche wie über einander geschoben erscheinen, so dass also einem solchen Bilde nach, der Muskelcylinder aus über einander gelagerten Platten oder Scheiben zu bestehen scheint. Das Sarkolemm, welches man hier öfter deutlich unterscheiden kann, ist ebensowenig gefärbt, als das eingestreute Bindegewebe.

In einer nicht allzuverdünnten Lösung von kohlenensaurem Kali werden die Muskeln hart und rigid, wie besonders *Virchow* hervorgehoben hat; bei der mikroskopischen Untersuchung auf solche Weise erhärteter Muskeln findet man die Bündel etwas angeschwollen, keine Längsstreifen; die Querstreifung fein und scharf; die Schnittflächen auf den Bündeln erscheinen meistens sehr scharf; an den Stellen jedoch, wo die Präparation für die mikroskopische Anschauung mehr durch Zerren und Reissen statt gefunden hat, erscheinen an den Enden abgeblätterte und zum Theil etwas umgeschlagene Lamellen; doch gelang es mir nie die runden Lamellen so isolirt zu erhalten, wie *Bowman* die Discs (wohl mehr

schematisch) gezeichnet hat; häufig fanden sich Stücken, die Ausschnitten concentrisch an einander gelagerter Kreise glichen; die Lamellen waren auf ihren breiten Flächen theils nur matt granulirt, theils scharf punktirt; Sarkolemm undeutlich; Kerne nicht sichtbar.

Nach längerem Verweilen (8 bis 72 St.) in höchst verdünnter Natronlauge (4 Th. in 8500 Th. Wasser) ist ein Muskelstückchen in eine durchaus gallertartige Masse verwandelt; die Fasercylinder sind zum grössten Theile aufgelöst; an denen, welche noch nicht vollständig gelöst sind, bemerkt man eine matte Längsstreifung, die aber aus reihenweise neben einander gelagerten Körnchen besteht, so dass das Ganze das Ansehen hat, wie tuberculöser, fadenziehender Bronchialschleim, in dem wir oft, namentlich auf Wasserzusatz auch solche reihenweise neben einander gestellte, Fasern imitirende Körnchen wahrnehmen. Von Kernen ebensowenig eine Spur, als von Quer- oder Längsstreifen. Hie und da bemerkt man leere Sarkolemmstückchen, welche entweder ganz hyalin oder matt granulirt erscheinen; sie gleichen ausserordentlich den hyalinen Cylindern im Bright'schen Harn, welche der Membrana propria der Bellinischen Röhrchen entsprechen. Bemerkenswerth ist, dass diese Sarkolemmcylinder durchgängig einen weit geringern Querdurchmesser haben, als die ursprünglichen Primitivbündel; wohl ein Beweis für die grosse Elasticität des Sarkolemm, sowie dafür, dass das Sarkolemm sich im normalen Zustande sehr dicht an den Fibrillencylinder anlegt. Die Elemente des Perimysiums sind übrigens nach der Behandlung mit verdünnter Natronlauge besonders schön zur Anschauung zu bringen.

Concentrirte Kalilauge macht die Primitivbündel aufquellen und durchscheinender, die Querstreifung ist weniger deutlich zu unterscheiden; nach längerer Einwirkung zerfallen die Bündel in parallelipedische Stücke, die Querstreifen treten zurück und werden nur noch durch parallel gestellte Reihen von Körnchen angedeutet; hie und da bemerkt man Längsstreifen, welche mit den erwähnten Körnchen der Querstreifen perlschnurartige Fäden bilden, wie schon *Mulder* und *Donders* anführen. Nicht immer und nicht an jeder Fleischsorte sind die Kerne noch wahrzunehmen; wo sie zu erkennen sind, erscheinen sie stark angeschwollen, mehr oval als spindelförmig und granulirt. Lässt man Wasser zufließen, so wird Alles aufgelöst, bis auf die im Querdurchmesser verjüngten Sarkolemmstückchen und Kernfasern.

Lässt man auf ein frisches Präparat unter dem Mikroskope sehr verdünnte Kali- oder Natronlauge zufließen, so quellen die Muskelcylinder stark auf, die Querstreifung verschwindet, aus dem Sarkolemm tritt eine zum Theil fadige zum Theil körnige Masse hervor, mit der, wie *Kölliker* beobachtete, die Kerne gleichzeitig austreten; diese schwellen gewöhnlich ebenfalls stark an, werden rundlich, sehr matt contourirt, und verschwinden endlich dem Auge gänzlich.

In Wasser färbt die Muskelprimitivbündel intensiv gelb und lässt häufiger Längsstreifen an denselben hervortreten, als irgend ein andres

Mittel; die Querstreifen verschwinden aber deshalb nicht, werden indes öfter nur weniger distinct.

Fleischstückchen, welche mit destillirtem Wasser wiederholt ausgewaschen und ausgepresst worden sind, verlieren die Querstreifung entweder ganz oder deuten dieselbe nur noch in matter Zeichnung an; dagegen ist die Längsstreifung hier vorzüglich wahrzunehmen. Werden solche mit Wasser ausgelaugte Muskelbündel mit einer sehr concentrirten *Chlorcalciumlösung* behandelt, so tritt die Querstreifung oft wieder sehr stark hervor; die Primitivbündel schwellen im Querdurchmesser an; die Endflächen der zerrissenen Primitivbündel sind höchst unregelmässig, weder der Querstreifung noch der Längsstreifung entsprechend, doch erscheinen die meisten am Ende convex (im Ganzen fingerförmig), als ob die weiche Fibrillenmasse beim Aufquellen vom Sarkolemm comprimirt etwas aus letzterem hervorgedrängt wäre. Sarkolemm und Kerne selten deutlich zu unterscheiden. Eine gesättigte Lösung von *kohlensaurem Kali* wirkt auf die gewässerten Muskeln sehr ähnlich dem Chlorcalcium: die einzelnen Bündel sind ungewöhnlich scharf contourirt und im Querdurchmesser vergrößert, die Längsstreifung fast vollkommen verschwunden und dafür sehr scharf ausgeprägte Querstreifung sichtbar, und zwar so (bei scharfer Einstellung), als wären die dunkeln Streifen viel dicker als die lichtereren. *Concentrirte Salpetersäure* bringt zwar die Querstreifen in den gewässerten Primitivbündeln wieder hervor, verjüngt aber die letztern im Querdurchmesser bedeutend.

Eine *verdünnte Salzsäure*, wie man sie nach *Liebig*¹⁾ zur Extraction des Muskelfibrins anwendet (4 p. m. HCl), dient besonders dazu, das Sarkolemm sehr gut zur Anschauung zu bringen; man findet in so behandelten Muskelschnittchen eine solche Menge Bindegewebe und besonders Kernfasern, wie man sie nach der gewöhnlichen Untersuchungsweise des Muskelgewebes durchaus nicht erwartet; wie schon oben erwähnt, sind die einzelnen Sarkolemmstückchen den Cylindern Bright'schen Harns ausserordentlich ähnlich, im Querdurchmesser viel kleiner, als die Primitivbündel, die sie umschlossen; die kleinern Sarkolemmstückchen sind völlig leer, nur hie und da mit gröbern oder feinern Körnchen besetzt; in längern Sarkolemmstückchen sieht man meist noch Kerne unregelmässig neben und unter einander liegend; neben den Kernen und Körnchen findet man noch hie und da fettähnliche Klümpchen, die bald mehr dem aus den Nervenfasern ausgetretenen Marke, bald sehr kleinen Körnchenzellen gleichen; die eigentliche Sarkolemmmembran ist äusserst hyalin und meist nur bei sehr guter Beleuchtung und gleichzeitiger Beschattung durch das Diaphragma scharf zu unterscheiden. Lässt man eine gesättigte Lösung von *kohlensaurem Kali* auf solche Praeparate wirken, so verschwinden die Kerne und ein Theil der Körnchen, das Sarkolemm selbst wird fast noch hyaliner; auch *concentrirte Salpetersäure* macht die Kerne ver-

1) *Liebig*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 78, S. 425—429.

schwinden, färbt aber das Sarkolemm gelb, während das Bindegewebe ungefärbt bleibt; besonders deutlich wird dieser Farbenunterschied nach Sättigung der Säure mit Kali; so färbt auch *Chromsture* das Sarkolemm sehr schön gelb, contrahirt es aber gleichzeitig sehr bedeutend, so dass der Querdurchmesser desselben kaum $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ von dem des ursprünglichen Primitivbündels beträgt; die Kerne sind verschwunden. Durch sehr *verdünnte Natronlösung* quellen die Kerne in dem fibrillenfreien Sarkolemm der mit verdünnter Salzsäure behandelten Fasern auf und verschwinden sehr bald; das sehr hyaline Sarkolemm bleibt immer noch matt granulirt.

Diese mikrochemischen Untersuchungen beweisen, dass die drei morphotischen Elemente, die wir im Muskelprimitivbündel unterscheiden, auch chemisch von einander verschieden sind, nämlich die eigentliche Fibrillensubstanz, die Kernsubstanz und das Sarkolemm.

Was die Fibrillensubstanz (Syntonin) betrifft, so ist von deren chemischen Eigenschaften bereits Th. 4, S. 345 und oben S. 59 bei den glatten Muskeln die Rede gewesen. Wir müssen nach den vorstehenden mikrochemischen Untersuchungen die durch verdünnte Salzsäure aus den Muskeln extrahirbare Materie mit *Liebig* für die Grundsubstanz der eigentlichen Muskelfaser halten. Bereits oben ist erwähnt, dass die Muskelprimitivbündel, selbst wenn sie längere Zeit mit Salpeterwasser bei 30 bis 40° digerirt werden, unter dem Mikroskope keine Veränderung an sich tragen, welche auf eine wenigstens theilweise Lösung der feinsten Muskelfibrillen schliessen liesse.

Da jedoch die obigen Versuche meistens mit Rind- und Kalbfleisch angestellt worden waren, es aber bekannt ist, dass das Fibrin des Rindsblutes in Salpeterwasser fast völlig unlöslich ist, während das anderer Thiere bei einiger Digestion sich so leicht auflöst (vergl. Th. 4, S. 333): so wurde möglichst entfettetes Fleisch vom Schweine (dessen Blutfibrin sich sehr leicht in Salpeterwasser löst) fein zerhackt und so lange mit destillirtem Wasser ausgelaugt, bis die abgepresste Flüssigkeit keine Spuren von Eiweiss mehr enthielt. Darauf wurde diese von löslichen Proteinkörpern völlig befreite Fleischmasse 2 bis 5 Tage lang in Salpeterlösung von erwähntem Salpetergehalte digerirt, allein es wurde keine Spur einer in der Hitze coagulabeln oder durch Essigsäure oder durch irgend ein anderes Reagens fällbaren Proteinsubstanz aufgelöst. Das natürlich in den Muskelfibrillen enthaltene Syntonin ist also in Salpeterwasser ebenso unlöslich als das künstlich mittelst Salzsäure u. s. w. aus den Muskeln dargestellte.

Was die chemische Natur der Substanz der in dem Sarkolemm eingeschlossenen Kerne betrifft, so lässt sich aus den oben angeführten mikrochemischen Reactionen nur schliessen, dass diese Materie im Allgemeinen sich dem Syntonin nicht ganz unähnlich verhält; durch *verdünnte Alkalien* wird sie nur wenig langsamer aufgelöst, als das letztere; mit *concentrirten Alkalien* quillt sie auf und löst sich bei Zusatz von Wasser sehr bald; gegen *concentrirte Säuren* und namentlich gegen Salpetersäure verhält sie sich ganz wie die Fibrillensubstanz; nur Essigsäure und die Mineralsäuren bei hohen Graden von Verdünnung weisen Unterschiede nach; lassen aber diese Agentien auch die Kerne deutlich hervortreten,

tersuchung, die nicht bloß den vorliegenden, bisher noch so dunkeln Gegenstand aufgeklärt, sondern auch fast nach allen Richtungen hin in der physiologischen Chemie viel Licht verbreitet hat. Es bleibt uns hier nur noch übrig, die Zusammensetzung des aus den quergestreiften Muskeln ausgepressten Saftes in einer allgemeineren Uebersicht zu betrachten, und die bei frühern Gelegenheiten nicht berührten Punkte etwas näher zu erörtern.

Die frisch ausgepresste Fleischflüssigkeit ist gewöhnlich weisslich, trüb oder opalisirend von suspendirtem Fett; sie röthet Lackmuspapier sehr stark und bildet beim Kochen ein ziemlich bedeutendes Gerinnsel, auch Essigsäure bewirkt eine Trübung, die, wie ich mich durch Anwendung von Kälberlab u. s. w. überzeugt habe, von einem Gehalte der Flüssigkeit an Casein herrührt. Da der eigentliche Fleischsaft natürlich nicht erhalten werden kann, ohne das ins Bindegewebe getretene Transsudat und ohne das Blut der Muskelgefäße, so wird ein sehr grosser Theil des Albumins aus dieser Quelle abzuleiten sein; die Menge desselben ist jedoch zu gross, als dass es einzig und allein daher rühren könnte, zumal da wir es auch in gefässarmen mit glatten Muskeln versehenen Geweben in nicht unbedeutender Menge gefunden haben, wie z. B. in der mittleren Arterienhaut. Dagegen dürfte das Casein nur dem eigenthümlichen Fleischsaft angehören, da solches, wie wir Th. 4, S. 358 gezeigt haben, im Blute nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden ist. Von dem Vorkommen des *Kreatins*, *Kreatinins*, der *Inosinsäure* und *Milchsäure* im Muskelsaft ist schon im 4. Th. S. 150, 154, 207 u. 107 ausführlicher verhandelt worden.

Einen eigenthümlichen Stoff hat *Scherer*¹⁾ noch in der Fleischbrühe des Ochsenherzens entdeckt; dies ist der Th. 4, S. 280 beschriebene *Inosit*.

*Scherer*²⁾ hat auch noch mehrere flüchtige Säuren, welche der Gruppe $C_n H_{n-1} O_3 + HO$ angehören, in der Fleischflüssigkeit gefunden, und darunter hauptsächlich Essigsäure und Ameisensäure.

Die Farbe der Muskeln hat man gewöhnlich von dem Gehalte an Blut hergeleitet: allein wir sind mit *Kölliker*³⁾ geneigt, einen den Muskeln eigenthümlichen Farbstoff anzunehmen: dieser Farbstoff ist dem des Blutes sehr ähnlich; er wird an der Luft heller roth und durch Schwefelwasserstoff dunkler, lässt sich durch Wasser ausziehen, und gerinnt mit dem Albumin des Muskelsaftes. Diese Eigenschaften dürften den Chemiker wohl bestimmen, den Muskelfarbstoff vorläufig für identisch mit dem Blutfarbstoff zu halten; allein einige physiologische Gründe deuten wenigstens darauf hin, dass dieses Pigment nicht in Gefässen und Blutkörperchen enthalten sei, sondern frei den Muskelfibrillen adhaerire; bei der vitalen Contraction behalten die Muskeln ihre Farbe; farblose Muskeln

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 73, S. 328—334.

2) Ders., ebendas. Bd. 69, S. 196—204.

3) *Kölliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, S. 248.

sind oft ebenso reich an Blutgefässen als stark gefärbte; selbst unter dem Mikroskop lässt sich zuweilen an einzelnen Bündeln deutlich eine gelbe Farbe erkennen.

Wie in jeder andern thierischen Flüssigkeit sind auch im Muskelsafte die *anorganischen Bestandtheile* von nicht geringer Wichtigkeit; auch über diesen Gegenstand hat *Liebig* zuerst sorgfältigere Untersuchungen angestellt und viel Licht verbreitet. Wie die organischen Stoffe, so sind auch die anorganischen keineswegs als zufällige Bestandtheile des Muskelsaftes zu betrachten. Wie die meisten sauren Flüssigkeiten des Thierkörpers ist der Muskelsaft reich an *Kalialsalzen* und *Phosphaten*, arm dagegen an Natronsalzen und Chlorverbindungen. Nach mehrern Bestimmungen von *Liebig* stellt sich das Verhältniss vom Kali zum Natron im Blute gewisser Thiere einerseits und in dem Muskelsafte derselben Thiere andererseits ungefähr folgendermaassen heraus. In der Asche beider Flüssigkeiten kommen auf 100 Th. Natron

beim Huhne	im Blute	40,8	Kali	und im Muskelsafte	384	Kali
„ Ochsen	„ „	5,9	„ „	„ „	275	„
„ Pferde	„ „	9,5	„ „	„ „	285	„
„ Fuchs	„ „	—	„ „	„ „	214	„
„ Hecht	„ „	—	„ „	„ „	497	„

Hierbei muss man sich erinnern, dass der Muskelsaft niemals frei von Blut und Transsudatflüssigkeit erhalten werden kann und dass demnach der Natrongehalt des fraglichen Saftes noch geringer ausfallen würde, wenn man den Blutgehalt desselben in Abzug zu bringen verstünde.

Dieselbe Betrachtung muss uns leiten, wenn wir den Gehalt des Muskelsaftes an *Phosphorsäure* ins Auge fassen. *R. Weber*¹⁾ fand in der Asche des Pferdefleisches 45 bis 47% Phosphorsäure, in der des Serums vom Pferdeblute dagegen nahe um 2%. Die Phosphorsäure ist im Muskelsafte hauptsächlich an Kali gebunden und nur zu einem geringen Theile an Kalk und Talkerde; schon *Chevreul* fand in der Asche der Fleischbrühe 81% in Wasser löslicher Salze, *R. Weber* in neuerer Zeit gegen 79 bis 80%. In der Asche des Muskelsaftes vom Ochsen, Pferde, Fuchs und Reh fand *Liebig* zwei- und dreibasisch phosphorsaures Alkali, in der von Hühnern dagegen neben zweibasisch phosphorsaurem Alkali noch eine geringe Menge einbasisches. In der Asche ist also in jedem Falle mehr Phosphorsäure enthalten, als zur Bildung neutralen phosphorsauren Alkalis nöthig ist; musste man schon hieraus schliessen, dass im frischen Saft saure phosphorsaure Alkalien enthalten sind, so wird dieser Schluss noch mehr gerechtfertigt, wenn wir erwägen, dass im frischen Saft sehr grosse Mengen freier Milchsäure enthalten sind. Auf die interessanten Gesichtspunkte, unter welchen *Liebig* diese Verhältnisse betrachtet hat,

1) *Weber*, Poggend Ann. Bd. 71, S. 91—115.

werden wir unter dem thierischen Stoffwechsel ausführlicher zurückkommen.

An *Chlornatrium* fand *R. Weber* in der Asche des Muskelsaftes vom Pferde nie mehr als 7%, in der des Blutserums desselben Thieres dagegen beinahe 73%.

Schwefelsaure Alkalien finden sich nur spurweise in der Fleischflüssigkeit; *Liebig* leitet diese Salze vom Blutgehalte des Muskelsaftes ab.

Während im Blute der *phosphorsaure Kalk* durchgängig in bei weitem grösserer Quantität vorkommt, als die *phosphorsaure Talkerde*, findet im Muskelsafte das Umgekehrte statt; in dem des Huhns verhält sich nach *Liebig* das Kalksalz zu dem Talkerdesalze = 10 : 39,2; auch *R. Weber* fand in der Asche des Pferdefleisches eine ähnliche Proportion.

*Schlossberger*¹⁾ und *v. Bibra*²⁾ haben vergleichende Analysen des Fleisches verschiedener Thiere ausgeführt. Was zunächst die Menge der im Muskelfleische enthaltenen *Fleischfaser* betrifft, so fanden diese Autoren in Uebereinstimmung mit den Angaben *Berzelius'* und *Liebig's* im Fleische der Säugethiere und Vögel 15,8 bis 16,7%; in sehr jungen Thieren aber durchgängig etwas weniger; im Fleische von Reptilien und Fischen zwischen 9,4 und 13,2%.

Der *Fleischfaser* ist natürlich bei diesen Bestimmungen die Substanz der Gefässe und Nerven und so auch die Kernfasern des Bindegewebes und das Sarkolemm beigemischt.

Es fragt sich, ob man die durch salzsäurehaltiges Wasser aus dem Fleische ausgezogene Proteïnsubstanz als eigentliche Muskelfaser, d. h. als den im Sarkolemm eingeschlossenen Muskelcylinder betrachten kann oder nicht? Nach *Liebig*³⁾ zieht jenes Lösungsmittel aus dem Fleische verschiedener Thiere sehr verschiedene Mengen jener Proteïnsubstanz aus; nach ihm löst sich die *Fleischfaser* des Rindes und Huhnes fast vollständig auf, vom Hammelfleisch bleibt mehr zurück, vom Kalbfleisch weit über die Hälfte. Wir haben oben gesehen, dass durch Behandlung des Fleisches mit säurehaltigem Wasser die Sarkolemmen bis auf Kerne und Körnchen und wenige Klümpchen vollkommen entleert werden; es muss also, da die *Liebig'sche* Erfahrung vollkommen richtig ist (wie jeder sich durch Wiederholung des Versuchs überzeugen kann), im Kalbfleische weniger Fasersubstanz (*Syntonin*) und relativ mehr Bindegewebe als z. B. im Rindfleische enthalten sein. Dies bestätigt sich nun auch durch die einfache mikroskopische Vergleichung der Muskelprimitivbündel des Rindes und des Kalbes; schon *Donders*⁴⁾ hebt den auffallenden Unterschied in den Durchmesser der Primitivbündel der Kuh und des Kalbes hervor und meint die Anzahl der Bündel möge sich beim Wachstume des Kalbes gleich

1) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 72, S. 116—120.

2) *v. Bibra*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 4, S. 536—577.

3) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 73, S. 126.

4) *Donders*, Mulder's Vers. einer physiol. Ch. S. 680. Anm.

bleiben; dann würde also nur die Fasersubstanz beim Wachstume des Muskels sich vermehren, Sarkolemm und Bindegewebe aber sich gleich bleiben. Durchschnittlich kann man annehmen, dass der Durchmesser eines Kalbsprimitivbündels um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ kleiner ist als der des Primitivbündels vom ausgewachsenen Rinde. Bleibt die Zahl der Bündel sich gleich und nimmt Sarkolemm und Bindegewebe nicht zu beim Wachstume der Muskeln, so ist es eine mathematische Nothwendigkeit, dass aus Kalbfleisch sich weniger Muskelfibrin ausziehen lassen wird, als aus Rindfleisch. Nach den obigen mikrochemischen Reactionen kann aber darüber kein Zweifel obwalten, dass die durch verdünnte Salzsäure extrahirbare Proteinsubstanz den wesentlichen Bestandtheil der Muskelfibrillen ausmacht und mit der Substanz der glatten Muskelfasern anderer contractiler Gewebe vollkommen identisch ist.

Das Verhältniss des *Sarkolemm*s zum eingeschlossenen *Muskelcylinder* hat nicht einmal annäherungsweise bestimmt werden können. Den Bindegewebsgehalt der Muskeln beurtheilt man gewöhnlich nach der Menge Leim, welche das vorher ausgelaugte Fleisch beim Kochen liefert; diese Bestimmung ist aber nur eine höchst ungefähre. *Liebig* giebt den mittleren Gehalt des Fleisches an leimgebender Substanz zu 5,6% an; *v. Bibra* fand in der Mehrzahl der von ihm untersuchten Fleischarten gegen 2%.

Wenn man als ungefähren Maassstab für die Menge des in den Muskeln enthaltenen Bindegewebes den gebildeten Leim annehmen will, so muss man dessen eingedenk sein, dass beim Kochen mit Wasser die Kernfasern (und diese sind nach den mikrochemischen Untersuchungen in keineswegs geringer Quantität in den Muskeln enthalten) ungelöst bleiben, während durchaus variable Mengen Proteinsubstanz je nach der Dauer des Kochens mit dem Leime in Lösung gehen (*Mulder's* Proteintritoxyd).

Für die in Wasser löslichen Bestandtheile des Rindfleisches berechnet *Liebig* 6,0%, worunter 2,96% *Albumin* enthalten sind; dies stimmt mit den Analysen von *Berzelius*, *Braconnot*, *Schütz*, *Schlossberger* und *v. Bibra* überein; im Fleische der Vögel steigt der Gehalt an löslichen Materien (wie aus *Schlossberger's* und *v. Bibra's* Analysen hervorgeht) auf 8%.

Fett ist trotz der sorgfältigsten Praeparation der Muskeln stets noch im Fleische zu finden; dasselbe rührt nicht etwa blos von Fettzellen her, sondern auch vom Blute, von den Nerven und von der Muskelsubstanz selbst, auf deren Fibrillen man neben den Kernen oft genug Fetttröpfchen beobachtet. Im Rindfleische fand *Liebig* immer noch 2%; *Bibra* an dem eines 59jährigen Mannes sogar 4,24%, in dem anderer Säugethiere jedoch fast constant circa 2%, während von ihm in dem der Fische nur 0,54 bis 4,41% nachgewiesen werden konnten.

Der Wassergehalt der Muskeln ist im frischen Zustande beim Rinde von *Berzelius* ¹⁾ = 77,17%, *Schlossberger* ²⁾ 77,5%,

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9, S. 588.

2) *Schlossberger*, Unters. üb. d. Fleisch verschiedner Thiere.

Schütz¹⁾ 77,6%, von Bibra im Muskel des Menschen 72,56 bis 74,45% gefunden worden. Diese und ähnliche Bestimmungen, die man an den Muskeln verschiedener Thiere angestellt hat, sind an sich nicht ohne Bedeutung, allein da sie selbst bei derselben Thierspecies variabel sind, so erlangen sie erst einen höhern Werth, wenn sie mit dem Wassergehalte des Blutes oder besser mit dem des Blutserums verglichen werden. Für den mechanischen Stoffwechsel wird es z. B. von hoher Bedeutung sein, zu erfahren, in welchem Verhältnisse der Wassergehalt der Muskeln zu dem des Blutes in verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen steht. Eine diese Frage betreffende Arbeit ist bereits von einem meiner Schüler unternommen worden. Durchschnittlich wurde gefunden, dass im Muskel 9,9% weniger Wasser als im Serum des Blutes enthalten waren und dass dieses Verhältniss ziemlich dasselbe blieb, mochte das Blut concentrirter oder wasserreicher gefunden werden. Dieser leicht a priori zu construierende Satz fand namentlich bei den Vergleichsanalysen des Cholerablutes und der Muskeln an der Cholera verstorbenen Individuen, so wie anderseits bei sogenannten hydraemischen Zuständen seine vollste Bestätigung. Gewiss stehen noch die bedeutendsten Aufschlüsse über den mechanischen Stoffwechsel im Thierkörper zu erwarten durch Untersuchungen über die Proportionen, in denen der Wassergehalt des Blutes zu den übrigen Säften, Geweben und Organen des Thierkörpers in verschiedenen Zuständen steht.

Es versteht sich von selbst, dass die Bestimmung des Wassergehalts der Muskeln, wie sie hier versucht, mit der äussersten Behutsamkeit angestellt werden muss, da Muskelschnitte an der Luft so ausserordentlich schnell eine gewisse Menge Wasser verlieren und somit nur zu einem ungenauen Resultate führen können. Mit grosser Sorgfalt wurde die Verdunstung des zu wägenden Muskelwürfels zu vermeiden gesucht; der andre Uebelstand ist, dass die Muskelwürfel im Luftbade oder im Vacuum allerdings an der Oberfläche sehr bald austrocknen, dass sie aber im Innern sehr hartnäckig Wasser zurückhalten. In Erwägung zu ziehen ist ferner, dass es nicht immer gelingt, aus dem Muskel ein an Bindegewebe und Gefässen gleich armes Stück zu erhalten; der grössere oder geringere Gehalt an Bindegewebe influenzirt wesentlich auf den Wassergehalt. Bei der Untersuchung dieses Gegenstandes am Menschen wird die Beobachtung sehr durch den Umstand getrübt, dass die Section erst nach 8 bis 15 St. angestellt werden durfte und somit im Muskel wie im Blute bereits endosmotische Strömungen statt gehabt haben konnten, welche der Vertheilung des Wassers im lebenden Körper fremd sind.

Den Wassergehalt des Serums von Leichenblut fand man nicht verschieden von dem Lebenden aus der Ader gelassenen Bluts; dagegen fand man durchschnittlich im Muskel mehr Wasser, als alle frühern Beobachter (bei Leichnamen gesunder Selbstmörder über 80%); vorläufig muss es unentschieden bleiben, ob dieses Plus von Wasser, welches in den Muskeln gefunden wurde, von einer Aufsaugung von Wasser durch die Muskeln nach dem Tode herrühre oder ob vielleicht die sorgfältigere Bestimmungsweise des Wassergehalts zu einer grössern Zahl für das Wasser und somit näher zur Wahrheit führte.

1) Schütz, Vergleichende chem. Untersuchungen des Fleisches verschiedner Thiere. 1844.

Theils der Uebersicht halber, theils um gewisse Anhaltspunkte für die spätere Betrachtung des thierischen Stoffwechsels zu gewinnen, stellen wir die Mittelresultate der bisherigen Bestimmungen über den Gehalt des Fleisches an seinen einzelnen Bestandtheilen zusammen; wir halten uns hierbei vorzugsweise an das Rindfleisch.

Wasser	74,0 bis 80,0	
Feste Bestandtheile	26,0 — 20,0	
	100,0	100,0
Fleischfaser	45, 4 — 47, 7%	
Leimgebende Substanz	0, 6 — 1, 9%	
Albumin	2, 2 — 3, 0%	
Kreatin	0,07 — 0,14%	
Kreatinin	unbestimmbar	
Inosinsäure	desgl.	
Fett	1, 5 — 2,30%	
Milchsäure (C ₆ H ₅ O ₅ . HO)	0,60 — 0,68%	
Phosphorsäure	0,66 — 0,70%	
Kali	0,50 — 0,54%	
Natron	0,07 — 0,09%	
Chlornatrium	0,04 — 0,09%	
Kalk	0,02 — 0,03%	
Talkerde	0,04 — 0,05%	

Kaum dürfte es nöthig erscheinen, hier noch auf die bei der chemischen Untersuchung der animalen Muskeln zu beobachtenden Methoden näher einzugehen, da das meiste, was wir bei der Analyse der organischen Muskeln erwähnt haben, auch von der der animalen gilt: allein es ist noch auf einige Momente aufmerksam zu machen, die in dem Obigen unerwähnt bleiben mussten. Dies gilt namentlich von der Untersuchung der in das Sarkolemm eingeschlossenen und die Muskelcylinder durchtränkenden Flüssigkeit. Wir können dieselbe leider uns nicht anders als mit Blutflüssigkeit gemengt verschaffen und daher zur Erlangung dieser Flüssigkeit keinen andern Weg einschlagen, als den bereits von *Liebig* betretenen. Zunächst versteht es sich von selbst, dass man zur Untersuchung nur frisches, aber mittelst des Messers möglichst von Fett, Sehnen, Häuten, Zellgewebe, Gefässen und Nerven befreites Fleisch verwendet; dasselbe muss dann fein geschnitten, gehackt oder gewiegt werden, jedoch mit der Vorsicht, dass bei keiner dieser Behandlungsweisen fremdartige Materien, wie Holzsplitter u. dergl. dem Objecte beigemischt werden. Nach *Liebig's* Vorschrift nimmt man von dem zerkleinerten Fleische die Hälfte und übergiesst sie mit ihrem gleichen Gewichte Wasser, knetet den Brei gehörig durch und presst ihn dann in einem linnenen Colatorium gehörig aus; der ausgepresste Fleischrückstand wird nun noch zweimal mit Wasser angerührt und von Neuem ausgepresst, so dass man drei Auszüge aus der einen Hälfte Fleisch erhält.

Der zweite Auszug dieser ersten Hälfte wird dazu verwendet, die andre Hälfte des Vorraths an zerkleinertem Fleische zu extrahiren, und der dritte Auszug der ersten Hälfte zum Extrahiren der zweiten; letztere wird dann noch einmal mit reinem Wasser behandelt. Das Fleisch von Fischen und das einiger Amphibien lässt sich in feingebacktem Zustande nicht auspressen, indem es mit Wasser zu einer dichten das Presstuch verstopfenden Gallert aufschwillt. Nach *Liebig* kann man sich hier nur mittelst der Verdrängungsmethode helfen. Froschfleisch verhält sich aber z. B. nicht wie das der Fische, es lässt sich leicht auspressen und ist zur Wiederholung der meisten hieher gehörigen Untersuchungen überhaupt mit grossem Vortheil zu verwenden.

Die abgepresste, saure, von Fett getrühte, oder wenigstens opalisirende Flüssigkeit ist im Wasserbade zu erhitzen, bis alle coagulable Materie sich aus der Lösung ausgeschieden hat; die vom Coagulum abfiltrirte und abgepresste Flüssigkeit ist schwach röthlich oder fast farblos. Das Abdampfen muss mit grosser Vorsicht ausgeführt werden; *Liebig* macht darauf aufmerksam, dass der freien Säure halber die Flüssigkeit zum Braunwerden beim Verdunsten so geneigt ist; deshalb empfiehlt *Liebig* den Zusatz von Barytwasser, diesen aber nicht blos bis zur Neutralisation der Flüssigkeit, sondern damit die Phosphate möglichst entfernt werden, so lange, als noch ein Niederschlag entsteht. Man bringe dann nach der Th. 1, S. 149 angegebenen Methode den grössten Theil des in dem Saft enthaltenen Kreatins zur Krystallisation. Man schreite; dann auf die Th. 1, S. 206 bezeichnete Weise (allmählichen Zusatz von Alkohol zur Mutterlauge des Kreatins) zur Abscheidung der Inosinsäure. Man fügt nun zur Mutterlauge des inosinsauren Kalis und Baryts ungefähr das fünffache Volumen Spiritus, wodurch sich die Flüssigkeit in zwei Schichten trennt, von denen die obere milchsäures, essigsäures und buttersäures Kali und Kreatinin enthält; zur Trennung des letzteren versetzt man diese leichtere Flüssigkeit mit Aether, worauf sie sich wiederum in zwei Schichten trennt, von denen die obere fast reines Kreatinin enthält. Nach dem Verdunsten des Aethers krystallisirt dasselbe. Die Milchsäure und die vorerwähnten flüchtigen Säuren der schwerern Schicht trennt man nach bekannten Methoden. In der durch Spiritus entstandenen schwerern Schicht der Mutterlauge der inosinsauren Salze ist neben Extractivstoffen hauptsächlich Inosit und Chlorkalium enthalten. Von der Gegenwart des Kreatinins in dem frischen Muskelsaft kann man sich nach *Liebig* auch dadurch leicht überzeugen, dass man den festen Rückstand der Mutterlauge der inosinsauren Salze mit Weingeist auskocht und zu der spirituösen Flüssigkeit Chlorzink setzt, worauf sich die Chlorzinkverbindung des Kreatinins krystallinisch ausscheidet.

Ueber die Untersuchung der in Wasser unlöslichen Theile ist nichts besondres hinzuzufügen, indem dieselbe in Einzelheiten in diesem Abschnitte schon berührt worden ist, im Allgemeinen aber mit der Untersuchungsweise der organischen Muskeln übereinstimmt.

Fragen wir nun, ob aus den bisherigen chemischen Untersuchungen der Muskelsubstanz irgendwelche Aufklärung über die Functionswiese derselben erlangt worden ist, so ergiebt sich allerdings nur sehr wenig, welches bereits aufgestellten Hypothesen eine Stütze oder den Anlass zu neuen geben könnte. Schreiten wir auf dem Wege der Induction nur mit der grössten Vorsicht vorwärts, so ergiebt sich etwa Folgendes; jene aus den Muskelfibrillen durch höchst verdünnte Salzsäure extrahirbare Proteïnsubstanz ist das wesentlichste Element der thierischen Bewegung: sie ist ein und dieselbe in den quergestreiften Muskelfasern, in den glatten Muskeln und in den Geweben, die man früher *contractile* nannte; sie ist aber nur solchen Organen eigenthümlich, welche eine vom Nervensystem abhängige Bewegung vermitteln. Wie diese Substanz bei den Contractionen der betreffenden Gewebe ihre physikalischen Eigenschaften ändere, das lässt sich freilich von chemischer Seite nicht deuten.

In den willkürlichen wie in den unwillkürlichen Muskeln ist ferner eine sich durch ihre Acidität auszeichnende, von dem Plasma des Bluts durchaus verschiedene Flüssigkeit enthalten, von welcher die eben genannte Grundsubstanz der contractilen Faser umspült und durchfeuchtet wird. *Liebig* hat berechnet, dass schon die willkürlichen Muskeln allein eine solche Menge freier Säure enthalten, welche mehr als hinreichend ist, um die Alkalescenz des Blutes vollkommen zu tilgen. Wir haben gesehen, dass überall, wo contractile Faser oder Faserzelle sich findet, in dieser Flüssigkeit Kalisalze und Phosphate vorherrschend sind, während das Blutplasma arm an diesen Salzen und dagegen reich an Chloralkalien und Natronsalzen ist. Dieser Gegensatz zwischen Interzellularflüssigkeit der Blutzellen und Interzellularflüssigkeit der contractilen Faser kann kein zufälliger sein. *Liebig* hat schon darauf hingedeutet, dass dieser Gegensatz einen elektrischen Strom bedingen oder durch denselben bedingt werden müsse; wir wissen aber, dass *Du Bois Reymond*¹⁾ seit jener Zeit den Elektricitätserscheinungen der Muskelcontraction nach den ältern Arbeiten *Matteucci's* viel neue Gesichtspunkte und mehrere glänzende Resultate abgewonnen hat. Dass die die Muskelcontraction begleitende Elektricitätsentwicklung in nahem Zusammenhange mit der Säure des Muskelsaftes einerseits und dem Alkali des Blutes andererseits stehe, und dass überhaupt die chemische Constitution des Muskelsaftes von Wichtigkeit auf die Function des Organes sei, dafür spricht auch die allbekannte und sehr auffallende Erfahrung, dass alle Muskeln, willkürliche wie unwillkürliche (quergestreifte wie glatte), im Wasser ihre Contractilität ausserordentlich schnell verlieren (laues Wasser von + 37° C. lässt jene Fähigkeit der Muskeln kaum langsamer verschwinden als kaltes). Mit dieser Erfahrung, welche Jeder wird bestätigen können, wel-

1) *Du Bois Reymond*, Unters. üb. thier. Elektricität. Berl. 1848 u. 49.

cher mittelst des Rotationsapparates quergestreifte Muskeln eben getödteter Thiere oder Magen, Darmcanal, Harnblase und dergl. sich hat contrahiren sehen, scheint die Erfahrung *Liebig's* des Jüngeren¹⁾ im Widerspruche zu stehen; derselbe fand nämlich, dass Muskeln, die durch Injection von Wasser in die Gefässe vom Blute möglichst befreit waren, die Zuckungsfähigkeit noch ebenso lange beibehielten, als bluthaltige Muskeln. Indessen liegt in diesen beiden Beobachtungen keineswegs ein Widerspruch; denn verlieren die Muskeln bei Abwesenheit von Blut ihre Contractilität nicht, wohl aber auf Zusatz von Wasser, so beweist dies nur, dass durch Verdünnung des Muskelsaftes der Muskel seiner Zusammenziehungsfähigkeit verlustig geht. Will man nun die Elektricitätsentwicklung bei der Contraction durchaus mit chemischen Kräften in Verbindung bringen, so würde man die Ursache der Polaritätserscheinungen weniger im Gegensatze von Alkali und Säure, als in dem der soliden Muskelfibrille (Syntonin) und des Muskelsaftes zu suchen haben.

Obgleich wir später auf die interessante Arbeit *Liebig's* des Jüngern zurückkommen müssen, können wir sie an diesem Orte doch nicht ganz unerwähnt lassen. Es geht zunächst aus dieser Arbeit hervor, dass der Muskel, um sich contrahiren zu können, des Sauerstoffs bedürftig ist; denn *Liebig* fand, dass in einer Atmosphaere von Sauerstoff Froschmuskeln ihre Zuckungsfähigkeit viel länger beibehielten, als in sauerstoffreicher Luft, d. h. in Kohlensäure, Stickstoff oder Wasserstoff. Ferner lehrten ein paar sorgfältig ausgeführte Versuche, dass während der Dauer der Zuckungsfähigkeit eines Muskels Sauerstoff in der That absorhirt, eine entsprechende Menge Kohlensäure exhalirt werde: Thatsachen, welche den von Vielen bereits geahnten Satz zur Gewissheit bringen, dass wenigstens ein grosser Theil der im Thierkörper entstandenen Kohlensäure aussersalb der Capillargefässe im Parenchym der Organe und zwar vorzugsweise durch die Muskelaction gebildet werde. Wir brauchen nun wohl nicht erst daran zu erinnern, dass die Resultate dieser Arbeit von der höchsten Bedeutung für den später näher ins Auge zu fassenden thierischen Stoffwechsel sind und dass hierin die frühern rein physikalischen Anschauungen *Liebig's* des Aeltern betreffs der thierischen Stoffmetamorphose eine mächtige Stütze erhalten.

Nerven und Gehirn.

Das Nervensystem nebst dem Gehirn enthält folgende eigenthümliche morphotische Bestandtheile: die Nervenfasern und Nervenzellen.

1) G. v. *Liebig*, Ber. der Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1850. S. 339—347.

Die Nervenfasern oder Nervenröhren, wie sie sich in den peripherischen Nerven, im Rückenmark, im Hirn und in den Ganglien verbreiten, haben unter dem Mikroskop nicht vollkommen dasselbe Aussehen. Man hat demnach insbesondere zwei Arten von Nervenfasern unterschieden, nämlich dickere (animale, cerebrospinale) und feinere (sympathische, vegetative, organische); an keiner von beiden Faserarten ist ausser in den letzten Endigungen der Nerven eine Verästelung beobachtet worden.

Die gröberen Nervenfasern bilden cylindrische Fäden, von 0,004 bis 0,010^{'''} Durchmesser; dieselben kommen meistens in den vom Rückenmark entsprungenen Nerven vor, fehlen jedoch auch nicht in andern Theilen des Nervensystems. Werden diese Nervenfasern ganz frisch, namentlich unter Zusatz von etwas Eiweiss mikroskopisch untersucht, so erscheinen sie vollkommen homogen, durchsichtig, scharf contourirt; haben sie jedoch einige Zeit gelegen oder sind mit Wasser in Berührung gekommen, so zeigen sie doppelte Contouren und gleichen breiten dunkeln Bändern, in deren Mitte ein heller Streifen verläuft; nächst der Grösse ihres Querdurchmessers unterscheiden sie sich durch diese Gestaltung besonders von den sog. sympathischen Fasern. An jeder dieser Fasern sind aber wiederum morphotische Elemente zu unterscheiden; zunächst unterscheiden wir die Hülle oder Scheide und den Inhalt.

Die Hülle oder *Begrenzungshaut* der Nervenröhre ist an ganz frischen Nerven fast gar nicht zu unterscheiden; sie ist nämlich eine vollkommen structurlose, glashelle, durchsichtige, etwas elastische Haut, die nur bei Anwendung gewisser, unten zu erwähnender chemischer Agentien zur Anschauung gebracht werden kann.

Der Inhalt der Nervenröhre oder das *Nervenmark* erscheint, wie erwähnt, ursprünglich ebenfalls ganz homogen und wird von Vielen darum auch als völlig homogene, innig gemischte Materie angenommen. Für unsern Zweck ist es durchaus gleichgültig, ob wir die letztre Annahme für richtig halten, oder ob wir mit andern glauben, dass die später sichtbar werdende Scheidung des Nervenmarks in eine Corticalsubstanz und eine cylindrische Achsenfaser schon praeformirt im frischen Nerven enthalten sei; für die chemische Unterscheidung ist allerdings die möglichste morphotische Trennung Bedürfniss. Durch Erkalten, Zusatz von Wasser oder gewissen chemischen Agentien tritt nämlich eine Art von Gerinnung im Nervenmark ein, vermöge deren die äusserste Schicht des Inhalts der Nervenröhre dunkler, etwas krümelig oder gar körnig wird, während im Innern d. h. in der Längsachse des Nervenfadens ein heller, ziemlich scharf contourirter, fadenförmiger Streifen die *centrale* oder *Achsenfaser*, *Cylinderaxis* bleibt. Die Cortical- oder Marksubstanz im engern Sinne nimmt bei grob mechanischer Behandlung (beim Druck) sehr verschiedene Formen an, namentlich wenn sie aus der Scheide heraustritt, wo sie knollige, wurstförmige, keulenförmige Gestalten annimmt: innerhalb der Röhre sammelt sie sich oft auch ungleichmässig an und dehnt dann die Nervenscheide an verschiedenen Stellen ungleichmässig aus, so dass auf diese Weise die sog.

varicösen Nervenfasern, auf die wir besonders häufig bei Untersuchung des Gehirns stossen, gebildet werden.

Die *feinern oder sympathischen Nervenfasern* haben einen Durchmesser, der gewöhnlich zwischen 0,00212 und 0,00300'' schwankt; dieselben gleichen weniger Röhren, als soliden Cylindern, in welchen in der Regel nicht eine Spur eines Inhalts wahrzunehmen ist. Diese feinen Nervenfasern kommen allerdings hauptsächlich im Sympathicus vor, indem sie dort mehr bläulichgrau gefärbte Bündel bilden (während die der cerebrospinalen Fasern weiss und silberglänzend sind): allein sie finden sich in grösserer oder geringerer Menge allen andern Nerven beigemischt vor, vorzugsweise aber den Nerven der unwillkürlichen Muskeln, der Hautdecken und der Schleimbäute (*Bidder* und *Volkman*¹⁾, endlich auch in den hintern Wurzeln der Spinalnerven und in denen der sensitiven Kopfnerven (*Kölliker*²⁾. Nur in den peripherischen Enden der Cerebrospinalnerven verdünnen sich die animalen Fasern so, dass sie ihrem Durchmesser wie ihrem übrigen Ansehen nach den ebenbeschriebenen sympathischen Fasern gleichen. Auch diese Fasern sind von einer Scheide umgeben, die sich jedoch selbst durch Anwendung chemischer Reagentien nicht immer mit Sicherheit darstellen lässt; dagegen ist der Achsencylinder auch in diesen Nerven durch chemische Mittel, die wir weiter unten näher kennen lernen werden, sehr leicht zur Anschauung zu bringen.

Marklose Nervenfasern haben die Histologen (namentlich *R. Wagner*, *Remak*, *Bowman*, *Kölliker*) in den blassen Fasern der Pacinischen Körperchen erkannt, in den Enden der Olfactorii, in den Nerven der Hornhaut, im elektrischen Organ von Torpedo und Raja (wo wahrhafte Verästelung der Fasern vorkommt) und in den Nervenenden der Haut der Maus; diese Fasern scheinen nach den bisherigen Beobachtungen nur aus Scheide und Achsencylinder zu bestehen.

Noch hat man eine Art von Nervenfasern angenommen, nämlich die sog. *Remak'schen* Fasern, an welchen besonders nach Essigsäurezusatz Kerne wahrzunehmen sind; noch ist es aber nicht völlig entschieden, ob diese namentlich in den Ganglien des Sympathicus beobachteten Elemente wahrhafte Nervenfasern oder eine eigenthümliche Form von Bindegewebe sind.

Grössere oder kleinere Bündel von Nervenfasern sind von einer fibrösen, stark glänzenden, weissen, dichten Haut umgeben, dem sog. *Neurolemm*; dasselbe zeigt sich bei näherer Untersuchung als bestehend aus verschiedenen Formen von Bindegewebe, dem viele elastische Fasern eingestreut sind.

Einen ganz eigenthümlichen Anhang zu den Nervenfasern bilden die sog. *Pacini'schen* Körperchen. Diese Körperchen, welche sich vorzüglich an der Hand und den Füssen des Menschen und vieler Carnivoren, in sehr grosser Menge auch im

1) *Bidder* und *Volkman*, die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems. Leipzig 1842.

2) *Kölliker*, Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems. Zürich 1844.

Mesenterium der Katze vorfinden, bilden 0,5 bis 2,0^{'''} grosse, ovale, zwiebelartig aus ziemlich concentrischen Häuten bestehende Gebilde, in welchen sich eine Nervenfasern endet. Die erwähnten concentrischen Häute bestehen aus Bindegewebe und haben zwischen sich eine serumartige Flüssigkeit, die in grösserer Menge in dem schmalen, langen, centralen Raume des Pacini'schen Körperchens enthalten ist. Jedes Körperchen sitzt an dem betreffenden Nerven mittelst eines kurzen Stieles, der von den Bindegewebslagen des Körperchens und dem Neurolemm gebildet wird; durch diesen Stiel tritt vom Nerven aus ein animaler Nervenfasern ein, welcher in der Centralhöhle des Körperchens angelangt, sich schnell verschmälert und dem Achsencylinder gleicht; er durchläuft den schmalen Centralraum und endet seiner Eintrittsstelle gegenüber, nachdem er sich noch in zwei oder drei Theile gespalten, in feinen Knöpfchen.

In dem Nervensysteme und zwar hauptsächlich in den Centralorganen: im Gehirne, Rückenmarke und den Ganglien der Spinalnerven sowie des Sympathicus kommen auch neben den Fasern eigenthümliche Zellen, Nervenzellen, *Belegungskörper*, *Nervenkörper* oder *Ganglienkugeln* genannt, vor. Diese Körper sind wahrhafte Zellen, bestehend aus einer Hüllenmembran, einem Kern mit Kernkörperchen und einem weichen, von Molecularkörnchen durchsetzten Inhalte. Was zunächst die Grösse dieser Zellen betrifft, so ist diese ebenso verschieden, wie die Durchmesser der Nervencylinder; ja auch hier lassen sich grosse und kleine unterscheiden, wie dicke und dünne Nervenfasern; die kleinern Kugeln kommen meist in den Ganglien des Sympathicus vor, und umgekehrt die grossen in Begleitung der doppelcontourirten Fasern des Cerebrospinalnervensystems; indessen ist diese Regel nicht ohne vielfache Ausnahmen. Die grössern Nervenzellen haben einen Durchmesser, der 0,05 bis 0,06^{'''} erreicht, während die kleinsten oft nur 0,002 bis 0,003^{'''} Durchmesser haben (*Kölliker*).

Ebenso verschieden wie die Grösse ist auch die Form der Nervenzellen. Grosse, fast sphaerische oder ovale kommen hauptsächlich in der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks vor. Spindelförmige, trapezoidische, unregelmässig dreieckige, mit mehreren oft sich noch verzweigenden Ausläufern versehene Nervenzellen finden sich zahlreich in der grauen Substanz der Centralorgane. In den Ganglien des Sympathicus trifft man fast nur auf Zellen mit einem oder zwei sehr blossen Ausläufern. Viele Nervenfasern nehmen ihren Ursprung von diesen Nervenzellen und man sieht oft einen, nicht selten auch zwei Fasern aus einer solchen Zelle hervorgehen.

Die Hülle der Nervenzellen besteht aus einer structurlosen, oft äusserst dünnen, kaum sichtbaren, oft etwas dickern, leicht unterscheidbaren Membran; die erstern, zartwandigen Zellen finden sich vorzugsweise in den Centralorganen, während die dickwandigen fast nur in den Ganglien vorkommen; die Hüllenmembran der letztern ist sehr elastisch, so dass die Zellen, ohne zu zerreißen, sich pressen und dehnen lassen und beim Nachlass des Drucks wieder ihre frühere Form annehmen; auch die Ausläufer zeichnen sich, gleich den Achsenfasern, durch ihre Elasticität aus (*R. Wagner, Kölliker*).

Die Kerne, welche meistens so ziemlich die Mitte der Zellen einnehmen, sind meist sphaerisch oder oval, scharf contourirt, mit klarem fettähnlichem Inhalte, in dem gewöhnlich ein, oft auch zwei rundliche oder länglichovale, backschüsselförmige Kernkörperchen (Nucleoli) zu unterscheiden sind. Die Grösse der Kerne schwankt zwischen 0,0015 und 0,008^{'''}, die der Kernkörperchen zwischen 0,0005 und 0,0003^{'''} (Kölliker).

Neben dem Kerne ist die Nervenzelle von einem zähen, halbflüssigen Inhalte erfüllt, der aus einer farblosen oder blassgelblichen, halbflüssigen Masse besteht, in welcher feinere oder gröbere Körnchen suspendirt sind; zuweilen und vorzugsweise in den mit Ausläufern versehenen Zellen des Rückenmarks ist jene dunkle, körnige Masse an einer oder mehreren Stellen in Haufen zusammengelagert, während andre Theile der Zelle minder granulirt erscheinen.

Wir ersehen aus dieser kurzen Darstellung der morphotischen Bestandtheile des Nervensystems, dass bei der chemischen Untersuchung der Nervenmasse eine Anzahl differenter Stoffe zu berücksichtigen ist, die ihre Verschiedenheit eben schon durch die Form zu erkennen geben. Gehen wir nun, ehe wir uns ein allgemeineres Bild von der chemischen Constitution der Nervenmaterie zu verschaffen suchen, etwas näher auf die Veränderungen ein, welche die oben erwähnten morphotischen Elemente durch Einwirkung verschiedener chemischer Agentien erleiden.

Es ist bereits in dem Obigen bemerkt worden, dass auf frisch aus eben getödteten Thieren erhaltene Nerven schon reines Wasser verändernd einwirkt; der Inhalt der Nervenröhren geht in jenen gerinnungsähnlichen Zustand über, vermöge dessen die doppelten Contouren der cerebros spinalen Nerven deutlicher hervortreten und sich von der Peripherie nach dem Centrum hin grob granulöse Materie ausscheidet, während im Centrum selbst ein unregelmässig gewundener, darmförmiger, lichter, oft blassröthlich erscheinender Streifen übrig bleibt. Die Nervenzellen werden durch Wasser kaum verändert, wenigstens lässt sich mit Bestimmtheit eine Veränderung irgend eines Theils der Zelle nicht unterscheiden (F. T. 15 F. 5).

Kalter Alkohol macht, indem er der Nerven- und Hirnmasse Wasser entzieht, diese Theile härter und fast spröd, bringt aber in den mikroskopischen Charakteren der Nervensubstanz nur wenig sichtbare Veränderungen hervor. Anders verhält sich heisser oder richtiger siedender Alkohol, indem dieser, wie schon a priori zu schliessen, coagulirend auf etwaige gerinnbare Theile der Nerven und lösend auf Fette und fettsaure Salze einwirkt. In mit Alkohol gekochten Nervenfasern grenzt sich die Nervenscheide meistens schärfer ab, so dass sie wenigstens hie und da als besondere Membran deutlich von dem granulösen Inhalte unterschieden werden kann. Der Inhalt selbst zeigt weniger dunkle und scharf begrenzte Granula, er ist überhaupt durchscheinender und von matterem Ansehn. Der Achsencylinder tritt an einzelnen Fasern oft sehr schön hervor, jedoch ist hier besonders eine vorgängige sorgfältige Praeparation und

ein Kochen von einigen Minuten nothwendig. Die Nervenzellen werden durch Kochen mit Alkohol nur wenig verändert: höchstens erscheinen sie etwas matter granulirt. Aus dem Alkohol, der mit der Nervensubstanz gekocht worden ist, scheiden sich beim Erkalten weisse Flocken ab, welche unter dem Mikroskope weder krystallinisch sind, noch der gewöhnlichen knolligen Form des Nervenfetts gleichen, sondern aus einem Gewirr feiner Molecularkörnchen bestehen (F. T. 45 F. 6).

Kalter und heisser Aether verhält sich gegen die Nervenlemente sehr ähnlich dem Alkohol; auch er macht die Nervenmasse in grösseren Stücken etwas härter. Unter dem Mikroskop verschwinden nach längerer Einwirkung des Aethers die doppelten Contouren der Cerebrospinalnerven, die Scheide tritt stellenweise deutlicher hervor; an vielen Stellen ist sie jedoch wie mit Körnchen übersät; der körnige Inhalt ist bedeutend blasser geworden und hie und da der Achsencylinder als blasser, leicht gekrümmter Faden sichtbar. Die Einwirkung des Aethers auf die Nervenzellen ist ebenso gering wie die des Alkohols. Der Aether, mit welchem Nervenfasern digerirt worden sind, scheidet beim Verdunsten weisse Körnchen ab, die bei der mikroskopischen Betrachtung sich constituirt zeigen aus Margarinsäurekrystallen und den knolligen Massen von Hirnfett.

Essigsäure in verdünntem Zustande bringt keine erheblichen Veränderungen in der morphotischen Beschaffenheit der Nervenröhren hervor, wohl aber bei starker Concentration. Im letztern Falle erscheinen nach längerer Einwirkung die Nervenfasern sehr scharf contourirt, die inneren Contouren aber etwas verzerrt; erst beim Kochen tritt hie und da die Scheide an den Schnittflächen der Nervenfasern deutlich hervor; zwischen den innern Contouren bleibt ein darmförmig gewundener, oft blasseröthlich erscheinender Streifen; an den Enden der zerrissenen Nervenfasern ragen häufig dünne, sehr blasse Fäden hervor, die sich ein Stück in die unverletzte Nervenröhre verfolgen und als Achsencylinder nicht verkennen lassen. Wie *Kölliker* bereits beobachtet, lösen sich diese Fäden selbst beim Kochen mit concentrirter Essigsäure nur schwer und allmählig auf. Lässt man erst unter dem Mikroskope zu einer Nervenfasern concentrirte Essigsäure treten, so sieht man augenblicklich den Nerven sich verkürzen und aus den Schnittenden granulöse Markmasse und die Achsencylinder als sehr blasse Fäden hervortreten (*Kölliker*). Auch die feinen Nervenfasern aus Strängen des Sympathicus quellen in Essigsäure auf, ihr Inhalt wird krümlig und hie und da wird im günstigen Falle ein Achsencylinder sichtbar; neben diesen Fasern erkennt man häufig die blassen, kernhaltigen Fasern von *Remak*, die nicht zu verwechseln sind mit Bindegewebsfasern, die auch in Cerebrospinalnerven auf Essigsäurezusatz viel schmale Kerne hervortreten lassen (F. T. 45 F. 6).

Das Verhalten der Nervenzellen gegen Essigsäure wird man ganz so finden, wie dies *Kölliker* bereits angegeben hat; in verdünnter Säure werden die einzelnen Theile der Zelle meistens etwas sichtbarer; die Hüllmembran zeigt sich als schärfere Contour, der Inhalt der Zelle wird kör-

niger und oft trüber und doch tritt nicht selten der Kern klar hervor. Concentrirte Essigsäure macht nach längerer Einwirkung oder beim Erwärmen die Hüllenmembran aufquellen, so dass sie dem Auge endlich gänzlich verschwindet; der granulöse Inhalt wird bis auf die in manchen Zellen vorkommenden dunklern Körnchen aufgelöst, und selbst die Kerne, die anfangs deutlicher zum Vorschein kommen, gehen endlich zu Grunde.

Höchst verdünnte Salzsäure (1 Th. in 12560 Th. Wasser) macht die Nervenfaser im Allgemeinen etwas aufquellen und den Inhalt weit durchsichtiger; die einzelne Faser zeigt schöne, scharf ausgeprägte doppelte Contouren; zwischen diesen bleibt in der Mitte ein vollkommen durchsichtiger, ziemlich breiter, fast leer erscheinender Raum; weder Nervenscheide noch Achsencylinder tritt irgendwo mit Entschiedenheit hervor. Die feinen Fäden des Sympathicus werden in diesem salzsäurehaltigen Wasser nicht sichtlich verändert; nur fallen hier die Kerne der *Remak'schen* Fasern sowie die des Bindegewebes besonders ins Auge.

An den Nervenzellen ist selbst nach längerer Einwirkung des salzsäurehaltigen Wassers nur wenig Veränderung wahrzunehmen; höchstens wird man die Hülle etwas mehr hyalin und den Inhalt etwas krümlischer finden.

Concentrirte Salzsäure lässt weder in Fasern noch Zellen einzelne morphotische Elemente hervortreten, sondern verwandelt Alles in einen Brei von kleinern oder gröbern, stark granulirten, dunkeln Klumpen, welche die verschiedensten und bizarrsten, aber meist rundlichen Formen annehmen. Wo man noch Rudimente von Nervenfasern sieht, erscheinen diese auffallend verdickt, die dunkeln Klümpchen vollkommen isolirt und nur nach einer Richtung hin gelagert; von einer Nervenscheide ist keine Spur wahrzunehmen. Lässt man auf ein frischbereitetes mikroskopisches Praeparat ziemlich concentrirte Salzsäure fließen, so ziehen sich die einzelnen Nervenfasern der Länge nach sehr zusammen, dehnen sich aber der Breite nach ausserordentlich aus, die Marksubstanz wird grobkörnig und dunkel, an den Schnittenden treten knollige oder grobkörnige Massen aus und lassen den drehrunden Faden, den Achsencylinder, auf das deutlichste wahrnehmen; öfter, als bei irgend einer andern Methode, den Achsencylinder sichtbar zu machen, habe ich hier Scheide und Marksubstanz in der Mitte einer Faser sich ablösen sehen, so dass an dieser Stelle nur der Achsencylinder übrig blieb, der nach beiden Seiten hin in die noch wenig zerstörte Nervenfaser verfolgt werden konnte. Die eigenthümliche Wirkung der concentrirten Salzsäure auf Verdickung und gleichzeitige Verkürzung der Nervenfaser beobachtet man sehr schön an kleinen Bündeln von Nervenfasern, die vom Neurolemm umschlossen sind; das letztere ist je nach dem Gehalte an Bindegewebs- oder elastischen Fasern ungleich ausdehnbar; wenn daher die von ihm umschlossenen Nervenröhren stark anschwellen, so entstehen an einem und demselben Bündel mehrere bauchige Erweiterungen und entsprechende Einschnürungen; an den Enden der Bündel werden die aus dem Neurolemm hervorragenden Fasern

divergent oder büschelförmig, zugleich tritt das Nervenmark aus den Schnittenden der Fasern hervor, so dass das Ganze einem Blumenstrausse gleicht.

Lässt man frische Nervenfasern einige Zeit mit concentrirter Salpetersäure stehen, so wird die Masse sehr bald intensiv gelb und leicht zerreiblich oder zerrührbar. Beobachtet man die Einwirkung der Salpetersäure unmittelbar unter dem Mikroskope, so sieht man auch hier die einzelnen Fasern sich verdicken und verkürzen, jedoch in minderem Grade als bei concentrirter Salzsäure. An den länger mit Salpetersäure behandelten Fasern sind die doppelten Contouren nicht mehr zu unterscheiden; der ganze Nerveninhalt erscheint grob granulirt und lässt keinen lichten Zwischenraum oder hellen Centralstreifen erkennen; im Allgemeinen sind die Nervenröhren jetzt nicht mehr verdickt, sondern etwas dünner geworden; die Nervenscheide ist mit Sicherheit kaum zu erkennen; dagegen perlustrirt man selten ein solches mikroskopisches Praeparat, in welchem nicht einzelne Nervenfäden gefunden würden, aus deren einem Ende nicht der Achsencylinder in grösster Deutlichkeit hervorrage, wie der Docht aus einer Kerze; oft sieht man neben einander 6 und mehr solcher kerzenförmiger Nervenröhren, an deren hervorragenden Achsencylindern eine gelbe Färbung deutlich zu erkennen ist; letztere sind oft, wenn sie weiter hervorragen, schwach wellenförmig, seltner darmförmig gewunden. Kocht man die mit Salpetersäure behandelten Fasern mit absolutem Alkohol, so werden sie sehr hyalin, die Contouren sind minder deutlich, indessen hier und da die gelblich durchscheinende Nervenscheide zu erkennen, ebenso noch im Innern eine matte Granulation, über deren Farbe jedoch nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden ist; die Achsencylinder treten hier öfter noch deutlicher hervor, als bei blosser Anwendung von Salpetersäure (F. T. 15. F. 6).

Kocht man zerzupfte Nerven mit Alkohol und Aether aus und lässt sie nach Entfernung dieser Flüssigkeiten einige Zeit mit concentrirter Salpetersäure stehen, so tritt, wie Kölliker schon beobachtet, die Nervenscheide mit matten Granulis und sehr schönen oft ganz frei liegenden Achsencylindern hervor. Unter günstigen Verhältnissen sind Scheide und Achsencylinder kaum durch ein anderes Mittel schöner zur Anschauung zu bringen.

Auf die Nervenzellen wirkt concentrirte Salpetersäure in den ersten Momenten so ein, dass die Hüllenmembran deutlicher und der Inhalt granulirter wird; bald verschwindet aber die Hülle und es ist neben einem zerfliessenden granulösen Brei nur noch der Kern wahrzunehmen; in Hirnmasse (grauer Substanz), die längere Zeit in concentrirter Salpetersäure gelegen, sind neben den Elementen der Fasern nur noch Kerne mit Kernkörperchen als Rudimente der Nervenzellen zu erkennen.

Concentrirte Schwefelsäure (drittes Hydrat) bildet mit Nervenfasern nach einigem Stehen eine schön purpurrothe oder violette Flüssigkeit; die Färbung gleicht vollkommen der Pettenkofer'schen Gallenreaction,

Zuckerzusatz ist übrigens zur Hervorbringung dieser Farbe keineswegs nothwendig; unter dem Mikroskope erscheinen die einzelnen Nervenfasern sehr schön violett; die Nervenscheide, die man bei unmittelbarem Zusatz von Schwefelsäure zu einem frischen Praeparate gallertartig aufquellen sieht, ist in diesem Falle völlig unsichtbar; das Mark hat sich in eine ungewöhnlich feinkörnige, matt erscheinende Substanz verwandelt; nur selten, jedoch dann mit grosser Bestimmtheit, ist an einzelnen Nervenrudimenten noch der Achsencylinder zu erkennen. Die Körnchen und zähflüssige Tropfen enthaltende Flüssigkeit, welche die nicht ganz zerstörten Nerven umspült, ist ebenfalls violett gefärbt.

Chromsäure oder eine gesättigte Lösung von doppelchromsaurem Kali, mit etwas Schwefelsäure versetzt, contrahirt die Nervenfasern im Querdurchmesser und färbt sie intensiv gelb. Haben Nervenfasern längere Zeit in einer solchen Flüssigkeit gelegen, so erscheinen sie etwas schmaler, aber scharf contourirt (die doppelten Contouren der animalen Nervenfasern sind nicht mehr sichtbar); das Nervenmark ist sehr grobkörnig geworden und macht den Nervenfaden undurchsichtig, so dass innerhalb desselben der Achsencylinder nicht wahrzunehmen ist. Besonders schön ist aber hier die contrahirende Wirkung des Reagens auf die Scheide wahrzunehmen; man bemerkt dieselbe sehr deutlich, aber sieht hie und da aus derselben unregelmässige, knollige, obwohl meist runde Tröpfchen von Nerven Fett hervortreten; bei nicht zu starker Einwirkung der Chromsäure bekommt also die Scheide Risse, aus der das zähflüssige Nervenmark hervortritt; das Bild ist so scharf, dass an eine Täuschung nicht zu denken ist. An verschiedenen Stellen ist die Scheide völlig geplatzt oder zerstört und das Mark in der Flüssigkeit vertheilt, so dass nur der blassgefärbte, scharf contourirte, fadenförmige Achsencylinder übrig bleibt; während an andern Nervenröhren der Uebergang des Cylinders in die wenig veränderte Faser noch recht deutlich verfolgt werden kann. Nächst dem folgenden Mittel sind durch kein Reagens die morphotischen Bestandtheile der Nervenröhren augenfälliger darzulegen, als durch dieses Reagens.

Die Nervenzellen werden durch Chromsäure etwas contrahirt, ihre Contouren treten dabei gewöhnlich schärfer hervor; der Inhalt wird kaum krümlicher als er vorher war; an Kern und Kernkörperchen ist keine wesentliche Veränderung wahrzunehmen. Hirnmasse und Ganglienmasse wird übrigens durch Chromsäure hart.

Jodwasser und besser noch Jod mit Jodwasserstoffwasser (hydriodige Säure) färbt die Nerven gelb, die Fasern bleiben ziemlich cohaerent, so dass sie sich sehr leicht zur mikroskopischen Untersuchung praepariren und in einzelnen Fäden sehr leicht verfolgen lassen; jede einzelne Nervenröhre erscheint nach längerer Einwirkung genannter Flüssigkeit blassgelb und eher etwas breiter, als schmaler, dabei aber ziemlich scharf contourirt (die animalen Fasern ohne doppelte Contouren); die Scheide an einzelnen Stellen wohl zu erkennen; das zwar krümlich

aber sehr feinkörnig gewordene Mark scheint den ganzen Cylinder zu erfüllen, jedoch sieht man an vielen Stellen bei guter Einstellung den Achsencylinder in grösster Schärfe innerhalb der Nervenfasern mehr geradlinig als geschlängelt verlaufen; hat man das Praeparat sehr zerzupft, so sieht man oft aus einer noch unverletzten Nervenfasern den Achsencylinder $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{5}$ '' weit hervortreten; derselbe ist selten etwas geschlängelt, meist gradlinig oder schwach gebogen, drehrund, blassgelblich.

Auch auf die Nervenzellen wirkt das Jodwasser ähnlich ein, wie auf die Fasern.

Das Millon'sche Reagens (salpetersaures Quecksilberoxydul mit salpetriger Säure) macht Nervenstückchen hart und zäh und färbt sie dabei intensiv blauröthlich; die einzelnen Bündel lassen sich nun schwer zerfasern; unter dem Mikroskope erscheint die Scheide der Nervenfasern als scharfe Contour, das Mark ist nicht so grob granulirt, wie nach Anwendung von Chromsäure, aber auch nicht so fein, wie nach Einwirkung von hydriodiger Säure; die Körnchen machen die ganze Nervenröhre sehr dunkel und verhindern vollständig das Erkennen des Achsencylinders; an durch Zerzupfen erhaltenen Praeparaten sieht man aber sehr viele Achsencylinder theils isolirt, theils aus einem Stücke unverletzter Nervenfasern noch weit hin in stark geschlängelter Form hervorragen. An der einzelnen Nervenfasern ist mikroskopisch kaum eine Farbe, höchstens eben eine gelbliche (also nicht violette) wahrzunehmen.

Quecksilberchloridlösung, welche zur Darstellung des Achsencylinders vorzugsweise von *Purkinje* empfohlen wurde, wirkt (abgesehen von der Färbung) fast vollkommen ebenso wie salpetersaures Quecksilberoxydul; innerhalb der unverletzten Nervenröhren die Achsencylinder zu erkennen, ist nach Sublimatgebrauch kaum leichter, als nach Verwendung des vorigen Reagens.

Graue Hirnsubstanz und sympathische Ganglien erhärten in den Lösungen der vorerwähnten beiden Metallsalze; die Nervenzellen schrumpfen etwas ein, die Hüllenmembran tritt etwas deutlicher ins Auge; der Inhalt wird krümliger und undurchsichtig, so dass Kerne nicht leicht und noch schwerer Kernkörperchen zu entdecken sind.

Eine sehr concentrirte Lösung von Chlorcalcium macht kleine Nervenbündel etwas durchscheinend, dabei aber ausserordentlich zäh und elastisch, so dass sich nur mit grosser Mühe ein einigermaassen brauchbares Praeparat darstellen lässt; denn die einzelnen Fasern sind sehr schwer von einander zu trennen. Unter dem Mikroskope erscheinen die isolirten Nervenfasern auffallend darmförmig gewunden und dabei etwas aufgetrieben, die Scheide ist nicht deutlich zu unterscheiden, das Mark in eine ziemlich grob granulöse Materie verwandelt, in der kein Centralfaden zu erkennen; nur hie und da ragt aus einem Faserende ein Stück Cylinderachse dochtförmig hervor.

In einer concentrirten Lösung von kohlen-saurem Kali quellen die Nervenröhren etwas auf, sind zum Theil darmförmig gewunden und

es scheint, als ob die Nervenscheide ungleich ausgedehnt sei, so dass die Form der Röhre der des Dickdarms gleicht; die einzelnen Aufwulstungen sind nicht scharf von einander abgegrenzt; im Ganzen aber der Inhalt nicht granulös, sondern ziemlich hell und durchscheinend; Achsencylinder und Scheide sind nicht zu erkennen. An den Enden einzelner Nervenfasern sind lichte, rundliche Fäden zu erkennen, welche den Achsencylindern ausserordentlich ähnlich sind, im Betreff deren jedoch nie ganz ausser Zweifel gesetzt werden konnte, dass sie vom Bindegewebe herührten, welches häufig ganz ähnliche Fäden bildet. Im Obigen haben wir diese Fäden nur dann als Achsencylinder bezeichnet, wenn sie der Form und der Lage der Fäden nach durchaus nichts andres als Achsencylinder sein konnten. Hier war rücksichtlich der Fäden objective Gewissheit nicht zu erlangen, obwohl es im höchsten Grade wahrscheinlich wurde, dass der Achsencylinder in kohlensaurem Kali unversehrt blieb.

In Lösungen von kohlensaurem Kali erhärtet die Nervensubstanz, wie bereits *Virchow*¹⁾ erwähnt hat; besonders bemerkenswerth ist aber, dass, wie mein Freund *Ed. Weber* beobachtet hat, die Faserung in mit dieser Salzauflösung behandeltem Gehirn und Rückenmark ausserordentlich schön zu verfolgen ist.

Auch die Nervenzellen werden in Lösungen von kohlensaurem Kali morphologisch nur sehr wenig verändert.

Lässt man praeparirte Nerven längere Zeit in verdünnter Natronlauge liegen, so erscheinen die einzelnen Fasern matter granulirt, im Querdurchmesser verjüngt, ein Achsencylinder ist nicht wahrzunehmen; die doppelten Contouren der cerebrospinalen Fasern sind verschwunden. Lässt man dagegen zu einem frischen Praeparate unter dem Mikroskope verdünnte Natronlauge fliessen, so contrahirt sich, wie schon *Kölliker* beobachtete, die Scheide; das Nervenmark tritt zum Theil an den Enden der zerrissenen Fasern, theils durch die bei der Contraction berstende Scheide in Form von Blasen und Körnchen und matt oder scharf contourirten, hellen oder dunkeln Kugeln heraus; nur selten gelingt es an dem Achsencylinder wahrzunehmen, wie er gallertartig aufquillt und am Ende dem Auge verschwindet.

Lässt man Nervenpraeparate, die vorher mit *Alkohol* oder *Aether* ausgekocht waren, längere Zeit in verdünnter Natronlauge verweilen, so erscheinen die Nervenröhren erheblich contrahirt und fast ganz blass; von einer Granulation ist in denselben sehr wenig wahrzunehmen; sie haben ganz das Ansehen, als ob die contrahirten Nervenscheiden von allem Inhalte entleert wären.

Die Nervenzellen schwellen in verdünnter Natronlauge auf und werden blasser; indessen wird die Hüllenmembran oft deutlicher (*Kölliker*), der Kern pfl egt aber nach einiger Zeit zu verschwinden. Lässt man graue Hirnsubstanz oder andre an Zellen reiche Nervenmaterie der Natronlauge

1) *Virchow*, Zeitschr. f. rat. Med. 1846. S. 276.

sieht man nach der Behandlung mit Alkohol oder Aether an abgerissenen Stücken einer Nervenfasern noch die Achsencylinder sehr deutlich und kann das freistehende Ende weit in die Röhre hinein verfolgen. Sehr kurze Stücke von Nervenröhren erscheinen aber vollkommen leer, als ziemlich regelmässige, kaum schwach granulirte, höchst durchsichtige Cylinder, einigermaassen den der Membrana propria der Bellini'schen Röhrchen entsprechenden Harncyclindern (bei Bright'scher Krankheit) ähnelnd, nur bei weitem enger und mindestens ebenso hyalin.

Gehen wir jetzt zu den Folgerungen über, welche sich aus den eben erwähnten mikrochemischen Reactionen und etwaigen weitem Versuchen mit Nervenmasse ziehen lassen, so ergiebt sich folgendes für die chemische Constitution der einzelnen morphotischen Bestandtheile der Nervenfasern und Zellen.

Die *Scheide der Nervenfasern* besteht obigen Untersuchungen nach aus einer structurlosen, etwas elastischen Membran, welche in Essigsäure nicht gallertartig anschwillt, beim Kochen oder bei Behandlung mit verdünnten Alkalien sich nicht auflöst und daher wenigstens nicht aus reiner Bindegewebssubstanz bestehen kann. In concentrirter Essigsäure, ebenso wohl als in Natron- oder Kalilauge löst sie sich nach längerer Zeit beim Kochen vollständig auf, ebenso in concentrirter Schwefelsäure; dagegen nicht in concentrirter Salpetersäure; letztere scheint die entleerten Hüllen noch gelb zu färben; indessen ist durch das Mikroskop nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob diese blassgelbe Färbung wirklich von der Scheide selbst ausgeht, oder ob sie von dem wenn auch geringen eiweissartigen Inhalte der zum Theil entleerten Nervenfasern herrührt. Wir kommen daher zu der schon von *Mulder*¹⁾ und von *Kölliker*²⁾ ausgesprochenen Muthmaassung, dass die Nervenfaserscheide aus einer dem elastischen Gewebe nicht unähnlichen Substanz bestehe, von dem sie sich jedoch durch Löslichkeit in siedender Essigsäure und grössere Löslichkeit in Kalilauge unterscheidet; sie ist der Scheidensubstanz der Muskelprimitivbündel sehr analog, steht aber wahrhafter Proteinsubstanz bei weitem näher als das elastische Gewebe.

Der *Achsencylinder* besteht allen oben angeführten Reactionen nach aus einer Proteinsubstanz, welche manche Aehnlichkeiten mit der Fibrillensubstanz der Muskelfaser (dem Syntonin) darbietet, jedoch sicher nicht damit identisch ist. Als eine Proteinsubstanz charakterisirt sich das Substrat des Achsencylinders durch sein Verhalten gegen Essigsäure, sehr verdünnte Salzsäure, gegen verdünnte und concentrirte alkalische Laugen, gegen concentrirte Salpetersäure und Kali, sowie gegen concentrirte Schwefelsäure. Vom gewöhnlichen Blutfibrin unterscheidet sich diese Substanz durch ihre Schwerlöslichkeit in Essigsäure und ihre völlige Unlöslichkeit in kohlenurem Kali, sowie in Salpeterwasser nach längerer

1) *Mulder*, Vers. einer physiol. Chemie. S. 655.

2) *Kölliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2, S. 397.

albuminöse Substanz des Nervenmarks ist aber durchaus verschieden von der Materie des Achsencylinders. In verdünnter Natronlauge, und in nicht allzuverdünnter Essigsäure ist diese Substanz auflöslich oder wird vielmehr aus dem Nervenmarke ausgezogen, so dass durch nachmalige Behandlung mit siedendem Alkohol oder Aether die Nervenröhren bis auf die Achsencylinder vollkommen leer erscheinen; die mit Alkohol oder Aether behandelten Nervenfasern zeigen, nachdem sie der Wirkung concentrirter Salpetersäure ausgesetzt waren, oder umgekehrt, wenn sie erst mit Salpetersäure und dann mit dem Fettlösungsmittel behandelt wurden, noch einen feinkörnigen, gelbgefärbten Inhalt, der nichts weiter als die fragile Proteïnsubstanz im nun coagulirten Zustande sein kann. Zwar habe ich mich vielfach bemüht, in dem mit Wasser extrahirten Hirnmarke durch Kochen oder Essigsäure eine coagulable Proteïnsubstanz nachzuweisen, allein theils die stets emulsive Form der Flüssigkeit, theils der stete Gehalt an Blutserum, theils auch die Zersetzbarkeit der Fettsubstanzen durch Essigsäure verhinderten, zu einem unzweifelhaften Resultate zu gelangen. Obgleich directe Beweise aus den mikroskopischen Anschauungen oder vielmehr den Urtheilen über dieselben nur schwer zu führen sind, so scheinen uns doch die oben angeführten möglichst objectiv gehaltenen Beschreibungen der Veränderungen, welche das Nervenmark auf Zusatz verschiedener Reagentien erleidet (indem es sich bald grobkörnig, bald feinkörnig, bald krystallinisch ausscheidet) am meisten dafür zu sprechen, dass das Nervenmark ein löslicher Proteïnstoff in feinsten Mengung mit einem durch leicht zersetzbare Seifen gelösten Fette enthält, und dass das Sichtbarwerden des Marks weniger die Folge einer Gerinnung jenes eiweissartigen Körpers ist, als vielmehr die der Trennung des Fetts von den sich zersetzenden Seifen und der albuminösen Substanz. Man könnte zwar annehmen, dass bei der Veränderung, welche im Marke frischer Nerven allmählig sichtbar wird, wenn dieselbe der Luft, dem Wasser oder der Kälte ausgesetzt sind, eine dem Faserstoff des Blutes ähnliche Materie im frischen Nerven aufgelöst sei, die dann wie das Fibrin des Blutes gerinne: allein wiederholte mikroskopisch-mechanische Untersuchungen der Nervenfasern sprechen nicht sonderlich für diese Hypothese; die sich ausscheidende Substanz trägt immer mehr oder weniger den Charakter des Fettes an sich, nicht aber den von Fasern (wie gerinnendes Blutfibrin), noch den feinsten Molecularkörnchen (wie andre Proteïnkörper beim Gerinnen). Nähme man auch eine solche spontane Gerinnung der eiweissartigen Substanz des Nervenmarks an, so wäre die unzweifelhafte Ausscheidung des Fettes noch nicht erklärt, und man müsste immer noch obige Conjectur zur Abscheidung des Fettes aus der Lösung der fettsauren Salze zu Hülfe rufen. Kaum aber scheint uns die schon von *Henle*¹⁾ ausgesprochene Ansicht, dass das Nervenmark keine Emulsion, sondern eine wahrhafte Lösung oder Mischung sei, irgend einen Zweifel übrig zu lassen.

1) *Henle*, Allg. Anat. S. 624.

Nur nebenbei sei bemerkt, dass *Jones*¹⁾ den Rückstand, welcher nach dem Auskochen des Gehirns mit Alkohol, Aether und zuletzt mit Wasser hinterbleibt, der Elementaranalyse unterworfen und die Zusammensetzung desselben gleich der des Albumins gefunden hat. Dass aus solchen Analysen dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft nach nichts zu schliessen ist, bedarf hier nicht erst wiederholter Erwähnung.

Die *Fette* der Nervensubstanz hat man eher Gelegenheit gehabt, im Grossen genauern chemischen Untersuchungen zu unterwerfen, als andre Bestandtheile der Nervenfasern; und doch hat gerade dieser Gegenstand den Forschern ungewöhnliche Schwierigkeiten entgegengesetzt, Schwierigkeiten, die allerdings dadurch gehäuft wurden, dass man sich bei der chemischen Untersuchung nicht von der Histologie leiten liess, d. h. dass man die gleichzeitige mikroskopische Untersuchung der chemisch behandelten Massen vollkommen vernachlässigte. Während ein in der Chemie so geachteter Forscher, wie *Couërbe*²⁾, eine Anzahl grösstentheils nicht wohl charakterisirter Fette, ein *Cephalot*, *Cerebrot*, *Stearoconnot*, *Eleencepht* u. s. w. unterschied, gelangte ein nicht minder berühmter Chemiker, *Fremy*³⁾, zu ziemlich entgegengesetzten Resultaten, die zwar manches aufklärten, im Ganzen aber noch keineswegs diesen Gegenstand in chemischer Beziehung erschöpften. *Gobley*⁴⁾ hat, wie bereits Th. 1, S. 229 erwähnt, aus dem Hirnfett auch Glycerinphosphorsäure ausgeschieden. Folgendes sind die wenigen ziemlich sichern Thatsachen, zu welchen die bisherigen Untersuchungen dieser Fette (welche fast immer dem Gehirn entlehnt waren) geführt haben. Durch siedenden Alkohol lässt sich nach *Fremy* aus zerriebener Hirnmasse Elain, Oelsäure und Margarinsäure extrahiren, Fette, die zum Theil an Natron, Kali oder Kalk gebunden sind; digerirt man dann den Rückstand mit heissem Aether, so werden von diesem Cholesterin, Cerebrinsäure und Oelphosphorsäure aufgelöst. Die Scheidung dieser zwei Gruppen geschieht freilich nicht so vollständig, wie man dem Gesagten nach glauben möchte. In die alkoholische Lösung geht viel Cerebrinsäure und Cholesterin über und in der aetherischen Lösung findet man noch Oel- und Margarinsäure.

Die *Cerebrinsäure* gewann *Fremy* ziemlich rein, indem er das Aetherextract des Gehirns wieder mit kaltem Aether anrührte, aus welchem sich eine weisse Masse abschied; dieselbe wurde nach Decantation des Aethers an der Luft bald wachsig; die Fettsäure ist hierin an Natron und Kalk gebunden; diese Seife ward nun in siedendem, wasserfreiem Alkohol gelöst und mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt; nachdem die Sulphate (die etwas coagulirtes Albumin beigemischt enthalten) abfiltrirt

1) *Jones*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 68 ff.

2) *Couërbe*, Ann. de Chim. et de Phys. 2. Sér. T. 56, p. 464—480.

3) *Fremy*, Journ. de Pharm. T. 26, p. 769—794 und Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 3, p. 463—488.

4) *Gobley*, Journ. de Phys. et de Chim. 3. Sér. T. 41, p. 409—417 et T. 42, p. 3—13.

worden waren, wurde die heisse Lösung erkalten gelassen; aus dieser schied sich die Cerebrinsäure, verunreinigt mit etwas Oelphosphorsäure aus; letztere wurde mittelst kalten Aethers entfernt und die Cerebrinsäure noch einigemal in heissem Aether umkrystallisirt.

Diese Substanz, welche *Gobley* übrigens auch im Eidotterfett gefunden zu haben glaubt, bildet ein glänzend weisses Pulver, welches in kaltem Alkohol und Aether unlöslich ist, in beiden aber beim Sieden sich auflöst; in Wasser quellen die weissen Körnchen etwas auf. Mit den meisten Basen lässt sich diese Säure verbinden und bildet damit in Wasser völlig unlösliche Salze. Im getrockneten Barytsalze fand *Fremy* 7,8% Baryt; in 100 Th. der Säure nach einzelnen Bestimmungen 66,7% Kohlenstoff und 10,6% Wasserstoff, ferner 2,3% Stickstoff und endlich 0,9% Phosphor; der Sauerstoffgehalt würde also ungefähr 19,5% betragen und die Sättigungscapacität ungefähr 0,884.

Die Oelphosphorsäure *Fremy's* ist noch minder genau untersucht als die Cerebrinsäure; *Fremy* erhielt sie aus den kalten aetherischen Auszügen der Aetherextracte des Gehirns, aus denen sich die Cerebrinsäure abgesetzt hatte; sie bleibt nach dem Abdestilliren des Aethers mit Natron verbunden als eine lebrige Masse zurück; von der Base soll sie durch Abwaschen mittelst einer verdünnten Säure zu trennen sein. Isolirt bildete sie eine gelbliche, viscöse Masse, die entzündlich ist und viel Kohle hinterlässt, aus welcher durch Wasser Phosphorsäure ausgezogen wird; sie ist in Wasser unlöslich, so auch in kaltem Alkohol, löslich dagegen in heissem, sowie in kaltem und heissem Aether. Kocht man diese Säure mit alkoholischen Lösungen von Mineralsäuren oder Alkalien, so soll sie nach *Fremy* in Elaïn, Oelsäure und Phosphorsäure zerfallen. Obgleich schon *Chevreul* vermuthete, das Hirnfett möge eine Verbindung von Elaïn und Phosphorsäure sein, so ist doch ein solches Zerfallen der Oelphosphorsäure für unsre jetzige Anschauungsweise der Zusammensetzung der Fette etwas auffallendes, und in der That glaubt auch *Gobley* gefunden zu haben, dass die Oelphosphorsäure bei ihrer Zersetzung, die auch z. B. bei der Fäulniss des Gehirns erfolgt, kein Elaïn liefere, sondern nur Oelsäure und Glycerinphosphorsäure. Dieser Gegenstand ist indessen nicht leicht zu entscheiden, da es gar zu schwer hält, das was *Fremy* Oelphosphorsäure nennt, vollkommen von anhaftendem Elaïn und Cerebrinsäure zu befreien. Davon aber, dass nicht, wie *Fremy* angiebt, freie Phosphorsäure gebildet werde, sondern, wie *Gobley* gefunden, Glycerinphosphorsäure, kann man sich sehr leicht überzeugen. So gelang es mir selbst einmal in der aus einer sehr ausgebreiteten gelben Hirnerweichung erhaltenen Masse, die bekanntlich (wie schon *Rokitansky* beobachtet hat) freie Säure enthält, die Glycerinphosphorsäure mit aller Bestimmtheit nachzuweisen. *Fremy* fand übrigens in seiner Oelphosphorsäure 1,9 bis 2,0% Phosphorsäure, *Gobley* erhielt neben Oelsäure bei der Zersetzung derselben Säuren durch Säuren und Alkalien immer auch Margarinsäure, ein Beweis, wie dunkel der ganze Gegenstand noch ist. So viel scheint

irgend etwas schliessen, so würde der weit geringere Gehalt der grauen Hirnsubstanz an Fett und der grössere der weissen Substanz auch für jene Erfahrung sprechen. Alle Analytiker fanden nämlich in der an Zellen reichen grauen Substanz wenig Fett, während in der faserreichen Medullarsubstanz mindestens viermal so viel Fett enthalten ist. Da übrigens der Inhalt der Nervenzellen nach Behandlung mit Alkohol oder Aether nur wenig erblasst, so kann sein granulirtes Ansehen auch weniger von Fett, als von andern molecularen Materien herrühren. Mit diesen Granulis sind jedoch nicht jene sehr dunkeln, in ätzenden Alkalien unlöslichen Körnchen zu verwechseln, welche wir hauptsächlich in den mit Ausläufern versehenen oder gezackten Nervenzellen wahrnehmen; diese bestehen aus einer uns chemisch noch ganz unbekanntem, den Pigmentkörnchen nicht unähnlichen Materie. Dass demnach die Hauptmasse des Inhalts der Nervenzellen aus einer theils gelösten, theils nur aufgequollenen Proteinsubstanz bestehe, wird aus dem Angeführten ziemlich wahrscheinlich.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die wenigen Angaben über die Zusammensetzung der Hirn- und Nervenmasse im Allgemeinen, so ergibt sich Folgendes, wobei jedoch nicht zu übersehen, dass die Hirnmasse eine Menge Blutgefässe enthält und daher der Blutgehalt nicht in besondere Rechnung gebracht ist. Die sorgfältigsten Untersuchungen über den Wasser- und Fettgehalt verschiedener Hirnparthien und des Gehirns im Allgemeinen sind erst in neuerer Zeit unter *Schlossberger's* Leitung von *J. Hauff* und *R. Walther*¹⁾ und von *E. v. Bibra*²⁾ ausgeführt worden. Im Wesentlichen sind diese Forscher zu sehr übereinstimmenden Resultaten gelangt. Vollkommen constatirt ist, dass die weisse Substanz des Gehirns erheblich ärmer an Wasser und reicher an Fett ist, als die graue Substanz. Rücksichtlich der einzelnen Hirnparthien steht überhaupt der Wassergehalt so ziemlich im umgekehrten Verhältnisse zu dem Fettgehalte. In der Rindensubstanz der grossen Hemisphaeren fanden *Hauff* und *Walther* 85 bis 86% Wasser und nur 4,8 bis 4,9% Fett, *v. Bibra* 84 bis 88% Wasser und 5,5 bis 6,5% Fett, während erstere aus der weissen Substanz vom Corpus callosum 70,2% Wasser und 14,5 bis 15,5% Fett, letztere 63,5 bis 69,2% Wasser und 20 bis 21% Fett erhielten. Vergleicht man den Fett- und Wassergehalt, wie ihn die genannten Forscher in verschiedenen Hirnparthien gefunden haben, so lässt sich derselbe ziemlich genau nach dem Gehalte jener Hirnparthie an weisser oder grauer Substanz vorherbestimmen. Dieses Verhältniss wurde nicht blos beim Menschen, sondern auch bei Thieren gefunden, deren Gehirn gross genug war, um graue und weisse Substanz gesondert auf Fett oder Wasser zu untersuchen. Uebrigens fand schon früher *Lassaigne*³⁾ die graue Substanz bei

1) *Schlossberger, Hauff und Walther*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 85, S. 42—55.

2) *E. v. Bibra*, ebendas. S. 204—224.

3) *Lassaigne*, Compt. rend. T. 9, p. 708 et T. 11, p. 768.

dem bestimmter Gesetze berechnen, wenn es gelungen sein wird, die Wechselwirkungen der chemischen Substrate während der Thätigkeit der Nerven geistig zu erfassen. Mag man dazu gelangen, in den Nerven ein ganz eigenthümliches, nur im lebenden Thiere thätiges Agens anzunehmen, oder die Nervenleitung und die damit zusammenhängenden Erscheinungen des Reflexes, der Irradiation u. dergl. von elektrischen Strömungen abzuleiten, die in mit mehr oder weniger isolirenden Hüllen begabten Cylindern verlaufen; immer wird der Chemismus noch das letzte Wort dort mitzusprechen haben, wo es auf exact physikalische Erklärung solcher Erscheinungen ankommt. Und liegt denn etwa die Betheiligung des Chemismus an den brennendsten Fragen der Nervenlehre so fern, dass man wagen könnte, ihn von der Erforschung der edelsten thierischen Materie auszuschliessen, einer Materie, in der sich die höchsten Lebensfunctionen concentriren? Doch die Zahl der Zweifler, welche die Lebensthätigkeiten herabzuwürdigen glaubten, wenn sie dem Chemismus einen Antheil an den Verrichtungen des Nervensystems gestattet hätten, ist wohl in neuerer Zeit so zusammengeschwunden, dass ihretwegen der Chemismus keiner Vertheidigung mehr bedarf. Entsprechend den physikalischen und physiologischen Erscheinungen der Nerven finden wir in diesen eine Materie von so labilem chemischen Schwerepunkte, von solcher Beweglichkeit in ihren näheren und nächsten Bestandtheilen angehäuft, wie wir sie in keinem andern Organe des thierischen Körpers wiederfinden; die chemischen Erscheinungen dürften also wohl auch hier im engsten Zusammenhange mit den physikalischen und physiologischen stehen. Kaum wird endlich wohl Jemand glauben, dass die Nerven, welche (wie Ludwig¹⁾ in seiner vortrefflichen Arbeit über den Einfluss der Nerven auf die Speichelsecretion dargethan hat), direct auf die Bereitung gewisser Secrete aus dem Blute und deren beschleunigter oder modificirter Absonderung einwirken, selbst ohne chemische Veränderung solchen Functionen vorstehen könnten. Die chemischen Substrate der Nerven sind conform den Functionen derselben, denn wie in allen andern Organen muss auch hier die physiologische Dignität der chemischen Constitution und den Affinitätswirkungen der chemischen Unterlagen entsprechen (vergl. Th. 1, S. 23).

Was die Analyse der Nervenmaterie betrifft, so geht aus dem Obigen deutlich genug hervor, dass dieselbe noch sehr im Argen liegt.

Zunächst dürfte das passendste Object einer derartigen Untersuchung die weisse Substanz der beiden Hemisphaeren des grossen Gehirns sein, wenn man die Forschung einmal mit Hirnmaterie ihrer leicht zu gewinnenden Menge wegen beginnen will. Die weisse Substanz ist deswegen der grauen bei weitem vorzuziehen, weil jene bei weitem weniger Blutgefässe als diese und fast nur Nervenfasern und keine Nervenzellen enthält.

Was zuvörderst die Bestimmung des Wassergehalts betrifft, so sind

1) Ludwig, Mitth. d. Zürch. naturf. Gesellschaft. No. 50. 1854.

u. bezug darauf ganz dieselben Cautelen zu berücksichtigen, wie bei jedem andern Organe und den Muskeln insbesondere; bei letzteren haben wir nur die Wichtigkeit jener Vorsichtsmaassregeln bereits hingewiesen.

Bei der Bestimmung der Mineralbestandtheile der Hirnmaterie ist zu beobachten, dass deren Asche von freier Phosphorsäure sauer reagirt und deswegen gewöhnlich noch viel Kohle einschliesst. Bekannt ist, dass beim Sintern von Kohle mit Phosphorsäure oder sauren phosphorsauren Salzen sehr Phosphor verflüchtigt, und dass gleichzeitig die etwa anwesenden Thonerde oder Sulphate zersetzt werden würden; es ist daher durchaus nothwendig, die getrocknete Hirnmasse vor dem Einäschern mit etwas kohlensaurem Baryt zu verreiben; man wird alsdann keine Art von Verlust zu befürchten haben.

Zur Trennung der organischen Materien und zwar insbesondere der morphotischen Elemente würde man, auf den mikrochemischen Reactionen beruhend, am rationellsten verfahren, wenn man die zu einem Brei leicht zerriebene Hirnmasse mit einer verdünnten Lösung von kohlensaurem Kali behandelte; da diese weder den Achsencylinder noch die Nervenscheiden angreift, das Nervenmark aber unter allen andern Reagentien am wenigsten verändert, so wird dadurch nur die eiweissartige Substanz und der grösste Theil des Markfettes in Lösung gebracht; die filtrirte Flüssigkeit sieht zwar auch hier, wie bei Anwendung reinen Wassers, trüb durch das Filter, allein es ist hier weit weniger Fett suspendirt und weit mehr wahrhaft aufgelöst; Gewebs-elemente durchdringen das Filter entweder gar nicht oder nur spurweise; nach wiederholtem Ausspülen mit der Solution von kohlensaurem Kali bleibt auf dem Filter mit den andern organischen Materien nur sehr wenig Fett (hauptsächlich etwas Cerebrinsäure) zurück. In der Lösung lässt sich eiweissartige Substanz des Nervenmarks, nach Sättigung der Flüssigkeit mit Essigsäure, Abfiltriren des entstandenen Niederschlags und nach Entfernung der noch suspendirten Fette mittelst Aethers, durch die gewöhnlichen Reagentien sehr leicht nachweisen.

Der in kohlensaurem Kali unlösliche Rückstand der Hirnmasse, welcher neben einem Theile der Cerebrinsäure nur die Achsencylinder und die Nervenscheiden enthält, ist zur Lösung der erstern mit verdünnter K_2CO_3 oder Natronlauge zu erwärmen; aus dieser Lösung wird durch Sieden unter Entwicklung von etwas Schwefelwasserstoff die eiweissartige Substanz des Achsencylinders zugleich mit etwas Cerebrinsäure precipitirt.

Der in verdünnten Lösungen von kohlensauren und ätzenden Alkalien verbleibende Hirnrückstand enthält fast nur noch die Nervenscheiden und etwas cerebrinsäuren Kalk; um letzteren zu entfernen, ist jener Rückstand erst mit verdünnter Essigsäure und nachher mit Aether auszukochen. Letzter ist aber der Rückstand nicht als chemisch reines Substrat der Nervenscheiden zu betrachten, da Capillargefässwände u. dergl. ihm noch beigemengt sind.

Um die Hirnfette auf eine rationelle Weise von einander zu trennen,

reichen die oben erwähnten Untersuchungen noch keineswegs aus, wie dort schon hinlänglich angedeutet wurde. Erst wenn wir die chemischen Bestandtheile der Hirn- und Nervensubstanz genauer ermittelt haben werden, dürfen wir hoffen, gute quantitative Trennungsmethoden ausfindig zu machen.

Exsudate und pathologische Formbildungen.

Oft schon haben wir Gelegenheit nehmen müssen, den grossen Erwartungen, ja Forderungen der Physiologie und Pathologie gegenüber die Unzulänglichkeit unsrer chemischen Kenntnisse und Hilfsmittel darzulegen; kaum drängt uns aber ein anderer Gegenstand das Bekenntniss unsrer Schwäche und Unfähigkeit in dem Grade ab, als der vorliegende. Die Exsudate sind gerade für die Pathologie der allerwichtigste Gegenstand zoochemischer Untersuchung: läuft doch die ganze pathologische Anatomie beinahe darauf hinaus, die Exsudate und ihre verschiedenen Umbildungen zu ermitteln. Während aber die pathologische Formenlehre sich bereits eines sehr hohen Grades von Ausbildung zu erfreuen hat, stehen wir in chemischer Hinsicht vor einem Chaos, in das noch kein Lichtstrahl eingedrungen. Die Entwicklungsgeschichte der pathologischen Formen hat indessen der grossen Fortschritte ungeachtet, welche die neuere Zeit von ihr aufzuweisen hat, nur sehr wenig dazu beigetragen, dem Chemiker Wege durch jenes Dunkel anzudeuten; ist es doch hinlänglich bekannt, dass wir bei vielen pathologischen Formen nicht wissen, ob wir den Anfang oder das Ende, die erste Bildung oder das letzte Untergangsstadium vor uns haben. Die pathologische Gewebelehre, die den Chemiker allein leiten könnte, ist selbst trotz vieler vortrefflicher Arbeiten noch so voll von Unsicherheiten, subjectiven Anschauungen und sehr schwankenden Conjecturen, dass von ihr aus nur selten ein Ausgangspunkt für chemische Explorationen genommen werden kann. An eine mikrochemische Analyse selbst der einfachsten pathologischen Formen ist noch selten gedacht worden; und wie soll sich der Chemiker durch die einander widerstrebenden Meinungen, durch die meist unmerklich in einander überfliessenden Formen, durch die proteusartig sich verwandelnden Gestalten und durch die oft völlig gleich erscheinenden Producte der differentesten Processe schlüsslich zurecht finden, wenn ihm fast nirgend ein sicherer Halt geboten wird? Man gebe dem Chemiker nur erst einen festen Punkt, und er wird die starren Gebilde der pathologischen Anatomie in Bewegung setzen und zu durchsichtigeren Phaenomenen rein physikalischer Processe auflösen.

Wenn aber der Chemiker heute noch taub ist und sein muss gegen

so gut wie unbekannt. In diesem Sinne (und nur dieser gilt bei exacter Forschung) sind uns alle Stoffe, die sich als Uebergangsstufen aus den Proteinkörpern eines plastischen Exsudats herausbilden, völlig unbekannt und werden es auch bleiben, so lange das Räthsel des Proteins noch nicht gelöst ist.

Wird man sich aber überzeugt haben, dass der Chemiker heute noch ausser Stande ist, die Umwanlungen des plastischen Stoffs in den Exsudaten zu verfolgen und die Processe zu belauschen, vermöge deren bald diese bald jene Gestaltung hervortritt: so wird man vielleicht, seine Forderungen etwas herabspannend, fragen, welche qualitativen Veränderungen, welche heterogenen Bestandtheile, welche eigenthümlichen Stoffe sonst noch in den entzündlichen oder den sog. specifischen Exudaten wohl wahrnehmbar sein mögen?

Gleich Andern haben wir, dem Drängen der Aerzte nachgebend, mancherlei Untersuchungen in dieser Richtung angestellt; es ist uns gelungen, in plastischen und minder plastischen Exsudaten unter vielfachen oft nicht zu ermittelnden Verhältnissen wahrhafte Gallensubstanzen nachzuweisen, und taurocholsaures Natron so wie schöne Krystalle von glykocholsaurem Natron herzustellen. Harnstoff, Zucker und gewisse Extractivstoffe lassen sich fast in allen Exsudaten nachweisen u. dergl. m. Wenn auch solche Beobachtungen in mancherlei Hinsicht interessant sind, so dürften sie doch, so weit bis jetzt uns ein Urtheil zusteht, keinen wesentlichen Einfluss auf die Umwandlung des flüssigen Exsudats und keine besondere Bedeutung für die Bildung dieser oder jener Gewebsform haben. Und was käme denn dabei weiter heraus, wenn es auch gelänge, in tuberculösen Massen hauptsächlich Cystin, in krebsigen vielleicht Bernsteinsäure, in anderen eine andere ungewöhnliche Materie aufzufinden, sobald ein Zusammenhang einer solchen Erfahrung mit dem übrigen Befunde nicht nachgewiesen werden könnte? Ueberdies ist die qualitative Untersuchung pathologischer Producte noch durch manche Verhältnisse wesentlich gehemmt. Wie selten sind sehr junge Exsudate in Leichnamen zu finden? Wie schwer ist es gewöhnlich, das Alter eines Exsudates auch nur mit einiger Genauigkeit zu bestimmen? Wie unzureichend ist oft selbst im günstigsten Falle die Menge des Materials, um darin nach eigenthümlichen Bestandtheilen suchen zu können? Und wie schnell tritt nicht schon nach dem Tode, während der Leichnam noch nicht erkaltet ist, eine Zersetzung ein?

Wir wollen hier nur eins von diesen Hindernissen etwas näher beleuchten. Wir haben bereits öfter in diesem Werke zu erwähnen Gelegenheit gehabt, welchen herrlichen Beitrag zu unsrer Kenntniss vom thierischen Stoffwandel *Liebig* durch seine vortreffliche Untersuchung der Fleischflüssigkeit geliefert hat; aber wie günstige Verhältnisse traten hier auch einer Untersuchung zur Seite, zu der ohnedies das Genie und die Dexterität eines *Liebig* gehörte? Man erwäge die Massen Materials, welche *Liebig* zur Untersuchung verwenden musste; man bedenke, dass man

so treten jene Unterschiede genugsam hervor, auf die wir früher (a. e. a. O.) aufmerksam gemacht haben, und welche von den Pathologen und Histologen gelegentlich bei Unterscheidung der plastischen und nicht plastischen Exsudate mehr als hinlänglich durchgesprochen worden sind. Wir haben bereits versucht, nach eignen und fremden Versuchen die Bildung der Transsudate und ihre Constitution als abhängig von gewissen physikalischen Verhältnissen darzustellen. Wir glauben nicht zu irren, wenn wir voraussetzen, dass auch für die Exsudate sich bestimmte, auf Zahlen reducirbare Verhältnisse werden ausfindig machen lassen, nach denen sich ihre Zusammensetzung und ihre spätere Umwandlung richten wird. Kurz dass auch die Exsudate gewissen physikalisch fassbaren Gesetzen unterworfen sein werden, daran wird wohl Niemand zweifeln, der nicht noch geblendet ist von den phantastischen Kräften, die man noch während der letzten Jahrzehnte eine so grosse Rolle im Thierkörper spielen liess. Mag auch der Nerveneinfluss bei der Exsudation zum Theil mit in ziemlich directer Weise auf die chemischen Verhältnisse des Exsudats selbst einwirken, so werden die quantitativen Verhältnisse doch ohne allen Zweifel bei der Exsudation, wie bei jedem ähnlichen Processe im Thierkörper, lediglich von der Veränderung der mechanischen Bedingungen abhängig sein. Haben wir daher die quantitativen Verhältnisse der Producte erforscht, so werden sich gewiss Resultate genug finden, die einen Rückschluss auf die mechanischen Bedingungen gestatten. Dass wir hierbei die grossen theoretischen Schwierigkeiten nicht verkennen, versteht sich von selbst; es dünkt uns hiernach blos die lösbare Aufgabe der nächstkünftigen Forschung, zu ermitteln, in welcher Beziehung die quantitativen Verhältnisse der Exsudate zu den mechanischen Bedingungen stehen, unter welchen sie entstanden.

So ausgebildet auch bereits die Phaenomenologie des Exsudationsprocesses wenigstens in vielen Beziehungen zu nennen ist, so leicht sich auch jene mechanischen Bedingungen, welche der Exsudation so gut vorstehen, als der Transsudation, namhaft machen lassen, so sehr man auch bereits den Gesetzen auf der Spur ist, vermöge deren die kleinsten flüssigen Theilchen sich durch Membranen oder durch andere Flüssigkeiten hindurch verbreiten und sich gegenseitig in ein gewisses Gleichgewicht zu setzen streben: so wird man doch erst dann den inductiven Beweis für die Summe unsrer mechanischen Hypothesen gewonnen haben, wenn es gelungen sein wird, die quantitative Zusammensetzung der Producte jener Processe in Einklang mit den anderweit eruirten Gesetzen oder mindestens Erfahrungssätzen zu bringen. Durch die Bemühungen der ausgezeichnetsten Physiologen sind wir bereits weit fortgeschritten in Erkenntniss der Erscheinungen, die sich an den Capillaren, ihrem Inhalte und ihrer Umgebung bei dem der Exsudation vorangehenden Entzündungsprocesse wahrnehmen lassen; die Störungen des Kreislaufs, dessen hydraulische Gesetze man selbst bis in diese kleinsten Röhren bewahrheitet hat, sind zwar noch nicht auf ihre einzelnen bedingenden Ursachen

Bezugnahme auf die Dauer der Exsudation und das Bestehen des Exsudats, auf die morphotischen Umwandlungen, die das letztere bereits eingegangen, und auf viele ähnliche Verhältnisse durchaus erforderlich ist: so wird dies dem Naturforscher überflüssig erscheinen, da er weiss, dass von der Art des Forschens fast immer der Erfolg desselben abhängig ist; uns aber möge der Umstand entschuldigen, dass unsers Wissens in besagter rationeller Weise noch Niemand die Erforschung der Exsudate in Angriff zu nehmen versucht hat.

Nicht mit Unrecht dürfte man wohl aber fragen: ist denn die quantitative Analyse thierischer Säfte bereits so ausgebildet, dass sie den Anforderungen, welche man zur Erreichung jener Zwecke an sie stellen muss, auch entsprechen kann? Was die quantitative zoochemische Analyse wirklich zu leisten vermag, ist bereits an verschiedenen Stellen dieses Werks ausführlich auseinander gesetzt worden; wir haben dort ihre Leistungen keineswegs in zu günstigem Lichte darzustellen vermocht: allein wenn sie auch in Bezug auf die vorliegenden Zwecke manches zu wünschen übrig lässt, so wird sie doch vollkommen ausreichen, um die brennendsten Fragen zu erledigen; denn die wichtigsten Substanzen sind gerade solche, die durch ihre Quantität am meisten in die Augen fallen, und diese, nämlich die unlöslichen und die coagulirbaren Proteinkörper, die Fette, die Gesamtheit der nur in Wasser löslichen und die der in Wasser und Alkohol löslichen organischen Stoffe, einige organische Säuren und sämtliche Mineralbestandtheile sind genauern quantitativen Bestimmungen recht wohl zugänglich, wie neuerdings auch *v. Gorup-Besanez*¹⁾ in einer vortrefflichen Bearbeitung der zoochemischen Analyse sehr ausführlich dargethan hat. Für die ersten Angriffe versprechen allerdings die Mineralbestandtheile die meiste Ausbeute und werden daher vorzugsweise zu berücksichtigen sein. Wir wissen schon hier aus der Lehre von den Transsudaten und den thierischen Flüssigkeiten überhaupt, dass z. B. die Vertheilung der Kali- und Natronsalze einerseits und die der Phosphate und Chlormetalle andererseits in den verschiedenen thierischen Säften eine sehr ungleichmässige ist und werden fast dazu gedrängt, diesen Gegenstand noch in grösserer Ausdehnung zu verfolgen, da die *Graham'schen* Untersuchungen auf die grosse Ungleichheit im Diffusionsvermögen dieser Substanzen, die *Schmidt'schen* Bestimmungen auf die jener Ungleichheit entsprechende Verschiedenheit des Verdichtungscoefficienten der Salzlösungen u. s. w. unsre Aufmerksamkeit hingelenkt haben. Indessen werden auch die Bestimmungen der organischen Materien, namentlich der löslichen (von Säure oder Alkali begleiteten) Proteinkörper und der Fette, weit mehr Früchte tragen, als sie auf den ersten Blick zu versprechen scheinen. Wenn also der Chemiker sein Unvermögen betreffs der qualitativen Analyse pathologischer Producte offen eingesteht und

1) *v. Gorup-Besanez*, Anleit. zur zoochemischen Analyse. Erlangen 1850.

Wenn wir die Schwierigkeiten, die schon dem ersten Angriffe selbst der quantitativen Untersuchung der Exsudate sich entgegenstellen, sich also aufthürmen sehen, dann möchte allerdings Manchem der Muth sinken, die Danaidenarbeit noch zu unternehmen, und zwar um so mehr, als sich anderweit pathologische Fragen genug uns aufdrängen, deren Beantwortung einen weit glücklicheren Erfolg verspricht und deren Lösung noch überdies vernünftiger Weise der Exploration der Exsudate vorausgehen sollte. Möchten nur die Aerzte erst selbst so viel Einsicht in chemische und physiologische Forschung gewinnen, um nicht Fragen zu stellen, die, keiner exacten Beantwortung fähig, nur die Unkenntniss der Fragsteller beweisen, und möchten sich keine (in der Chemie mehr oder weniger bewanderte) Leute finden, die sich zu Handlangern der Pathologen missbrauchen lassen, um den Wust verkrüppelter Thatsachen und verschrobener Deductionen, an dem die sog. pathologische Chemie so überreich ist, nicht noch durch neuen Unrath zu vermehren.

Aus dieser beinahe zu langen einleitenden Verhandlung über die Untersuchungsweise der Exsudate vom Standpunkte der physiologischen Chemie geht schon deutlich genug hervor, dass unser positives Wissen in diesem Theile unsrer Disciplin ein äusserst geringes ist; von dem Wenigen, was uns noch an hieher gehörigem Material vorliegt (z. B. eine oder die andere völlig beziehungslose Analyse einer Krebsgeschwulst, eines pleuritischen Exsudats, etlicher Tuberkelmassen, einer Peritonaealaus-schwitzung von zweifelhaftem Charakter u. s. w.), müssen wir noch überdies das meiste als völlig unbrauchbar über Bord werfen. Wir werden daher unsere Darstellung nur in sehr fragmentarischer Form ausführen können, glauben deshalb auch nicht zu fehlen, wenn wir die unter den physiologischen Geweben beliebte, kurze Beschreibung der histologischen Conformation oder der mikroskopischen Charaktere der betreffenden pathologischen Objecte wo nicht ganz unterlassen, doch höchstens nur andeutungsweise berühren; wir würden sonst in Gefahr kommen, nur einen Abriss der pathologischen Histologie zu geben, durch welchen das pathologisch Chemische völlig gedeckt würde. Da wenig Chemisches zu lehren, so würden wir oft eine histologische Einleitung ohne chemischen Inhalt zu geben gezwungen sein. Will ein Chemiker seine Aufmerksamkeit und seine Mühen diesem unwegsamen Gebiete zuwenden, so wird er nirgends einen bessern Führer finden, als in *Henle's* neuester, meisterhafter Bearbeitung dieses Gegenstandes¹⁾, indem dort das bereits massenhafte histologische Material sorgfältig gesichtet, das Objectiv scharf geschildert und die einschlagenden Fragen vielseitig ventilirt sind.

Da die Exsudate theils an ihren morphotischen Eigenschaften, theils den Umwandlungen nach, denen sie unterliegen, theils auch ihren Entstehungsmomenten nach die mannigfaltigsten Verschiedenheiten zeigen, da wir aber von chemischer Seite noch weit davon entfernt sind, ihre innern Differenzen auch nur errathen zu können: so wird man zur Sichtung des Ganzen kein anderes Eintheilungsprincip wählen dürfen, als ein solches, welches der unmittelbaren Beobachtung der charakteristischen Un-

1) *Henle*, Handb. d. rationellen Pathologie. Braunschw. 1850. S. 667—832.

schnitten hat, also aus Wunden mit Substanzverlust. Ein solches ganz frisches Exsudat trägt alle physikalischen und chemischen Charaktere der Intercellularflüssigkeit des Blutes an sich. Die Flüssigkeit ist schwach opalisirend, von fadem Geschmack, alkalisch und scheidet in kurzer Zeit eine farblose zitternde Gallert aus; ausser dem wie im frischen Blute gerinnenden Fibrin sind morphotische Elemente darin nicht wahrzunehmen, sobald es gelungen ist (was allerdings nicht leicht) vollkommen blutfreies Exsudat zu erlangen. Sammelt man dagegen die Flüssigkeit aus den subcutanen Wunden (mit Substanzverlust) nicht ganz frisch, so bemerkt man nach $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde schon Körnchen und Kerne, welche bereits den Anfang zur Eiterbildung geben. Von Thieren, welche wenig oder gar nicht zur Eiterung disponirt sind, z. B. von Vögeln erhält man daher diese Wundsecrete am reinsten. Frösche sind aber zu solchen Versuchen nicht zu benutzen, da sich immer Lymphe aus den subcutanen Lymphgefässen derselben in übergrosser Menge beimengt.

Was die Qualität der Bestandtheile solches ganz frischen Exsudates betrifft, so ist diese nicht verschieden von der der Bestandtheile des Liquor sanguinis. Die Gerinnung des Fibrins wird durch dieselben Substanzen verlangsamt oder aufgehoben, welche das Fibrin des Blutes am schnellen Gerinnen verhindern (vergl. Th. 1, S. 334). Das spontan geronnene Fibrin löst sich nach einiger Digestion bei 30° vollständig in Salpeterwasser zu einer coagulirbaren Flüssigkeit auf; in salzsäurehaltigem Wasser quillt es gallertartig auf, löst sich aber nicht darin, stimmt also hierin wie in den übrigen Reactionen mit dem Blutfibrin vollkommen überein. Ganz dasselbe gilt vom Albumin; so weit die kleinen Mengen, welche man von diesen Exsudaten überhaupt erlangen kann, zur Analyse der Mineralbestandtheile ausreichen, lässt sich auch in diesen keine wesentliche Differenz von der Blutflüssigkeit nachweisen.

Eine detaillirte quantitative Analyse lässt sich mit solchen ganz frischen Exsudaten ihrer sehr geringen Menge wegen nicht ausführen; doch fand ich constant mehr Wasser in denselben, als im Liquor sanguinis, was um so auffallender ist, als beim Sammeln solcher Flüssigkeiten die Verdunstung des Wassers weit weniger verhindert werden kann, als beim Sammeln des Blutes aus der geöffneten Vene. Bei 5 Versuchen an Kaninchen und bei 3 Versuchen an Gänsen fand ich im Wundsecrete 4,94 bis 4,23% Wasser mehr, als im Plasma des gemischten Blutes (d. h. des Gemengs von Arterien- und Venenblut, welches aus Carotiden und Jugularvenen genommen worden war). Ob der Fibringehalt des Exsudats geringer war oder bedeutender, als der der Blutflüssigkeit, liess sich mit einiger Sicherheit nicht ermitteln; an Albumin aber wurde bestimmt etwas weniger gefunden, als im Blutserum und zwar um einen Bruchtheil, der sich nicht von der relativen Wasserzunahme im Exsudate ableiten liess. An Fett wurde namentlich bei Gänsen immer etwas mehr gefunden, als in der entsprechenden Blutflüssigkeit, allein hier dürfte es schwer zu entscheiden sein, ob das Fett sich nicht theilweise aus dem subcutanen

frischen, von Thieren erhaltenen Wundsecrete. Was zunächst den Gehalt an *Fibrin* betrifft, so lässt sich derselbe nicht einmal annähernd genau bestimmen; denn abgesehen davon, dass solches Fibrin (d. h. der geronnene Theil des Exsudats) bereits unlösliche (durch Wasser nicht auswaschbare) morphotische Bestandtheile enthält, die man unmöglich als Fibrin in Rechnung bringen kann: so ist meistens das Exsudat als Ganzes, d. h. alles Festgewordene und alles noch Flüssige, nicht vollständig aus dem Raume, in den es ergossen, zu gewinnen. Indessen geht doch aus annähernden Bestimmungen hervor, dass das Verhältniss zwischen festgewordener Materie und Flüssigkeit ein sehr variables ist, ein Umstand, der auf die längst bekannte, vom Augenscheine abgeleitete Erfahrung hinweist, dass ein grosser Theil der Exsudat-Flüssigkeit bald wieder resorbirt wird. Vergleichen wir den flüssig gebliebenen Theil des Exsudats mit dem Serum des entsprechenden Blütes, so stellt sich hier unsern Erfahrungen nach ein bestimmtes Verhältniss nicht heraus; in der Mehrzahl der Fälle ist jedoch auch hier, wie bei den Wundsecreten, der feste Rückstand der Exsudatflüssigkeit geringer und demnach der *Wassergehalt* grösser. In einem sehr frischen Peritonealexsudate fand ich die Differenz zwischen den fraglichen Flüssigkeiten am grössten, nämlich um 3,47%. In einigen Fällen überstieg jedoch der Gehalt an festen Bestandtheilen im Exsudate den im entsprechenden Blutserum. An *coagulablen Proteinstoffen* wurden meistens weniger in der Exsudatflüssigkeit, als im Blutserum gefunden; nur in einem Siebentel der beobachteten Fälle fand sich scheinbar mehr coagulable Substanz; dann war aber die Flüssigkeit trüb gewesen und durch vorheriges Filtriren nicht klar geworden. Weniger different waren die fraglichen Flüssigkeiten an *Extractivstoffen*; berechnet man die letztern in Bezug auf den Wassergehalt beider Kategorien von Flüssigkeiten, so ist die Differenz in den meisten Fällen so gering, dass sie die Grösse der unvermeidlichen Beobachtungsfehler kaum überschreitet; stellt man dagegen die festen Rückstände zusammen, so ergiebt sich gewöhnlich ein kleiner Ueberschuss für die Extractivstoffe der Exsudate. Die Summe der *Salze* ist durchgängig etwas höher in den Exsudaten als im Blutserum von denselben Personen. Vergleicht man die Salze untereinander, so findet man in allen diesen Exsudaten ohne Ausnahme relativ und absolut mehr *Phosphate* und *Kalialze* als im Blutserum.

So sehr man geneigt sein möchte, aus diesen Ergebnissen meiner Analysen eine Bestätigung der schon anderweit ausgesprochenen Behauptung zu finden, dass die Phosphate und mit ihnen wahrscheinlich auch die Kalisalze etwas wesentliches zur Plasticität der Exsudate beitragen, so möchte dieser Schluss doch noch nicht völlig gerechtfertigt sein, denn es lässt sich nicht leicht ermessen, in wie weit der Gehalt des Exsudats an Blutzellen zu diesem Ergebnisse beiträgt. Mir ist kein einziges plastisches Exsudat (auch von denen, die ich nur mikroskopisch untersucht habe) vorgekommen, in welchem nicht eine grössere oder geringere Zahl

theils stark tingirter, unveränderter, theils verblasster, mehr sphaerisch gewordener Blutkörperchen vorgekommen wäre. Da nun noch überdies die Blutkörperchen sich niemals in einem plastischen Exsudate fortbilden, sondern sämmtlich nach und nach zu Grunde gehen; so könnte wohl die nächste Quelle jenes Ueberschusses an Phosphaten und Kalisalzen in dem Gehalte des Exsudats an zu Grunde gehenden Blutzellen zu suchen sein. Wir wissen ja aber, dass die Blutzellen es sind, die vorzüglich die Phosphate und Kalisalze einschliessen (vergl. Th. 2, S. 158). Und in der That zeigt sich bei einem Vergleiche meiner Analysen, dass die Exsudate, welche besonders viel Blutzellen enthielten, reicher an jenen Salzen waren, als die an Blutzellen ärmeren. Dass Blutkörperchen in Exsudaten nie fehlen werden, lässt sich nach den von den Physiologen über das Verhalten der Capillaren und des in ihnen eingeschlossenen Blutes beim Entzündungsprocesse angestellten Beobachtungen kaum anders erwarten. Wollte man nun aus dem constanten Vorkommen von Blutkörperchen in den wahrhaft plastischen Exsudaten, wie sie aus Leichnamen von Menschen oder Thieren zur Untersuchung kommen, den Schluss ziehen, die Plasticität der Exsudate sei wesentlich von ihrem Gehalte an Blutkörperchen abhängig, so würde demselben wohl dies entgegenstehen, dass sehr blutreiche Exsudate gewöhnlich nicht zu den am meisten plastischen gehören, und dass, wie wir oben bei den Wundsecreten gesehen haben, ein Exsudat auch einmal plastisch sein kann, ohne Blutzellen zu enthalten. Während wir daher nicht behaupten können, dass die Blutzellen als solche neben dem Faserstoff die Plasticität eines Exsudates bedingen, so mögen sie doch den oben mitgetheilten positiven Erfahrungen nach in einer indirecten Beziehung zur Plasticität stehen. Denn wenn wir constant in den plastischen Exsudaten ein Plus von Kalisalzen und Phosphaten vorfinden, wo sollen diese herkommen, wenn nicht aus den Blutkörperchen? Auch in den Wundsecreten, in denen wir keine Blutzellen finden, können jene Salze kaum anderswoher rühren, als aus den Blutkörperchen und zwar aus jenen, welche in den dem Exsudattheerde angrenzenden Capillaren in Stase und Auflösung gerathen sind. Die aus den Trümmern der Blutzellen hervorgehenden Phosphate und Kalisalze mögen also die Wände der entzündlich afficirten Capillaren durchdringen und so zur Bildungsfähigkeit eines blutkörperchenfreien Exsudates beitragen. Dies erklärt uns zugleich, weshalb die Transsudate, selbst wenn sie Fibrin und einige Blutkörperchen enthalten, doch nicht plastisch sind; der Ausscheidung von Transsudaten geht nämlich nicht ein wahrer Entzündungsprocess mit vollkommener Stase und Zerstörung der Blutzellen in den Capillaren vorher oder parallel, wie dies stets bei den Exsudaten der Fall ist.

Noch glauben wir nicht, dass die Nothwendigkeit der vielgenannten Salze, um ein Exsudat bildungsfähig zu machen, vollständig erwiesen ist: allein der menschliche Geist klammert sich einmal gern selbst an die spärlichsten Thatsachen, um sich auf dem klippenreichen Wege der Forschung

weiter zu helfen. Indessen möchte zur Begründung eines inductiven Beweises das Ergebniss einer Versuchsreihe geltend gemacht werden können, die ich am Blute verschiedener Gefässe in stetem Vergleich mit dem zufließenden Arterienblute bei Pferden angestellt habe. Aus den bis jetzt mir vorliegenden Vergleichsanalysen von 48 Proben Blut aus verschiedenen Venen geht nämlich bis jetzt schon soviel hervor, dass in den Capillaren, welche die Muskeln, d. h. an Kalisalzen und Phosphaten überreiche Organe versorgen, die grösste Anzahl von Blutzellen zu Grunde geht und dass in dem von dort abfließenden Venenblute (Blut aus *V. cephalica*, *abdominalis externa*, *digitalis*, *mediana*) sich weit weniger Blutzellen und weit weniger Phosphate und Kalisalze vorfinden, als im entsprechenden Arterienblute oder im Blute anderer Venen, die das Blut aus andern Organen zurückführen. Die Differenzen sind so bedeutend, dass in dem Muskelvenenblute durchschnittlich $\frac{1}{4}$ bis über $\frac{1}{3}$ weniger Blutzellen als im Arterienblute enthalten sind, während im Blute anderer Venen die Differenz entweder bei weitem geringer ist oder geradezu relativ mehr Zellen (d. h. absolut weniger Intercellularflüssigkeit) gefunden werden.

Von der noch schwebenden Frage über den Einfluss der Gegenwart des Fibrins auf die Plasticität der Exsudate ist schon im Früheren die Rede gewesen (vergl. Th. 1, S. 343 und Th. 2, S. 268 ff.).

Hier würde nun der Ort sein, die länger bestandenen Exsudate näher ins Auge zu fassen und die den morphotischen Bildungen parallel laufenden chemischen Umwandlungen näher zu untersuchen: allein leider wissen wir hierüber so gut wie gar nichts. Da die festwerdenden Theile des Exsudates der chemischen Untersuchung noch weit weniger zugänglich sind, als die flüssigen, so müsste sich das Augenmerk des Chemikers wohl zunächst auf die letzteren beschränken. Ich habe einige Anstrengungen gemacht, die Unterschiede in der Zusammensetzung der Flüssigkeit zu ermitteln, welche sich neben dem festgewordenen Exsudate vorfindet, je nach den Umwandlungen, welche das ursprüngliche Exsudat erlitten hat. Wir wissen, dass diese Umwandlungen dreierlei Art sein können, erstens das Exsudat wird allmählig resorbirt, das geronnene Fibrin löst sich nach und nach in der ursprünglichen nur etwas modificirten Exsudatflüssigkeit auf oder in spätern Nachschüben einer serösen Flüssigkeit; zweitens der feste Theil des Exsudats verhärtet, quillt in Essigsäure nicht mehr auf und verwandelt sich in eine hornartige Masse; drittens das Exsudat geht in wahres Gewebe über, namentlich Bindegewebe. Man sollte nun denken, dass die in solchen ältern Exsudaten reistirenden oder das neugebildete Gewebe durchfeuchtenden Flüssigkeiten Unterschiede zeigen müssten, die chemisch sehr leicht nachweisbar seien: allein obwohl solche Flüssigkeiten bei der Analyse allerdings verschiedene Zusammensetzung ergeben, so reichen wenigstens meine Untersuchungen nicht dazu aus, für die eine oder andere Exsudatsveränderung eine bestimmte Constitution der Flüssigkeit nachzuweisen. Ueber die Beschaffenheit und Zusammensetzung derjenigen Exsudatformen, die bereits zur

Bildung oder Regeneration specifischer Gewebe (Knorpelsubstanz, Knorpelsubstanz u. s. w.) hinneigen, existiren noch keine sorgfältigeren Untersuchungen.

Croupöse Exsudate. Kaum jemals dürfte es wohl gelingen, Exsudate dieser Gattung in ganz frischem Zustande, d. h. ohne dass sie sich in der Leiche zersetzt oder ohne dass sie im Leben noch weitere Metamorphosen erlitten hätten, einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen. Es lässt sich mit ziemlicher Sicherheit nachweisen, dass diese Exsudate in den ersten Augenblicken ihrer Ausscheidung eben so flüssig und dem Blutplasma ähnlich sind, als alle andern Exsudate: allein sie haben das Eigenthümliche, dass nach geschehener Gerinnung des Fibrins der flüssige Theil des Exsudats ausserordentlich schnell resorbirt wird, so dass dieser jedem Bemühen, seiner habhaft zu werden, entschlüpft. Bei manchen derartigen Exsudaten sieht es fast so aus, als hätte nur eine Art Faserstoffsft die Gefässhäute durchdrungen und hätte sich dann auf Schleim- oder serösen Häuten gelatinirend abgesetzt; von Blutkörperchen ist in solchem Fibrin oft kaum eine Spur zu beobachten, und wenn wir das Exsudat mit Wasser auslaugen, so erhalten wir nur sehr geringe Mengen einer coagulablen Materie; es geht also auf diese Weise auch die Hoffnung verloren, aus der im Coagulum eingeschlossenen Flüssigkeit die ursprüngliche Zusammensetzung des Exsudats zu ermitteln. Dazu kommt noch, dass diese Coagula oder festen Exsudate sich gewöhnlich nach und nach bilden und so in einzelnen Schichten absetzen, von denen die eine bereits eine grössere Umwandlung erlitten hat, als die andere. So wichtig es gerade hier wäre, die Zusammensetzung dieser Exsudate in den ersten Momenten nach ihrer Ausscheidung zu ermitteln, so sieht sich der Chemiker doch hier völlig ausser Stande, auch nur eine der sich hierbei aufdrängenden Fragen zu beantworten; er kann daher seine Aufmerksamkeit fast nur auf die festen stets mehr oder weniger veränderten Theile des Exsudates richten.

Rokitansky, der natürlich nur nach der physikalischen Beschaffenheit der bereits gesetzten Ablagerungen die Natur derselben beurtheilen konnte, hat die croupösen Exsudate in drei Unterabtheilungen eingetheilt, eine vielfach angegriffene Trennungsweise, welche indessen, wenn man eben nur vollendete Facta in ihren differentesten Gestaltungen vergleicht und von den auch hier, wie bei jeder künstlichen Eintheilung, in einander überfliessenden Formen absieht, in der Erfahrung ihre volle Bestätigung findet. Schon die mikroskopische Untersuchung solcher croupösen Exsudate lehrt, dass wir es hier nicht etwa mit reinem Faserstoff zu thun haben; selbst in den jüngsten Bildungen derselben sieht man mittelst des Mikroskops neben einer, frischgeronnenem Fibrin nicht sehr ähnlichen, faserigen Materie eine Unzahl von Molecularkörnchen und schollenförmigen, hie und da wie eingerissenen Blättern; nach längerem Bestehen findet man Kerne und cytoide Körperchen darin; ja das Auftreten der letztern (die Umwandlung des festen Exsudats in Eiterkörperchen) findet oft so

schnell statt, dass man an einer vorgängigen Abscheidung von Fibrin gänzlich gezwweifelt hat. Die Beantwortung der Frage, mit der man die Chemiker seit *Rokitansky's* erster Unterscheidung der verschiedenen Faserstoffe bedrängt hat, ergibt sich sonach zur Hälfte schon aus der mikroskopischen Untersuchung. Das Object, dem *Rokitansky* den Namen croupösen oder apthösen Faserstoffs beilegte oder das er vielmehr als erste vom gewöhnlichen Faserstoff verschiedene Grundlage supponirte, ist eben zum grossen Theil kein Faserstoff mehr; *Rokitansky* selbst vermisst ja z. B. im apthösen Coagulum und im croupösen Exsudat β das dem geronnenen Fibrin eigenthümliche Fasernetz. Diese granulösen, festen Exsudate sind kein Fibrin mehr; sie haben, als sie zur Untersuchung gelangten, bereits nicht blos morphotische, sondern auch chemische Umwandlungen erlitten. Man könnte hier zwar an einen Dimorphismus denken und hat wohl an einen solchen gedacht, wie er für so viele Mineralstoffe in neuerer Zeit nachgewiesen worden ist; allein abgesehen davon, dass wahrhafter Heteromorphismus in der organischen Chemie weit seltener ist und dass derselbe gerade für das Fibrin erst zu erweisen wäre, so lehrt auch die qualitativ chemische Untersuchung jener Exsudate, dass die granulöse Materie derselben mit dem, in diesen oft noch enthaltenen, unveränderten Fibrin keineswegs chemisch identisch ist.

In denjenigen Exsudatformen, welche *Rokitansky* *apthöse* nennt, findet man nach sorgfältigem Auswaschen derselben (was keineswegs leicht ist, ja oft gänzlich misslingt, da die trüb durch das Filter gehende Flüssigkeit letzteres sehr bald verstopft) keine Materie, die nach kürzerer Digestion mit Salpeterwasser sich als coagulable oder durch Essigsäure fällbare Masse auflöste; in sehr verdünnter Salzsäure schwillt zwar der unlösliche Rückstand auch gallertartig an, allein ein grösserer oder geringerer Theil löst sich wirklich auf, ohne jedoch die Reactionen des Muskelfibrins zu geben; der mikroskopischen Untersuchung nach werden Bestandtheile der sehr zahlreich im apthösen Exsudate eingeschlossenen Zellen durch jenes salzsäurehaltige Wasser aufgelöst. *Rokitansky's* croupöses Exsudat α oder Faserstoff β enthält neben der granulösen Materie und den Anfängen der Zellenbildung wahrhaftes Fibrin; nicht immer ist es sehr reich an Blutkörperchen, doch fehlen dieselben nie darin. Wird ein solches Exsudat nach möglicher Zerkleinerung und vollständigem Auswaschen mit destillirtem Wasser in der Salpeterlösung von bekannter Concentration einer Temperatur von 30 bis 40^o ausgesetzt, so pflegt sich immer ein grosser Theil desselben aufzulösen; in der Flüssigkeit findet man eine ebenso wohl durch Siedehitze, als durch Essigsäure praecipitirbare Proteinsubstanz. Hierbei kann ich nicht unterlassen, zu bemerken, dass ich überhaupt in den Exsudaten, welche der mikroskopischen Untersuchung nach wahrhaftes Fibrin enthielten (mit Ausnahme von zwei Fällen), niemals sogenannten arteriellen, d. h. in Salpeterwasser bei einiger Digestion völlig unlöslichen Faserstoff gefunden habe. Das croupöse Exsudat α quillt (nach vorgängigem Auswaschen mit Wasser) in verdünnter Essigsäure

körperchen) und höchstens schwache Andeutungen zu zelligen Bildungen. Den Mangel an Fortbildungsfähigkeit solcher Exsudate sucht man gewöhnlich darin, dass die flüssigen Theile derselben zu schnell resorbirt werden und entweder ob der eigentlichen Blutleere der kleinsten Gefässe oder aus andern Gründen einer neuen Durchfeuchtung nicht leicht unterliegen. Tritt jedoch eine solche Durchfeuchtung ein, so kommt es seltener zur Zellenbildung, als zur Bildung cytoïder Körperchen, welche dann die sog. Erweichung der Tuberkeln bedingen. Ihrer Form und Ablagerungsweise nach hat man die Tuberkeln bekanntlich in miliare und infiltrirte unterschieden und auch verschiedene Eintheilungen ihrer Consistenz und ihrem Alter nach (z. B. gallertartig infiltrirte, verkreidete u. s. w.) versucht. Die meisten derselben zeigen sich aber bei der mikroskopischen Untersuchung aus Fetttropfchen und Molecularkörnchen bestehend.

So rapid sich oft die tuberculösen Exsudate abscheiden, so häufig die Abscheidungen derselben sich fast bis zum letzten Athemzuge der von Tuberculose Befallenen fortsetzen: so hat es doch noch nicht gelingen wollen, ein ganz frisches, noch flüssiges Exsudat zur Untersuchung zu erlangen, von welchem sich mit grosser Bestimmtheit praesumiren liesse, dass es bei längerem Leben des Unglücklichen »tuberculisirt« sein würde. Und wäre dies auch gelungen, so würde es immer noch die Frage sein, ob die chemische Untersuchung dieser Exsudate mehr Aufschlüsse über den sog. tuberculösen Process gegeben hätte, als die bisherigen Analysen des Blutes Tuberculöser.

An keinem Exsudate, nachdem es einmal gebildet, lassen sich so leicht die verschiedene Dauer seines Bestehens und die etwa während desselben darin vor sich gehenden Umwandlungen studiren, als am tuberculösen; findet man doch in der Lunge fast jedes an chronischer Tuberculose Verstorbenen gewöhnlich im untern Lappen die jüngsten, im obern die ältesten Bildungen: und dennoch geben die sorgfältigsten und zahlreichsten mikrochemischen Untersuchungen, gleich den mikroskopischen, kaum einen einzigen sichern Anhaltspunkt; so haben mir die nicht spärlichen (zum Theil noch mit meinem Freunde, *Hasse*, angestellten) mikrochemischen Untersuchungen der verschiedensten Lungentuberkeln fast nicht die geringste wissenschaftliche Ausbeute gegeben; es würde daher absurd sein, hier auf die einander so oft widersprechenden Einzelheiten jener Versuchsreihen ausführlicher einzugehen; freilich konnte damals (als wir jene Versuche ausführten) noch nicht auf manche kleine Unterschiede Rücksicht genommen werden, die bei dem heutigen Stande der Thierchemie vielleicht hie und da einiges Licht verbreitet hätten: allein jene Resultate sind so verschiedenartig und selbst für ganz analoge Objecte oft so widersprechend, dass nirgends ein Haltspunkt auch nur für die allerallgemeinste Anordnung zu gewinnen ist. Wir schweigen daher lieber darüber und hoffen auf die Zukunft. In der Literatur finden wir sehr vereinzelt Angaben, die sich fast nur auf Folgendes beschränken.

Die Tuberkelmasse enthält neben einer der Ordnung der Proteinkörper angehörigen, in Essigsäure und Alkalien bald leichter, bald schwerer löslichen Substanz viel Fett theils in feinsten Körnchen, theils in Bläschen, wenn Tuberkeln jüngeren Datums vorliegen; in den länger bestehenden Tuberkeln ist das Fett in erheblicher Abnahme; die obsoleten oder verkreideten Tuberkeln enthalten neben nicht constant vorkommendem kohlen-saurem Kalk (mit etwas Kalkphosphat) hauptsächlich Cholesterin, welches schon durch das Mikroskop nachweisbar ist. An Salzen sind die Tuberkeln durchschnittlich arm; doch sind die Angaben der Autoren hierüber ebenso verschieden, als die Resultate meiner Analysen in Bezug auf die verschiedenen Formen dieser Exsudate. Durchschnittlich tritt in der Asche der Tuberkeln mehr kohlensaurer Kalk auf, als in der irgend einer andern proteinreichen Materie des Thierkörpers. Merkwürdig ist die neuerdings gemachte Beobachtung, dass in alten Tuberkeln Xanthocystin vorkomme, eine Erfahrung, die zu bestätigen ich zur Zeit noch keine Gelegenheit habe.

Ueber die albuminösen Exsudate *Rokitansky's* gestehen wir offen nicht völlig ins Klare gekommen zu sein, obgleich wir keineswegs glauben, dass sie mit der eitrigen oder irgend einer andern Exsudatform zusammengeworfen werden dürfen. Wir haben sie in chemischer Hinsicht höchst verschieden constituirt gefunden; die Trübung, die sie zuweilen milchweiss macht, wird meistens gleichzeitig durch mehrere Verhältnisse bedingt: das Mikroskop lehrt nämlich schon, dass neben zelligen Elementen, die zuweilen selbst zu spindelförmigen oder geschwänzten Zellen ausgebildet sind, sich eine Unzahl Molecularkörnchen, Fetttropfen und eine schleimige, fadenziehende, unter dem Mikroskop hyaline Streifen bildende Materie und hie und da auch wohl wahrhafte Faserstofflößchen vorfinden. Bald rührt die Trübung mehr von dem einen, bald von dem andern mikroskopischen Elemente her.

Jene fadigstreifige Materie ist jedoch nicht etwa für ein eigenthümlich geronnenes Fibrin anzusehen; denn abgesehen davon, dass es mikroskopisch mit gewöhnlichem Fibrin nicht verwechselt werden kann, da es gleich Bronchialschleim das fadige Ansehen nur durch Schieben und Drehen des Deckplättchens oder durch andere mechanische Bedingungen erhält, so unterscheidet es sich auch durch folgende chemische Reactionen durchaus vom Fibrin. Gewöhnlich löst es sich in nicht zu concentrirten Lösungen von neutralen Alkalisalzen leicht auf, ohne dass eine Digestion in der Wärme und zwar längere Zeit nothwendig sei; ferner wird es durch verdünnte Essigsäure oft etwas opak oder milchig trüb und wenigstens erst in überschüssiger und concentrirter Essigsäure auf; dagegen wurde es (wiewohl in zwei Fällen dies nicht geschah) gewöhnlich von höchst verdünnter Salzsäure leicht aufgelöst. Die Molecularkörnchen bestehen zuweilen nur aus Fett, oft sind sie aber durch Alkalien und alkalische Salze zum Verschwinden zu bringen, weshalb sie wohl den Protein-körpern beigezählt werden dürften. Von dem mikrochemischen

Verhalten anderer zelliger Bildungen, die in solchen Exsudaten vorkommen können, wird weiter unten besonders die Rede sein. Diese Flüssigkeiten sind von sehr verschiedener Reaction; oft sind sie so stark alkalisch und dabei ammoniakhaltig, dass man die fadenziehende Beschaffenheit derselben dem stark basischen Albuminat zuzuschreiben geneigt ist; für die Gegenwart des letztern spricht denn auch gewöhnlich, dass die Flüssigkeit beim Erhitzen nur wenig Gerinnsel, dagegen beim Verdampfen auf der Oberfläche eine Haut bildet (vergl. Th. 1, S. 342 ff.). Verdünnte Essigsäure bewirkt oft in solchen Flüssigkeiten eine starke Trübung und scheidet zuweilen auch weisse Flocken aus.

Von der Gegenwart wahrhaften *Caseins* in solchen Flüssigkeiten habe ich mich weder durch Anwendung von Lab noch von andern Mitteln überzeugen können; die schleimige Beschaffenheit und jene Reaction dürften daher solche Exsudate wohl den stark basischen Albuminaten zu verdanken haben. Von saurer Reaction habe ich solche Exsudate nur zweimal gefunden (und zwar nach puerperaler Pyaemie); auch hier bewirkte Essigsäure in der filtrirten, opalisirenden Flüssigkeit noch eine starke Trübung; das Albumin gerann in diesem Exsudate beim Kochen in Flocken. Das letztere kommt aber zuweilen auch vor, wenn die Flüssigkeit noch schwach alkalisch oder fast neutral reagirt (man vergl. d. e. a. O.). Auch in solchen Fällen, wo das Exsudat sauer oder neutral reagirt, bildet die Flüssigkeit nach Entfernung des coagulirten Albumins beim Verdampfen auf ihrer Oberfläche eine Haut, ohne dass wahrhaftes Casein nachzuweisen ist.

Trotz der dickflüssigen Beschaffenheit enthalten solche Exsudate doch meistens keineswegs sehr grosse Mengen *nicht flüchtiger Materien*; 4 bis 6% ist das höchste, was ich in solchen Flüssigkeiten gefunden. Der *Fettgehalt* ist nicht unbedeutend, jedoch oft nicht grösser, als in den normalen faserstoffig plastischen Exsudaten. Die nicht flüchtigen *Salze* sind in der Regel in grösserer Menge darin, als im Blute enthalten; vergleicht man sie jedoch mit den Salzen der plastischen Exsudate, indem man den festen Rückstand überhaupt als Einheit gelten lässt, so ist die Zahl für die Salze der faserstoffigen oft grösser, als die der albuminösen. Obwohl bei einem Vergleich der Salze unter einander nach mehrern Analysen in den albuminösen Exsudaten sich relativ weniger Phosphate vorfanden, als in den faserstoffigen, so bedarf doch diese Erfahrung noch weiterer Bestätigung, und zwar um so mehr, als ich in zwei Fällen bedeutend mehr Phosphate vorfand, als sonst in den Salzen der Exsudate zu sein pflegen (bei Puerperalfieber mit Pyaemie). Das Vorkommen grösserer Mengen von Gallenfarbstoff und Gallensäuren, Harnstoff, Zucker u. dergl. in einzelnen albuminösen Exsudaten ist nur als zufällig zu betrachten und für den speciellen Fall meistens leicht zu erklären.

Die serösen, hydropischen Exsudate *Rokitansky's* fallen ganz zusammen mit den von uns früher (Th. 2, S. 266—287) abgehandelten *Transsudaten*. Wir glauben nicht nur dort (a. e. a. O.), sondern auch in

lichkeit einer Transsudation gegeben ist. Die Vorsicht gebietet auch hier, wie bei den so vielfach verschlungenen Phaenomenen vitaler Prozesse überhaupt, einen zu deutenden Vorgang nicht von einer einzigen zufällig ermittelten Bedingung abhängig zu machen; wir würden sonst in Gefahr kommen, in dieselben Irrthümer zu verfallen, wie viele heutige Aerzte, welche sich die Zeit damit vertreiben, durch höchst naive, grob mechanische oder grob chemische Fictionsen die complicirtesten, pathologischen Prozesse und besonders die Wirkungsweise gewisser wirksamer oder wirkungsloser Arzneimittel zu deuten.

Die eitrigen und jauchigen Exsudate zeigen in speciellen Fällen ebensoviel Berührungspunkte mit andern Exsudaten, namentlich mit dem albuminösen und zum Theil auch mit dem croupösen, wie nur irgend ein anderes Exsudat: im reinsten Zustande bildet jedoch das eitrige Exsudat eine meist gelbliche dicke Flüssigkeit, die sich von jedem andern Exsudate durch einen bedeutenden Gehalt an ziemlich gleichmässig in ihr vertheilten Körperchen unterscheidet.

Diese Körperchen, welche jedoch auch an andern Orten und in andern Flüssigkeiten vorkommen können, z. B. in der Lymphe (als Lymphkörperchen), im Blute (farblose Blutzellen), im Schleim der Schleimhäute (Schleimkörperchen) u. s. w., sind bekanntlich Bläschen, bestehend aus einer oft granulirt erscheinenden Hüllenmembran, einem zähflüssigen, hyalinen Inhalte und einer an der Hüllenmembran anhaftenden Kernsubstanz. Je nach dem Begriff, dem man der physiologischen Zelle unterlegt, kann man diese Körperchen den Zellen beizählen oder nicht; deshalb und der sonst so verschiedenen Benennungen wegen, die man denselben Körpern beigelegt hat, dürfte der ihnen von *Henle* ertheilte Name »cytoïde Körperchen« wohl zu adoptiren sein (*F. T. 11. F. 3*).

Wir wagen übrigens nicht, hier weiter in die Morphologie des Eiters, seine Bildung u. s. w. einzugehen, da wir sonst zu sehr von unserm Hauptziele abzuirren und hie und da zu sehr in das Bereich unbeantworteter oder unbeantwortbarer Fragen und verschiedener Conjecturen uns zu verlieren befürchten müssten, während die bisherigen chemischen Untersuchungen noch wenig dazu beigetragen haben, die Lehre vom Eiter und eitrigen Exsudaten aufzuhellen. Obgleich wir selbst früher bei Gelegenheit mikrochemischer Untersuchungen über Eiter und Eiterung¹⁾ zu mancherlei Hypothesen über das Morphotische wie über das Chemische der Eiterbildung uns veranlasst sahen: so sind wir doch der Ansicht, dass, wo die Chemie selbst nicht feststeht, sie nicht durch Herbeiziehung schwach begründeter Conjecturen und bloßer Ahnungen den Schein annehmen darf, als ob sie Grundlagen zu einer rationalen Forschung abgeben könnte, einen Schein, den leider oft schon die Chemie unberechtigter Weise auf sich gezogen hat. Wir werden daher hier um so weniger auf die Genesis der Eiterzellen und der ihnen verwandten morphotischen

1) *Lehmann* und *Messerschmidt*, *Arch. f. physiol. Hlk.* Bd. 4, S. 248—265.

als Pedanterie, wiewohl diese der Genauigkeit einer naturwissenschaftlichen Untersuchung nie Eintrag thun wird. Zwar ist es schon an sich klar, dass die Constitution des Eiters von der des Blutes abhängig sein und somit eine genaue Erkenntniss desselben nur in Rücksicht auf die Blutheschaffenheit ermöglicht werden wird: allein kaum sollte man glauben, dass dieser Einfluss sich so weit erstrecken würde, um in der physikalischen Beschaffenheit der Körperchen erkennbar zu sein; es ist nämlich bei einiger Uebung keineswegs so schwer, aus der Form, Grösse, Granulirung der Körperchen u. s. w. ziemlich die Natur des Bodens zu errathen, dem sie entsprossen sind. Der Eiter von zufälligen Wunden oder Geschwürsflächen eines Phthisikers giebt unter dem Mikroskope ein ganz anderes Bild, als der eines Typhösen, und der eines Typhösen wiederum ein anderes, als der eines Säufers oder eines an sog. Krebsdyskrasie Leidenden und zwar dies in solchen Fällen, wo die suppurativen Flüssigkeiten keineswegs Jauche im Sinne der Chirurgen zu nennen sind. Wenn dies vielleicht dem, welcher den Eiter manchmal mit bewaffnetem Auge betrachtet hat, nicht recht glaublich erscheinen möchte, so erinnern wir nur daran, dass oft schon die Grösse des linearen Durchmessers eines cytoïden Körperchens einen Rückschluss gestattet auf die Natur der Flüssigkeit, der es entlehnt ist: so fand *Henle*¹⁾ die Grösse der cytoïden Körperchen im Eiter durchschnittlich 0,004 bis 0,005^{'''}, im Speichel und Schleim etwas grösser, im Blute durchgängig etwas kleiner, und leitet diese Differenzen gewiss mit vollem Rechte von der verschiedenen Dichtigkeit jener Flüssigkeiten ab. Wenn die blosse Dichtigkeit des Blutes, von der die fast aller anderen Säfte des Thierkörpers abhängt, schon solchen Einfluss ausübt, sollten denn dann die übrigen Qualitäten des Blutes ohne Einfluss auf die chemische Constitution des Eiters sein? Es ist daher wohl keine gesuchte oder übertriebene Ansicht zu nennen, wenn wir glauben, dass eine Eiteranalyse ohne gleichzeitige Blutanalyse für die Deutung des physiologischen Processes wie für die Erkenntniss der wahren Constitution des normalen Eiters nicht von grosser Bedeutung sein könne. Wir hielten aber diese Vorbemerkungen deshalb für nicht ganz überflüssig, theils um uns gegen den Vorwurf zu sichern, als hätten wir in der folgenden Darstellung der chemischen Verhältnisse des Eiters die oft mühevollen Arbeiten früherer Forscher nicht benutzt, vorzüglich aber um, so viel an uns ist, dazu beizutragen, dass die Kräfte, deren die wissenschaftliche Pathologie noch sehr bedarf, nicht durch chemische Analysen von Dingen vergeudet werden, deren Untersuchung nur ärztliche Grille oder Unkenntniss des wahren Sachverhalts verlangen konnte.

Im Betreff des Eiterplasmas oder der Keimflüssigkeit des Eiters haben wir schon oben bemerkt, dass dasselbe ursprünglich wohl identisch sein dürfte mit jenem

1) *Henle*, Handb. der ration. Pathol. Bd. 2, S. 685.

Lehmann phys. Chemie. III.

der sich alsdann in dem verdünnteren Serum auflöst; die Körperchen erscheinen dann collabirt, sind viel dunkler und enthalten noch Kernmaterie. An den cytoïden Körperchen der Mundschleimhaut lässt sich die Einwirkung des Wassers am besten beobachten; der linsenförmige Kern, der hier gewöhnlich sehr leicht zu erkennen, ist meist einfach, d. h. nicht gespalten und so dicht an der Hüllenmembran des Körperchens, dass er oft so erscheint, als wäre er ausserhalb der Zelle auf jene Membran aufgeklebt; dieser Kern tritt bei Wasserzusatz noch deutlicher hervor und pflegt durch dasselbe nicht zu zerklüften.

Starker Alkohol bringt Coagulation der Eiterflüssigkeit hervor und es ist daher unter dem Mikroskope nichts Deutliches betreffs der Körperchen wahrzunehmen; wendet man aber Spiritus von 23% Alkoholgehalt an, welcher keine Trübung des Eiterserums bedingt, so erscheinen die Körperchen verzerrt, meist in die Länge gezogen, hie und da wie geschwänzt oder zugespitzt.

In alkoholfreiem Aether werden die Körperchen ebenfalls verzerrt.

Lässt man höchst verdünnte Mineralsäuren, wie Salzsäure (1 Th. Chlorwasserstoff in 2800 Th. Wasser), Salpetersäure (1 Th. wasserfreier Säure in 2000 Th. Wasser), Phosphorsäure (1 Th. in 1500 Th.) oder ziemlich verdünnte organische Säuren, wie Essigsäure, Milchsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Traubensäure, Citronensäure auf frischen Eiter einwirken, so findet keine Gerinnung statt; man sieht aber die Eiterkörperchen so aufquellen, dass sie oft das Doppelte ihrer ursprünglichen Grösse erlangen; das wahrscheinlich von Fältchen in der Hülle herrührende granulöse Ansehen verschwindet, die Hülle selbst erscheint äusserst hyalin und nicht selten platzt sie, so dass man hie und da bei günstiger Beleuchtung und Benutzung der Blendung noch ihre zackigen oder lappigen Reste unterscheiden kann; war der Kern ursprünglich sichtbar und einfach, linsenförmig, so zeigt er sich auch nach der Einwirkung solcher Flüssigkeiten noch als solcher; war er aber früher nicht sichtbar oder nur eine dunklere Stelle im Körperchen zu erkennen, so tritt der Kern meist dreitheilig und ziemlich scharf contourirt hervor. In den Kernen oder an denselben sind oft ein oder zwei dunkle Körnchen zu bemerken; ob diese als Kernkörperchen zu betrachten sind, überlassen wir den Physiologen zu entscheiden.

Concentrirtere Mineralsäuren coaguliren die Proteinkörper und lassen daher vor ausgeschiedenen Albuminkörnchen die stark verzerrten Körper nur undeutlich erkennen. Die organischen Säuren wirken im concentrirten Zustande nicht viel anders ein, als im verdünnten; die mehrfach gespaltenen Kerne erscheinen sehr deutlich; immer bleiben aber die Theile derselben an einander haften.

Aetzende Alkalien in nicht zu verdünnter Lösung wirken schnell zerstörend auf die cytoïden Körperchen ein; eine vollkommene Lösung

findet indessen niemals statt, oft ist anfangs das körnige, verschwindet aber sicher auf Zusatz von Wasser. Ein trüblich gelber, weißlich oder weißlich gelber, zart flockiger Rückstand, in welchem lichte Körperchen zu erkennen sind. Verdünnte Alkalien zerlegen sie noch schneller die Körperchen als concentrirte.

Wässrige Lösungen neutraler Alkalisalze zerlegen die Ränder der Eiterkörperchen schnell verschwinden, die letzteren, so dass sie kleiner, körnig und zackig werden, weiter als der Erfolg endosmotischer Wirkung; die Adhäsion an das Serum ab, die Hülle faltet sich, erschlafft und lässt den Kern selbst dann nicht erkennbar war.

Lösungen von kohlensauren oder borsauren Salzen zerlegen und verzerren die Körperchen ebenfalls, unter der geringeren Einwirkung den ätzenden ähnlich, indem sie zunächst den Kern sichtbar zu machen, allmählich lösen sich mehrere durch eine zähe hyaline Materie zusammen.

Wird Eiter, in welchem die Kerne der Körperchen durch Säuren sichtbar gemacht worden sind, mit verdünnten Alkalisalzen versetzt, so zieht sich die vorher zusammen und macht die Kerne unsichtbar, während die Hülle sehr verzerrt wird. Setzt man umgekehrt zu einer verdünnten Lösung vermischtem Eiter eine verdünnte Mineralsäure bei sehr starker Verdünnung selten, die Kerne wie vorher sichtbar. Daher lassen sich z. B. in den cytoïden Körperchen bei Katarrh die Kerne selten durch eine verdünnte Säure sichtbar gemacht werden.

Eine wässrige Iodlösung (1 Th. Jod in 90 Th. Wasser) enthält Jodwasserstoff, coagulirt die Eiterflüssigkeit, macht die Körperchen gelb, macht sie etwas aufquellen und unkenntlich. Eine concentrirte Iodlösung, sei sie durch Wasser oder Iodwasserstoffsäure unterstützt, macht das Eiweiß coagulirt, aber trotzdem in den nicht ganz durch das coagulirte Eiweiß Körperchen die Kerne erkennen.

So sehr wir bei diesen mikrochemischen Versuchen die vorgedruckten Sätze bestätigen finden, so wenig können wir die innere chemische Natur der Eiterkörperchen auf einen Weg, um die einzelnen morphologischen Theile der cytoïden Körper einer genauern chemischen Untersuchung zu machen. Nur so viel ist deutlich, dass Hüllenmembran und Kerne dem Albumin sehr nahe verwandte Körper sind. Dieser Theile giebt die den Proteïnkörpern eigentliche Hüllenmembran ist ein Proteïnkörper, der in Wasser nicht nur gallertartig aufquillt, sondern sich darin

diese Eigenschaft hat sie mit dem Albumin und mit dem Muskelfibrin gemein, dieselbe unterscheidet sie aber scharf von dem in verdünnter Salzsäure nur aufquellenden, aber sich nicht lösenden Blutfibrin. In Alkalisalzen ist diese Membran unlöslich und in ätzender Alkalien nicht eben leicht löslich: Eigenschaften, die sie von dem neutralen salzarmen Albumin (aus alkalischer Lösung durch Neutralisation mit Essigsäure und starke Verdünnung oder durch vorsichtigen Zusatz von verdünntem Spiritus gefällt), dem salz- und säurefreien Casein (nach Bopp dargestellt) wesentlich unterscheiden, während das Verhalten gegen Kohlensäure, borsaure und ätzende Alkalien sie dem Muskelfibrin (Syntonin) nahe stellt. Würde sich ein Mittel ausfindig machen lassen, um das Eiterserum und den zähflüssigen Inhalt der Körperchen zu entfernen, so möchte es wohl gelingen, durch salzsäurehaltiges Wasser die Hüllenmembran zu lösen und daraus die Grundsubstanz wie etwa das Muskelfibrin darzustellen: allein leider versagt das auf den ersten Blick nach den obigen Reactionen recht brauchbar erscheinende Verdünnen mit Wasser und Decantiren völlig den Dienst, und ein anderes Mittel, das Eiterserum zu entfernen, ohne die Hüllenmembran zu lösen, ist bis jetzt noch nicht bekannt.

Leicht scheint es, die *Kernmaterie* zu isoliren, allein auch hier wird unsere Hoffnung getäuscht: denn wenn wir auch durch verdünnte Mineralsäuren oder concentrirte Lösungen organischer Säuren die Hüllenmembran auflösen, so ist ein Uebelstand der, dass es fast nie gelingt, von allen Körperchen die Hülle vollständig zur Lösung zu bringen, ein anderer aber, dass von dem zähflüssigen Inhalte immer ein Theil unter der Form feiner Molecüle ungelöst bleibt, die nicht etwa als Fett zu betrachten sind (durch Behandlung mit Aether sind sie nicht zum Verschwinden zu bringen); das Haupthinderniss, die Kernmasse rein zu erhalten, ist aber dieses, dass ein Filtriren oder Decantiren der ungelösten Theilchen vollkommen unmöglich ist. Mit concentrirter Salpetersäure, mit Chromsäure oder concentrirter Schwefelsäure behandelt, zeigt die Kernmaterie Reactionen, die sie als der Proteingruppe angehörig ausweisen, während ihre Schwerlöslichkeit in concentrirten alkalischen Laugen und dagegen die Fähigkeit, sich in verdünnteren ätzenden Alkalien leichter als selbst die Hüllenmembran aufzulösen, diese Kernmaterie in nahe Beziehung zu den Kernen der Horngewebszellen bringen.

Ueber die Kernkörperchen ist chemischer Seits nicht völlig ins Klare zu kommen; denn werden die cytotiden Körperchen mit verdünnten Alkalien digerirt, so dass das Gefüge zu Grunde geht, so bleiben, wie wir gesehen haben, noch mehr oder weniger scharf tingirte Molecüle zurück, unter welchen wohl die Nucleoli mit befindlich sein könnten; behandelt man diese Massen mit Aether, so ist ein Theil der Punktmasse verschwunden, allein einzelne Körnchen sind immer noch wahrzunehmen; von diesen lässt sich aber nicht entscheiden, ob sie von den früher sichtbaren **blieben** sind, oder ob sie erst durch den Aether ausgeschieden

der Gehalt des Eiterserums an Albumin sehr verschieden, je nach der Quelle, der es entlehnt ist; so habe ich im Serum des Eiters von verschiedenen Personen 1,2 bis 3,7% Albumin gefunden (leider das Resultat von nur 4 ermöglichten Analysen).

Schleimstoff findet sich nur im Eiter, wenn dieser von entzündeten Schleimhäuten entlehnt ist; von andern durch Essigsäure praecipitirbaren Stoffen ist er in der Regel leicht durch die mikroskopische Betrachtung des Praecipitats zu unterscheiden; er erscheint nämlich in weisslichen *gestreiften* Flocken oder Häutchen (vergl. Th. 2, S. 319 ff.).

Pyin ist ebenfalls ein durch Essigsäure fällbarer Stoff, vom Schleimstoff jedoch ebenso verschieden als vom Casein. Dieser von *Güterbock*¹⁾ zuerst im Eiter nachgewiesene Stoff findet sich indessen keineswegs constant darin: sicher ist, dass er im Eiter von Wunden gesunder Personen durchaus fehlt. *Güterbock* erhielt ihn aus dem Eiter durch Coagulation desselben mit Alkohol und Extraction des Rückstandes mit Wasser; dieser Stoff zeichnet sich durch seine Fällbarkeit mittelst Essigsäure und Alaunlösung und die völlige Unlöslichkeit in denselben aus. So oft auch dieses Stoffs in den Schriften über Eiter und Schleim Erwähnung gethan worden ist, so wenig genau ist er doch bis jetzt untersucht worden. Verwechslungen sind übrigens hierbei sehr leicht möglich; coagulirt man z. B. den Eiter, so wird die Flüssigkeit stärker alkalisch; das Alkali löst einen Theil des coagulirten Albumins auf und diese Lösung bewirkt mit Essigsäure einen gar nicht unbedeutenden Niederschlag; der letztere löst sich in überschüssiger Essigsäure keineswegs etwa so leicht auf, als man nach den Angaben der Schriftsteller glauben sollte. Ein Irrthum ist also sehr leicht möglich, selbst wenn die Abwesenheit von Schleimstoff oder Casein nachgewiesen wäre; der letztere Nachweis dürfte aber im speciellen Falle oft sehr schwer zu führen sein. *Scherer*²⁾ hat pyinartige Körper der Elementaranalyse unterworfen; aus diesen geht recht deutlich hervor, dass, was man für eine einfache Substanz, nämlich für Pyin, erklärt hat, sehr verschiedene Materien von der differentesten Zusammensetzung sind. Manche haben das Pyin für ein Proteinoxid und zwar für das sogenannte Proteintritoxyd von *Mulder* gehalten, allein bei näherer Untersuchung wird man finden, dass mit diesem die Reactionen des Pyins eben so wenig übereinstimmen, als *Scherer's* Elementaranalysen des letzteren mit *Mulder's* Analyse des Tritoxyds. Manche Autoren sind nicht abgeneigt, das Pyin für eine Uebergangsstufe des Fibrins zum leimgebenden Gewebe oder für ein Product des eitrig zerfallenden Faserstoffs zu halten; allein weder in dem Vorkommen dieser Substanz, so weit es

1) *Güterbock*, de puris natura et formatione; diss. inaug. Berol. 4887.

2) *Scherer*, Untersuchungen zur Pathologie. S. 85—96.

bis jetzt genauer beobachtet ist, noch in seinen chemischen Reactionen liegt eine Berechtigung zu einer der eben genannten Conjecturen.

Scherer hat mehrere aus verschiedenen Exsudaten erhaltene Proben von Pyin der Elementaranalyse unterworfen und diese dem Protein fast gleich zusammengesetzt gefunden; dagegen fand er andere dem Pyin sonst sehr ähnliche Bestandtheile der Exsudate sehr verschieden von jenem zusammengesetzt und zwar darin besonders einen grossen Reichthum an Stickstoff (= 22,37%).

Casein ist im normalen Eiter nicht enthalten, im abnormen aber mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen worden; überhaupt empfinden wir nirgends mehr als bei der Untersuchung pathologischer Producte die Mangelhaftigkeit unsrer Kenntnisse über die Proteinkörper und deren nächste Abkömmlinge.

Der Gehalt des Eiters an Fett, der als so charakteristisch hervorgehoben wurde, ist je nach dem Orte, dem er entlehnt, ausserordentlich verschieden, doch allerdings vielen andern Flüssigkeiten gegenüber nicht gering. Sehr bedeutend ist er und wird er immer sein, z. B. bei Abscessen der Mamma; findet man doch kein Carcinom, welches fettreicher wäre, als ein solches, von welchem dasselbe Organ befallen ist. Im gewöhnlichen Eiter kann der Fettgehalt unsern Erfahrungen nach, die mit denen von *Güterbock*, *Valentin*¹⁾, *v. Bibra*²⁾ übereinstimmen, zwischen 2 und 6% schwanken. Was die Natur der einzelnen Fette betrifft, so bestehen sie aus Elain und Margarin, ölsauerm und margarinsauerm Alkali und variablen Mengen von Cholesterin. Wenn *Fx. Simon* aus dem Erscheinen von Fetttropfchen nach Zusatz von Essigsäure zum Eiter den Schluss zieht, dieses frei gewordene Fett rühre hauptsächlich von den Körperchen her, so halten wir diesen Satz wenigstens insofern nicht für vollkommen gerechtfertigt, als dasselbe auch durch Zerlegung der im Eiterserum gelösten Seifen bedingt worden sein kann; und in der That erkennt man auch im Eiterserum, wenn dasselbe einige Zeit mit Essigsäure vermischt gestanden hat, Fetttropfchen, die vorher nicht wahrzunehmen waren. Der Gehalt des Eiters an Cholesterin kann zuweilen eine ziemlich hohe Zahl erreichen; so fand *Valentin* im Eiter eines Schenkelabscesses über 4% von dieser Substanz. Uebrigens lässt sich auch bei einer genauern Untersuchung der mit heissem Alkohol und Aether aus dem Eiterrückstande ausgezogenen Fettmassen immer etwas phosphorhaltiges Fett in dem in kaltem Aether unlöslichen Rückstande nachweisen.

An festen Bestandtheilen überhaupt enthält der normale Eiter gegen 14 bis 16%; eitriges Exsudate, wie sie in serösen Höhlen vorkommen und sogenannter schlechter Eiter oder Jauche enthalten oft weniger feste Bestandtheile. Unter diesen festen Stoffen sind im Eiter gesunder

1) *Valentin*, *deuss. Rep.* 4838. S. 307.

2) *v. Bibra*, *Chem. Untersuch. verschiedener Eiterarten u. s. w.* Berlin 1842.

Personen gegen 5 bis 6% (d. h. also in 100 Th. festen Rückstands des Eiters) Mineralstoffe enthalten; im schlechten Eiter und wässrigen Transsudaten kann diese Zahl auf 10 ja 14% steigen. Die unlöslichen Salze verhalten sich im guten Eiter zu den löslichen meist wie 1 : 7 bis 1 : 9, im schlechten dagegen oft = 1 : 15 bis 23. Schon hieraus leuchtet ein, dass in dem schlechten Eiter sich dem eigentlichen Eiterplasma einfache Transsudatflüssigkeit in grösserer oder geringerer Menge beigemischt hat.

Die unlöslichen Salze des Eiters sind die gewöhnlichen Begleiter der Proteinkörper, nämlich phosphorsaurer Kalk und Talkerde; ausserdem finden sich immer als durch die Einäscherungsweise selbst gebildete Producte kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk in sehr variablen Mengen. Uebrigens lässt sich auch in der Asche des Eiters stets etwas Eisenoxyd nachweisen, und zwar auch dann, wenn in dem frischen Eiter keine Spur eines Blutkörperchens zu entdecken war.

Unter den löslichen Salzen nimmt das *Chlornatrium* die Hauptstelle ein; dass das Eiterserum ebensowohl wie sein fester Rückstand dreimal mehr Kochsalz enthält, als das Blutserum oder dessen fester Rückstand, darauf hat *H. Nasse* schon vor längerer Zeit aufmerksam gemacht; allein auch wenn man den Chlornatriumgehalt des ganzen Eiters mit dem des Blutserums vergleicht, stellt sich derselbe für den Eiter immer noch höher heraus. Ein Vergleich des Kochsalzgehaltes des Eiterserums mit dem des an Körperchen reichen Eiters deutet darauf hin, dass auch hier, wie beim Blute die grössere Menge dieses Salzes in der Inter-cellularflüssigkeit aufgelöst sei und nur in geringerer Menge den Eiterkörperchen angehöre.

Die Menge der *löslichen Phosphate* in der Eiterasche ist nicht sehr erheblich; schon oben ist bemerkt, dass eine einigermaassen bestimmte Zahl oder ein bestimmtes Verhältniss zwischen diesen und den übrigen Salzen nicht ermittelt werden konnte; die Menge der löslichen Phosphate in der Asche verschiedenen Eiters schwankte zwischen 3 und 10%. Auch der Gehalt der verschiedenen Eiterarten an Kali liess sich nicht auf ein bestimmtes Verhältniss zurückführen; nur soviel war constant, dass immer mehr Kali vorhanden war, als in der Inter-cellularflüssigkeit des Blutes enthalten zu sein pflegt. Auch die Versuche am Kanincheneiter führten zu keinem bestimmten Ergebnisse.

Kohlensaure Alkalien und *freie Kohlensture* gelang es mir im Eiter nach denselben Methoden, wie im Blute und in den Transsudaten nachzuweisen.

Wie in fast allen andern Exsudaten, so finden sich auch im Eiter *Gallenpigment*, *Gallensture*, *Harnstoff* und *Zucker* als zufällige Bestandtheile.

Glykocholesures und taurocholesures Natron sind von einem meiner Schüler im Eiter eines grossen Schenkelabscesses bei katarrhalischem Ikterus, und Zucker

abgesonderten purulenten Flüssigkeit (auf den man nach *Güterbock* noch grossen diagnostischen Werth legte) kommt dem genuinen Eiters sehr oft gleich; am gewöhnlichsten behält noch der Schleimhauteiter die Fähigkeit des Schleims bei, auf Zusatz von Wasser oder Essigsäure zu gelatiniren.

Die schmelzenden Exsudate *Rokitansky's* sind eine nicht recht scharf begrenzte Gruppe von Ausschwitzungen, die namentlich oft mit den albuminösen coincidiren; ihre chemischen Eigenschaften sind ebenso verschieden, wie ihre physikalischen; viele derselben fallen insofern der chemischen Untersuchung gar nicht anheim, da diese vollkommen resultatlos sein würde; denn man hat es hier oft mit einfachen Fäulnisproducten und dem Detritus abgestorbener (brandig gewordener) Gewebe zu thun. Ebenso kann wohl die saure Reaction vieler solcher Exsudate nicht dem organisch-vitalen Prozesse zugerechnet werden; übrigens kommt dieselbe bei diesen Exsudaten häufiger vor, als bei irgend einer andern Art. Worin aber das Aetzende vieler solcher Exsudate, namentlich derer, die ursprünglich gerinnfähig waren und Faserstoffcoagula abgesetzt hatten, eigentlich begründet sei, darüber geben die spärlichen chemischen Untersuchungen nicht den geringsten Aufschluss.

Noch weniger dürften die haemorrhagischen Exsudate im Sinne *Rokitansky's* vor unser Forum gehören; diese sind nur vom rein anatomischen Standpunkte aufzufassen und werden kaum je das Object einer chemischen Untersuchung werden.

Die haemorrhagischen Exsudate sollten uns nun auf die Umwandlungen leiten, welche entweder in ungangbar gewordenen Gefässen stagnirendes (in den Thrombis) oder in einzelne Gewebe ausgetretenes Blut (in Extravasaten und apoplektischen Heerden) erleidet. Viele ausgezeichnete Forscher haben gerade diesen Gegenstand den sorgfältigsten Untersuchungen unterworfen; die morphotischen Umwandlungen, welche in solchen blutigen Ausschwitzungen vor sich gehen, sind mit dem Mikroskope von den ersten Anfängen an bis zum Stehenbleiben auf einer gewissen Entwicklungsstufe oder bis zum Wiederverschwinden verfolgt worden; allein trotz dem ist vieles Beobachtete noch dunkel und räthselhaft geblieben; die verschiedenen auf Beobachtungen gestützten Meinungen der Forscher durchkreuzen sich hier mehr, als bei irgend einem andern Gegenstande der Entwicklungsgeschichte. In chemischer Hinsicht stehen wir aber um so mehr vor einer ungeheuren Lücke, als hier fast noch gar keine Beobachtungen existiren. Die histologischen Forscher haben sich selbst durch einzelne mikrochemische Mittel auf diesem dunkeln Gebiete etwas Licht zu verschaffen gesucht, allein leider hat die Benutzung dieser Mittel entweder gar nichts genützt oder höchst zweideutigen Aufschluss gegeben, indem dieselben oft auf ein scheinbar ganz gleiches Gebilde in einem Falle so, in einem andern anders reagirten. Dasselbe gilt von der Fortbildung der pathologischen Exsudate zu jenen abnormen Zellenmassen, welche besonders die Krebsgebilde charakterisiren, oder zu jenen Fasergeweben, welche wir in den fibroiden Geschwülsten

vorfinden. Endlich verzweifelnd an der Möglichkeit, heute durch chemische Mittel jenen Stoffen und den sie bedingenden Processen näher auf die Spur zu kommen, wird mancher junge Forscher gleich uns wohl die sanguinische Hoffnung genährt haben, in dem Studium der histologisch so weit verfolgten Entwicklung der normalen Gewebe einen günstigeren Erfolg der chemischen Forschungen zu erringen: allein auch hier versagte die Chemie den Dienst, den man nur in Ueberschätzung ihrer Hilfsmittel und in Verkennung der Mannigfaltigkeit dieser höchst complicirten vitalen Vorgänge von ihr erwartet haben konnte.

Zoochemische Prozesse.

Zoochemische Prozesse.

Nachdem wir das weite Bereich der organischen Substrate, der festen Unterlagen, an denen die thierisch-vitalen Vorgänge zur Erscheinung gelangen, durchschritten haben, nachdem wir den chemischen und physiologischen Werth der vielfach gegliederten Atomencomplexe, die dem Thierkörper als Baumaterial und als Bewegungsmittel dienen, nach den Grundsätzen einer geläuterten Naturforschung zu prüfen versucht haben: sind wir endlich an dem eigentlichen Zielpunkte unserer Forschung angelangt, die Phaenomene selbst zu studiren, die an den von uns bisher durchforschten Massen selbst während des Lebens zur Anschauung kommen, und die innere Verknüpfung der mannigfaltigen Erscheinungen mit den sie bedingenden Ursachen zu ermitteln. Wir haben bereits im Eingange dieses Werks (Th. 1, S. 12 ff.) auf die Maximen und Principien aufmerksam gemacht, die uns leiten müssen, um die geheimnissvollen Vorgänge des materiellen Lebens zu entschleiern; wir kommen daher nicht auf das dort hinreichend Angedeutete und anderwärts (namentlich von *Lotze*¹⁾ und *John Stuart Mill*²⁾ weit besser und geistvoller Gesagte zurück. Werfen wir aber einen Blick auf das im Obigen aufgestapelte Material positiver Thatsachen, so erkennen wir in ihm nur ein Haufwerk von Bruchstücken, deren natürlicher Zusammenhang nur selten errathen werden kann; denn nur zu oft fehlen uns die Verbindungsglieder, die uns die unendliche Kette vitaler Erscheinungen einigermaassen geistig zu verfolgen gestatteten. Gerade ein sorgfältiges Studium der materiellen Substrate des thierischen Lebens, so weit dieselben bis jetzt erforscht sind, muss in uns immer mehr die Ueberzeugung nähren, dass wir noch weit genug davon entfernt sind, eine wissenschaftliche Grundlage für eine wahrhaft inductive Behandlung der materiellen Vorgänge des Lebens zu gewinnen; und in der That bedurfte es der wunderbaren Combinationsgabe eines *Liebig*, um die losen Enden der so vielfach verschlungenen

1) *Lotze*, Allgem. Physiologie des körperlichen Lebens. Leipz. 1854.

2) *John Stuart Mill*, A system of Logik ratiönative and inductive. London 1843.

sollen. So auffallend dieser Erfahrungssatz sich fast überall bestätigt findet, wo chemische Bewegungen im thierischen Körper in Frage kommen, so hat er doch an sich durchaus nichts Wunderbares; denn wenn wir zunächst nur die bekannten Gesetze der Molecularbewegungen berücksichtigen, so werden deren Aeusserungen an diesen Massentheilchen andre sein müssen, als an denen der anorganischen Natur. Die Aeusserung einer jeden Kraft ist an die Natur der zu bewältigenden Masse gebunden und die Wirkungen abhängig von den Umständen, unter denen die Kraft zur Masse in Beziehung tritt. Wenn wir also ganz absehen von der Frage, ob auf die erwähnten Massen noch andre dem Leben ausschliesslich angehörende Kräfte einwirken, als diejenigen, welche dem Physiker geläufig sind, so ergiebt sich doch schon a priori, dass der Erfolg der Einwirkung physikalischer Kräfte auf diese, von den anorganischen zwar verschieden geformten, aber nach denselben Principien wie jene erzeugten, Massentheile ein anderer sein muss, als der, welcher aus der Action derselben Kräfte auf die einfachern Mineralstoffe hervorgebracht wird. Dieser Satz bedarf keiner weitern Erläuterung; er soll uns aber auf den Weg führen, den wir zunächst einschlagen müssen, um die innere Verknüpfung der Lebenserscheinungen in ihren einzelnen Phasen, kurz die einzelnen thierischen Processe erforschen zu können.

Wir haben unserer bisherigen Betrachtungsweise zufolge keck in das Räderwerk des thierischen Organismus hineingegriffen und nur einzelne zum Stillstand gebrachte, in ihrer Bewegung oder Thätigkeit aufgehaltene Theile vom chemischen Gesichtspunkte aus untersucht; wir haben die Materie und ihre unendlichen Gestalten kennen gelernt, allein die Bewegungen der einzelnen Theile, die verschiedenen Erscheinungen des physischen Lebens sind höchstens vorübergehend das Object unsrer Beobachtungen gewesen. Es muss sich der Naturgeschichte der einzelnen Glieder jener grossen Reihe zunächst eine Phaenomenologie anschliessen; erst wenn wir die einzelnen Erscheinungen in ihren qualitativen und quantitativen Verhältnissen gehörig erkannt und geordnet haben, wird es an der Zeit sein, den Kräften nachzuspüren, deren Resultanten die wahrgenommenen Erscheinungen sind. Dieses ist der einfache und einzig gangbare Weg jeder Naturforschung und wir dürfen ihn auch in der Physiologie nicht verlassen. Erst nachdem wir die Erscheinungen im lebenden Körper nach allen Seiten hin verfolgt und ihre einzelnen Momente nach Maass und Gewicht ermittelt haben, erst dann können wir causal untersuchend zu Werke gehen. Indem wir aber jede einzelne Erscheinung auf die sie bedingenden Momente zurückführen, indem wir den innern Zusammenhang ihrer gegenseitigen Wirkung zu ermitteln suchen: müssen wir nothwendiger Weise finden, dass viele, sehr viele von den Lebenserscheinungen in dem einfachsten Abhängigkeitsverhältnisse stehen zu anderweit bekannten, sog. physikalischen Gesetzen oder allgemeineren Sätzen, und dass mindestens zum grössten Theil nur die eigenthümliche Anordnungsweise der einzelnen Elemente der Bewegung und die Ver-

ten über die Stoffbewegungen im Kleinen wie im Grossen, Arbeiten, die uns in den Stand setzen, Vieles zu erforschen, Vieles zu erklären, was bisher räthselhaft war und mit gleichem Rechte von einer Lebenskraft wie von irgend einer physikalischen Kraft abhängig gedacht werden konnte. Die Arbeiten der Physiker geben uns täglich neue Mittel an die Hand, in das so schwer zugängliche Gebiet des Lebens einzudringen: sie liefern uns den Compass und Quadranten, mittelst deren wir auf dem weiten Meere der vitalen Erscheinungen die Richtungen der Strömungen, das Vorwärts und das Rückwärts unterscheiden und jedes einzelnen Punktes Lage und Verhältniss zu den übrigen bestimmen können. Harren wir also geduldig lieber der Physiker, die uns viel neue Werkzeuge versprechen, um in jenem Oceane uns selbst zurecht zu weisen, anstatt uns in der geheimnissvollen Lebenskraft einen schweigsamen Lotsen zu erkiesen, der, ohne in uns die Phaenome selbst zum Bewusstsein zu bringen, doch schon manchen kühnen Schiffer im Strudel der einander drängenden Erscheinungen zu Grunde gehen liess. Mit schlichten Worten: es dürfte wohl der Forschung selbst erspriesslicher sein, wenn wir alle Kräfte darauf verwendeten, die Lebenserscheinungen auf mechanische Bedingungen zurückzuführen, und lieber weitere Fortschritte der physikalischen Wissenschaften abwarteten, ehe wir uns zur Fiction eines allgemeinen Lebensprinzips entschliessen, welches dem Streben des menschlichen Geistes, alle Phaenome in einen idealen Zusammenhang zu bringen, nimmermehr genügen wird.

Jenen Kräften, welche die thierischen Stoffbewegungen leiten, dürfen wir nicht innerhalb des lebenden Körpers nachspüren, sondern wir müssen sie vielmehr ausserhalb des Organismus zu erforschen suchen, um sie zur Erklärung der Phaenome des Lebens verwenden zu können. Das ist aber der Weg, den die Physiologen in neuerer Zeit eingeschlagen haben; ihren Bemühungen verdankt die Physik eine nicht geringe Zahl der interessantesten Aufschlüsse über die Molecularbewegungen. Nachdem das Messer des Anatomen den feinsten Bau aller organischen Theile zu Tage gelegt hat, nachdem die Erscheinungen in ihrer Aufeinanderfolge und in den mannigfachsten Beziehungen studirt worden sind, sieht sich der Physiolog darnach um, den ursächlichen Zusammenhang, die innere Verknüpfung der Thatsachen auf bestimmte Gesetze zurückzuführen, sucht aber den Ablauf der Erscheinungen nicht von Kräften abzuleiten, die nur innerhalb des Körpers thätig sein sollen. Während man früher oft genug die physikalischen Gesetze zu gering achtete, um zur Erklärung der Lebenserscheinungen zu dienen, hat man in späterer Zeit ihre Ausbildung überschätzt und sie für vollendet gehalten; man glaubte alles, was sich nicht einfacher Weise aus den bekannten mechanischen Mitteln erklären liess, das müsse wenigstens der Lebenskraft zugeschrieben werden, die, wenn auch jetzt uns verborgen, doch noch spätern Geschlechtern ein Leitstern auf dem Pfade der physikalischen Forschung sein werde. Man hat sich aber nicht daran erinnert, dass es noch viele,

sehr viele Erscheinungen in der sog. leblosen Natur ihrer Deutung durch physikalische Gesetze harren daran, dass wir von den Gesetzen, welche die Moleküle, noch äusserst wenig wissen; man war uneinig, wo chemische Erscheinungen den bekannten Affekten widersprechen; man hat gänzlich vergessen jenes, welchem die vielgepriesene Chemie noch immer widersteht, die noch allen Anstrengungen widerstandt, die in der einfachen Zeichensprache der Mathematik machen und ihre Erfolge nach einfachen Formeln darstellen.

Erwägen wir diese unsere noch äusserst unvollständigen physikalischen Gesetze und namentlich der, unter welchen ihre Erfolge modificirt werden: so können wir schon jetzt alles aus mechanischen Bedingungen können, was an der belebten Materie zur Erklärung wir werden die Ueberzeugung gewinnen, dass wir fern sind, etwa durch Ausschliessung aller reinen Lebenserscheinungen nur das ausschliesslich Vitalität sprechende Princip zu entdecken. Die physikalische würde verlangen, dass wir, um die Existenz einer Kraft zu beweisen, erst alle Erscheinungen, welche als von dieser bedingt erwiesen werden können, vollständig aufzuheben, welche von einer dem Leben ausschliesslich abhängen. Nach dem mangelhaften Stande unserer Kenntnisse ist heute dieser Beweis nicht zu führen, den wir auf die Hilfsmittel, welche uns die fortschreitende Wissenschaft spricht. Wir wissen nicht, in welchem Verhältnisse die dunkle Nervenagene zur Elektrizität steht; so viele Phänomene des Nervensystems studirt worden, so ist es doch noch nicht zu entscheiden, ob diese specifischen Verhältnisse reduciren werden oder ob man ein specifisches nur dem Thierleben eigenthümlich annehmen. Wenn wir aber heute noch nicht im Stande sind, die actionen und gewisse andere Erscheinungen des Nervensystems den einfachen physikalischen Gesetzen zu erklären, so werden wir zukommen, den Beweis zu führen, die heute so allgemein angenommene Nervenagene oder einer Lebenskraft als unzweifelhaft der mechanischen Auffassung der Lebenserscheinungen vollgültig bestritten werden, wenn die Existenz dieser Kraft nicht bewiesen werden kann; wie soll aber ein Beweis gefunden werden, wenn sie noch nicht einmal in ihren einfachsten Wirkungen beobachtet hat, eine Kraft, die nur dadurch sich von den anderen unterscheidet, dass sie jede Schranke, in welche der Mensch sie einrahmt, überspringt und die sich eben nur durch ihre Wirkung charakterisirt; kurz durch Ausschliessung des Physiologischen.



kein Beweis für eine rein vitale Kraft zu gewinnen; auf eine andre Weise ist die Existenz einer solchen aber nicht dargethan. Der Physiker, streng an den in der Physik gültigen leitenden Maximen festhaltend, wird die Möglichkeit einer Lebenskraft zugeben, aber jede Beweisführung für die Existenz derselben noch heute für unthunlich halten.

Jene Zeit ist zwar völlig vorüber, wo man alle und jede Veränderungen an den organisirten Körpern durch die Annahme verschiedener Lebenskräfte erklären zu können glaubte, wo man sich dieselben oft recht romanhaft dachte, als Bauherrn des Organismus und Verwalter der pflanzlichen und thierischen Oekonomie, die alles wohl ordnend, alles Nachtheilige vorhersehend und verhütend, alles Böse entfernend und das Nützliche wohl ausführend, überall thätig und regsam ein gutes Regiment im Organismus führten: allein noch giebt es Forscher genug, welche jenen Rest von Erscheinungen in der Lebenssphäre, die wir heute noch nicht nach physikalischen Principien zu deuten vermögen, für einen Beweis halten, dass eine specifische Kraft des Lebens existire. Wägen wir hier noch einmal kurz die Gründe ab, welche eine solche Annahme auch nur wahrscheinlich machen könnten.

Wenn der Erfahrungssatz feststeht, dass nichts Organisirtes aus den umhergestreuten Elementen träger Materie entstehen kann, wenn das Organisirte nur im Organisirten seinen Ursprung hat, und nur Leben Leben erzeugt, so kann wohl auch die Fortbildung des Organisirten nur durch das Organisirte selbst, durch das Leben oder die Lebenskraft bedingt werden. Mit einer solchen Folgerung hielt man die Unmöglichkeit für erwiesen, dass vom physikalischen Standpunkte aus eine Einsicht in die Entstehung und Fortbildung organischer Materie erlangt werden könne. Wir müssen zugeben, dass wir in den Naturwissenschaften überhaupt an gewisse Marksteine gelangen, an denen wir erkennen, dass der menschliche Geist sie nicht überschreiten kann und niemals überschreiten wird. So vermag die vollendetste der Naturwissenschaften, die Astronomie, es nicht und wird es nie vermögen, zu erklären, wie das Planetensystem zuerst mit seinen Trabanten in Bewegung gesetzt worden ist, was den ersten Impuls zu den excentrischen Bahnen der in unser Planetensystem herüberstreichenden Kometen gab. Wir wissen trotz der Theorie von Laplace nicht, was die erste Veranlassung zur Bildung der Erde war; wir sind fest überzeugt, dass zu einer gewissen Zeit der Erdumbildung mit einem Male Pflanzensamen auf derselben ausgestreut wurde; wir wissen, dass Jahrtausende hindurch auf der Erde eine üppige Vegetation empor spross, ehe noch die Sonne das erste Thierei ausbrütete; ja wir sind eben so sicher davon unterrichtet, dass erst nach den jüngsten Revolutionen der Erdoberfläche die höheren Thiere und zu allerletzter Zeit der Mensch darauf erschien. Die Naturwissenschaften haben uns aber hier an ihre Grenzen geführt, die wir als solche deutlich erkennen und von denen wir wissen, dass wir sie nie übersteigen können, ohne das Gebiet der Naturforschung ganz zu verlassen und in die Regionen der Metaphysik

der Kräfte (die im physikalischen Sinne nur ein kurzer Ausdruck für die Gesetze sind) auch ein durchaus verschiedener sein.

*Albinus*¹⁾ hatte keinen oberflächlichen Blick in die Natur organischer Thätigkeit gethan, als er die Behauptung aufstellte, das Wesen der Lebenskraft bestehe in Bewegung. Ist dieser Ausdruck für die organische Action auch viel zu generell aufgefasst, so lässt sich doch nicht verkennen, dass wir da Leben annehmen, wo wir immerwährenden Wechsel der Erscheinungen, stete Veränderungen wahrnehmen, bedingt durch stete Bewegung der Moleculé des organisirten Körpers, sowie der Organe selbst. Hat *Albinus* auch dabei übersehen, dass zur Lebensbewegung einerseits noch mehr gehört, indem wir hier meist den Grund und den Zweck der Bewegung begreifen, oft ohne die nächste Ursache zu erkennen, und andererseits auch an den Himmelskörpern eine immerwährende Bewegung wahrgenommen wird, aus der wir doch wenigstens nicht auf das Leben jener Körper schliessen: so bleibt doch rücksichtlich der Substrate der Lebensäusserungen, rücksichtlich der organischen Bewegung jener Satz in gewisser Beziehung richtig; denn wir finden eben überall da, wo wir Leben in der Materie finden, eine immerwährende Bewegung wenigstens der chemischen Moleculé.

In den materiellen Substraten der belebten Körper gehen immerwährende Umwandlungen vor sich. Die physischen Kräfte suchen sich immer ins Gleichgewicht zu setzen; die durch diese bewegte Materie findet oder kann wenigstens ihren Gleichgewichtspunkt, ihren Ruhepunkt finden; die physischen Kräfte wirken noch fort auf die Materie, wenn sie in Ruhe gelangt ist; denn nur durch das gegenseitige Fortwirken besteht das Gleichgewicht; der durch physische Gesetze bewegte Körper scheint gleichsam nur der Ruhe zuzueilen; der anorganische Chemismus ist so lange thätig, bedingt so lange Bewegung und Umwandlung, bis den stärksten Verwandtschaften Genüge gethan ist.

Ganz anders verhalten sich die physischen Kräfte unter den organischen Bedingungen, ganz anders die Bewegung in organisirten Körpern; hier spricht sich gerade das Streben nach Dauer aus; alles, was in die Richtungslinie jener concurrirenden Kräfte kommt, wird zu gleicher Bewegung mit fortgerissen; wohl findet ein Compensiren einer zeitweilig überragenden Kraft statt, aber nie tritt Gleichgewicht ein; denn das Gleichgewicht ist Ruhe, und in der Ruhe ist kein Leben, im Gleichgewicht ist der Tod.

Wenn es erlaubt ist, aus der Summe von Beziehungen, unter welchen die physischen Kräfte bei der Lebensbewegung mitwirken, einige Momente hervorzuheben, so dürfte unser Augenmerk besonders auf drei charakteristische Punkte zu richten sein. Es fragt sich, wie jene Dauer der Bewegung, ohne zu vitalen Anregern Zuflucht zu nehmen, nur unter rein mechanischen Bedingungen zu Stande kommen kann. Wir kennen

1) *Albinus*, de natura hominis p. 39.

eine Anzahl rein chemischer Bewegungen oder Prozesse, die zu ihrer Vollendung eine gewisse Dauer in Anspruch nehmen, d. h. die, ehe sich alle Affinitäten ausgeglichen haben, eine längere Zeit erfordern, als die alltäglichen blitzschnell erfolgenden Wirkungen chemischer Wahlverwandtschaft. Wir erinnern nur an die Auflösung des Fibrins in Salpeterwasser, die Zersetzung des Alkohols durch ätzende Alkalien, an die Bildung vieler zusammengesetzten Aetherarten (*Liebig*¹), besonders aber an die Prozesse der Gährung und Fäulniss. Indessen sind alle diese chemischen Bewegungen trotz ihres zeitweiligen Beharrens doch sehr auffallend verschieden von den organisch-chemischen Wechselwirkungen in belebten Organismen. Bei der Gährung und Fäulniss verräth sich in der chemischen Bewegung selbst ein Streben nach Vereinfachung der Radicale, ein Streben nach Ruhe; bei diesen Zersetzungen bilden sich immer festere Verbindungen, immer dauerndere Körper, bis endlich unzerlegbare Radicale oder deren constanteste Verbindungen gebildet sind, worauf Gleichgewicht, Ruhe erfolgt. Bei der chemisch-vitalen Motion ist kein Streben nach Ausgleichung und Ruhe zu bemerken, sondern eine Bewegung geschieht nur, um eine andere hervorzurufen, der Zweck der Umwandlung ist gleichsam nur neue Umwandlung; die Molecularbewegung selbst erhält sich durch Bewegung und giebt Anlass zu neuer Bewegung; eine in Umwandlung begriffene Substanz bedingt das Entstehen einer neuen Substanz, in der selbst wieder die Quelle neuer Bewegung liegt, d. h. es entstehen durch die chemische Thätigkeit neue Substanzen, die nicht, wie bei der Fäulniss und Verwesung durch ihre Beständigkeit sich auszeichnen, sondern gerade dadurch, dass sie zu neuer Bewegung, neuer Zersetzung, neuer Umwandlung äusserst geneigt sind; daher beobachten wir auch bei den Processen der höchsten Lebensthätigkeit in den Organen die Bildung der allerzersetzbaren, gleichsam von selbst zerfallenden Substanzen; Diastase, Speichelstoff, Pepsin, die leichtest zersetzbaren Stoffe entstehen nur bei höherer organisch-vitaler Thätigkeit; diese Stoffe sind fast noch gar nicht erforscht von den Chemikern, denn schon unter ihren Händen wandeln sie sich unaufhörlich um. Es ist also nicht das Beharrungsvermögen der trägen Materie, welches hier die Fortdauer der Bewegung und sonach das Leben bedingt; sondern das Zurrubekommen der Molecüle wird in ähnlicher Weise verhindert, wie das Fallen beim Gehen und Laufen des Menschen; die chemischen Molecüle befinden sich nicht in ihrem stabilen Schwerpunkte, nicht in dem stärksten Verwandtschaftsgrade: das Fallen, die constantere Vereinigung, das Aufhören der Bewegung wird durch gleichzeitige andere Bewegung verhindert, der Schwerpunkt immer labil, die Verwandtschaftsausserungen immer au courant erhalten. Durch die Verschiedenartigkeit der Substanzen, welche beim Stoffwechsel in Pflanzen und Thieren in Concurrrenz kommen, wird eine Molecülmasse durch die andre während der allgemeinen Bewegung und

1) *Liebig*, Ann. d. Chem. und Pharm. Bd. 65, S. 350—352.

Umsetzung verhindert, in ihren natürlichen Schwerpunkt zu gelangen, und immer nach neuen Richtungen hin abgelenkt, wenn sie im Begriff ist, der Ausgleichung durch die stärksten Affinitäten zu folgen. Viele Gifte vernichten nur dadurch das Leben, dass sie einzelne Factoren der organischen Bewegung zum Stillstand bringen, gleichwie sie bei der Gährung und Fäulniss die eigentlichen Erreger dieser Processe in ein chemisches Gleichgewicht bringen.

Die organisch-chemische Bewegung ist von allen Molecularveränderungen die complicirteste; denn nicht nur, dass an einem Orte und zu gleicher Zeit aus mehrern Substanzen mehrere neue gebildet werden, findet auch schon in gleichem Maasse eine Zerstörung, eine neue Umwandlung der eben erst entstandenen Materien statt; denken wir z. B. nur an das Muskelgewebe, in diesem wird die Muskelfaser gebildet, in diesem erhält sie sich einige Zeit, den höhern Zwecken des Lebens dienend, und wird ebendasselbst zu derselben Zeit, wo neue Faser sich bildet, auf neue Weise umgewandelt. An einer Stelle haben wir den Anfang oder das Entstehen einer Substanz, das Bestehen oder ihre Benutzung und ihr Ende oder ihre Auflösung. Zuweilen consolidirt sich auch einer der Bewegungsfactoren, ohne dem allgemeinen Ablaufe der Erscheinungen Eintrag zu thun; ein Aggregat von Molecülen findet seinen chemischen Schwerpunkt und bildet eine constantere Verbindung; einzelne Gruppen gelangen zur Ruhe und lagern sich ab; so Fett und Hornzellen im thierischen, Gummi, Harze und Oele im pflanzlichen Organismus.

Betrachten wir aus diesem Gesichtspunkte das Leben in den organischen Substraten als eine immerwährende Bewegung von Molecülen und Molecülenaggregaten, als einen ununterbrochenen Process, in dem sich Anfang, Fortgang und Ende der Bewegungen zu gleicher Zeit kreuzen: so dünkt es uns wohl nicht mehr auffallend, warum es dem Chemiker noch nicht gelang, die physiologisch-chemischen Processe in allen ihren Richtungen zu erforschen, so wie alle Substrate, die bei einem solchen Processe concurriren, aus dem scheinbaren Chaos herauszusuchen und genau deren Eigenschaften zu erkennen. Ja ein Irrthum ist es, wenn der Chemiker sich schmeichelt, bei der ewigen Umwandlung der Stoffe das Leben und die Bewegung der organischen Substrate mit einem Male hemmen, und die Lage der chemischen Molecüle in dem Augenblicke des Stillstands erforschen zu können, wenn er wähnt, die von ihm ausgeschiedenen Stoffe seien vollkommen das, was sie während der Lebensbewegung aller Molecüle im organisirten Körper waren. Es ist unmöglich, mit einem Schlage das Räderwerk der Molecularbewegung aufzuhalten und die bewegten Theile mit einem Male stehend und starr zu machen, sie auf ihrem labilen Schwerpunkte zu erhalten, und die einzelnen Theile dieses chemisch-vitalen Mechanismus auseinander zu nehmen. So wie wir selbst die Fermentkörper nicht zu analysiren im Stande sind, da sie eben als sich umwandelnde Substanzen nur durch den Act der Umwandlung Gährung erregen, so kann der Chemiker auch in Wahrheit nicht die organisirte

Materie selbst erforschen, indem er nur die Producte der im belebten Körper statt habenden Molecularbewegung, nicht den Act der Bewegung selbst seinen Lösungsmitteln, seinen Reagentien zu unterwerfen vermag. Hat das Messer des Anatomen, welches nur die oft verzerrten Gebilde des Lebens zur Anschauung bringt, so grosse, so glänzende Aufschlüsse über das materielle Leben geliefert, dass die Physiologie in ihm ihre Basis gefunden hat: was lässt sich dann erst von einem tiefern Eindringen in die molecularen Bewegungen erwarten? oder sollten wir die Hoffnung aufgeben, dass es durch physikalische Forschungen gelingen werde, einzelne Grössen zu finden, um daraus die höchste unbekannteste Grösse zu rechnen, erfassen oder wenigstens errathen zu können?

Besonders schwierig hat es Vielen gedünkt, zu begreifen, wie anorganische der äusseren Natur entlehnte Materie in der Lebenssphäre organischen Gesetzen unterthan werden und den dort vor sich gehenden eigentlichen Umwandlungen unterliegen könne, ohne die Mitwirkung eines dem Leben ausschliesslich angehörenden Dynamis. Man glaubte den Zusammenhang des Lebensprincipes schon eng genug zu ziehen, wenn man Mineralstoffe, auf die wir im Organismus stossen, als ausser dem Banne der Lebenskraft stehend betrachtete. Die Assimilation, die Reproduction hat man gleich dem Wachsthum für unerklärlich nach physikalischen Gesetzen gehalten. Mag aber auch vieles, sehr vieles im Einzelnen noch unerklärlich sein, so kann doch principiell eine Deutung auch dieser Phaenomene nicht in Abrede gestellt werden. Halten wir uns aber auch hier nur an die bekannten Bewegungsphaenomene, so lässt sich aus ihnen nachweisen, dass wenigstens nicht eine unabweisliche Nothwendigkeit da ist, einen dergleichen Regenten, wie die Lebenskraft, über jene Art von Molecularbewegungen zu ernennen.

Wir kennen eine grosse Anzahl von Fällen, wo mehrere in einer chemischen Action befindliche Körper andre zu gleicher Thätigkeit veranlassen, ohne dass hierbei gerade eine verwandtschaftliche Beziehung zwischen den Zersetzungsproducten und den noch unzersetzten Körpern ersichtlich ist. An solchen Beispielen ist die organische Chemie reich, aber auch der anorganischen fehlen sie nicht; am häufigsten und auffallendsten treten sie uns bei den Gährungsprocessen vor Augen. Hier disponirt eine kleine Menge in einer bestimmten Umwandlung begriffener Substanz eine unendliche Menge einer anderen Materie zu einer bestimmten Form der Zersetzung oder Umwandlung. Wie die leiseste Berührung oder ein einfacher Stoss auf einen einzelnen Punkt der Materie in den Moleculen des Jodquecksilbers, der arsenigen Säure, des metallischen Eisens oder des Knallquecksilbers und hundert ähnlichen Stoffe eine unendliche Reihe gewisser Bewegungen bedingt, so vermag oft die geringste Menge eines faulenden Körpers den chemischen Moleculen eine bestimmte Bewegung mitzutheilen, die von Atom zu Atom sich in ununterbrochener Folge fortsetzt und somit neue Gestalten und neue Qualitäten ins Leben ruft. Alle jene Erscheinungen, die man früher an

einer specifischen jedes Gesetzes entbehrenden, katalytischen Kraft ableitete, die aber *Liebig* zuerst auf ihre wahrhaft physikalischen Causalitätsverhältnisse zurückführte, jene Erscheinungen sind es, die uns den Standpunkt anweisen, von dem aus viele jener Lebenserscheinungen, die man sonst nur der *Vis vitalis* zuschrieb, in physikalischem Lichte überschaut werden können.

Unerforschlich wie der erste Impuls, durch den die Sonnen mit ihren Planeten und Trabanten in ihre Bahnen geschleudert wurden, bleibt uns der erste Ursprung aller Lebensbewegung; wagen wir aber, die Gesetze, an welche die einmal eingeleitete Bewegung organischer Molecüle geknüpft ist, einigermassen zu verfolgen, so können wir hie und da bei der Entwicklung und Ausbildung, bei der Reproduction und Ausscheidung in organisirten Körpern die Mitwirkung der Gesetze des Stosses oder der Fortpflanzung der Bewegung erkennen. In der Rücksichtnahme auf diese Erfahrungssätze finden wir oft die Erklärung, wie die allem Chemismus scheinbar so widersprechende Anähnlichung der Stoffe möglich ist. Der Keim im Ei und Saamen ist umhüllt von Stoffen, deren Molecularzusammenfügung schon durch einen leichten Stoss erschüttert und zur Umwandlung veranlasst werden kann. Das Stärkmehl der *Cotyledonen* geht sehr leicht durch geringe Umlagerung seiner Atome oder durch Abgabe oder Aufnahme von Wasser in ihm wenig ähnliche Körper über, die wir häufig im Pflanzenreiche verbreitet finden, in Gummi, Gallert, Rohr- und Krümelzucker, Holzfaserstoff u. s. w. Das Eiweiss der Eier ist ebenfalls ohne Verlust der wesentlichsten Atome seiner Bestandtheile der mannigfachsten Veränderungen fähig; das Albumin, der erste und wichtigste der Thierstoffe, ist ein Proteus in seinen Verwandlungen; wie viele, oft seltsame Gestalten nimmt dieser Stoff im Thier- wie im Pflanzenkörper an! doch überall stossen wir auf dieselbe Atomengruppe, deren Zusammenfügung sich so oft verändert, um mit verschiedenen physischen und selbst chemischen Qualitäten sich zu umgeben; noch heute hat die Chemie den molecularen Bewegungen des Albumins nicht überall hin folgen können. Mit solchen wandelbaren Stoffen, deren Moleculargebäude einen unsichern Schwerpunkt zeigt, umgab die Natur den Keim; entsteht in diesem die geringste Bewegung, so theilt sich dieselbe leicht den übrigen Molecülenmassen mit, die nur zu leicht in ihrem Schwerpunkte schwanken; die Natur umgab also den schwächer fliessenden Quell des Lebens mit Stoffen, die sich leicht mit in den Strom desselben hineinziehen lassen. Sollen wir glauben, die Lebenskraft stecke im keimenden Samen, um aus dem Stärkmehl Zucker zu fabriciren? oder der Impuls der vitalchemischen Bewegung pflanze sich auf die schwankenden Molecüle fort, da wir ja auch in unsern Digerirflaschen dem Stärkmehl solche Stösse ertheilen können, dass seine Molecüle anders sich gruppirend, in anderer Richtung ihren Schwerpunkt finden? Wenigstens ist die letztere Erklärung eine Verdeutlichung jener Processe, gegründet auf vielfache Analogien; während die erstere eine geistige Verdunkelung dessen ist, was wir

finden wir die meiste Bestätigung in den abnormen Erscheinungen derselben, in den pathologischen Phaenomenen; also gerade dort, woher man die bündigsten Beweise für ein weises und vorsichtiges Lebensprincip ableiten zu können geglaubt hat.

Obgleich in einem Lehrbuche der physiologischen Chemie das Dogma von der Lebenskraft nicht völlig übergangen werden darf, so würden wir dieses in neuerer Zeit vielfach durchgesprochene und völlig abgegriffene Thema doch nicht in früherer Weitläufigkeit (Th. 4. der ersten Auflage) behandelt haben, wenn nicht zu befürchten stände, dass auch in diesem Felde ein Rückschlag eintreten und die Lebenskraft, wenn auch nicht zu ihrer frühern Geltung, doch zu einer theilweisen, der Forschung aber immerhin schädlichen Anerkennung gelangen möchte. Die oft sehr rohen Versuche, gewisse Erscheinungen am lebenden Organismus aus einem einfachen physikalischen Gesetze abzuleiten oder mit einem alltäglichen Erfahrungssatze in Zusammenhang zu bringen, während jene durch eine Summe von unter mannigfachen Beziehungen wirkenden Einzelkräften bedingt werden, diese rohen Versuche, die nur für die oberflächliche und mangelhafte physikalische und chemische Bildung ihrer Urheber sprechen, sind Vielen schlagendere Beweise für die Annahme einer Lebenskraft gewesen, als selbst der Umstand, dass für jetzt und vielleicht noch für lange Zeit keine Aussicht dazu da ist, die Bildung der Zellen und Gewebe, die zweckmässige Gestaltung aller einzelnen Theile des thierischen Organismus nach physikalischen und chemischen Gesetzen zu deduciren.

Entstehung organischer Materie im Pflanzenreiche.

Ehe wir zu einer allgemeinen Uebersicht über die zoochemischen Processe weiter schreiten können: müssen wir uns zuvörderst die Frage vorlegen, wo und unter welchen Verhältnissen die organische Materie überhaupt gebildet wird. Aus der theoretischen Chemie ist uns bekannt, dass die Zusammensetzung und alle Eigenschaften der vorzugsweise organisch genannten Substanzen den Gesetzen der anorganischen Chemie nicht nur nicht widersprechen, sondern dass sie vielmehr die glänzendste Bestätigung aller aus diesem Theile der Chemie entlehnten allgemeineren Gesetze liefern. Es dürfte daher wohl ein nicht geringer Grad von Wahrscheinlichkeit dafür da sein, dass auch das Entstehen der organischen Materie aus unorganischem Stoffe von jenen allgemein gültigen Gesetzen der Physik und Chemie abzuleiten sei. Wenn die Affinität gleich der Gravitation eine integrirende Eigenschaft der Materie ist, so müssen sich die chemischen Gesetze, nach welchen aus anorganischen Stoffen organische Materie erzeugt wird, auch am besten dort erforschen lassen, wo wir die ersten Anfänge der Erzeugung des organischen Stoffs wahrnehmen. Leider sind aber die hierauf bezüglichen Verhältnisse noch keineswegs so genau erforscht, dass sich die Entstehung der organischen Ma-

Die unbestreitbare Erfahrung, dass die Pflanzen des Nachts jenen Process gerade umkehren, und nach Aufnahme von Sauerstoff Kohlensäure entwickeln, was die nicht grünen Pflanzentheile auch am Tage thun, bestimmte viele Physiologen daran zu zweifeln, dass die wesentlichste Bezugsquelle des Kohlenstoffs für die Pflanzen in jener im Sonnenlichte vor sich gehenden Desoxydation der Kohlensäure begründet sein könne; dazu kam, dass selbst nach *Saussure's* Versuchen mindestens $\frac{1}{20}$ des von den Pflanzen während jenes Processes aufgenommenen Kohlenstoffs nicht aus der Kohlensäure abgeleitet werden zu können schien. Man meinte, dem Glauben der Landwirthe, dass der Humus, d. h. vermodernde Pflanzen- und Thierreste, den lebenden Pflanzen als kohlenreiches Nahrungsmittel dienen, wenigstens im Betreff jenes Zwanzigstels nachgeben zu müssen. Lässt sich nun auch nicht in Abrede stellen, dass eine gewisse Anzahl von Pflanzen, darunter namentlich viele der sog. Schmarotzerpflanzen und alle nicht grünen Pflanzen aus der Kohlensäure der Luft und des Wassers allein ihren Kohlenstoff nicht beziehen können, so beweist dies eben so wenig die Unrichtigkeit des von *Liebig* vertheidigten Satzes, als die Erfahrung, dass gewisse grüne Infusorien, namentlich Euglenen, welche noch überdies eine stärkmeblartige Substanz enthalten, im Sonnenlichte Sauerstoff exhaliren, den Satz widerlegt, dass der Lebensprocess der Thiere constant mit einer Aufnahme von Sauerstoff und einer Aushauchung von Kohlensäure verbunden sei. Wenn aber viele Pflanzen im humusreichen Boden besser gedeihen, als im Boden, der denselben sonst alle ihnen nöthige Mineralnahrung darbietet, so kann diese wohlthätige Wirkung von vielen andern Bedingungen, als gerade von seinem Kohlenstoffgehalte abgeleitet werden, und wenn der Humus aus in Verwesung begriffenen Substanzen besteht, ist er dadurch nicht selbst eine reichliche Quelle für Kohlensäurebildung?

Jene nächtliche Entwicklung von Kohlensäure leitet *Liebig* aus einer rein mechanischen Ursache ab; es ist nämlich bekannt, dass die Pflanzen alle in Wasser gelösten Substanzen ohne Auswahl in sich aufnehmen, allein die zu ihrer Lebensthätigkeit untauglichen Substanzen theils durch die Wurzeln, theils durch andre Theile wieder ausscheiden; nun enthält aber alles terrestrische wie atmosphaerische Wasser grössere oder geringere Mengen von Kohlensäure; von dieser behauptet nun *Liebig*¹⁾, dass sie des Nachts nicht assimilirt, sondern unverändert durch die Blätter mit dem Wasser wieder abgedunstet werde. Während nun die Kohlensäureentwicklung hiernach rein mechanisch ist, hält *Liebig* die nächtliche Sauerstoffabsorption für rein chemisch; er beweist, dass die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs durchaus verschieden ist nach den chemischen Bestandtheilen der Blätter. Je mehr nämlich ein Blatt sauerstoffarme Substanzen, z. B. verharzbare, aetherische Oele enthält, die auch im isolirten

1) *Liebig*, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur u. Physiologie. 6. Aufl. 1846. S. 3—253 und Chemische Briefe. 8. Aufl. 1851. S. 240 ff. u. 629 ff.

Kohlensäure, die wohl mehr als ausreichend sein dürfte, um allen in Wasser und auf der Erde befindlichen Vegetabilien als Nahrung zu dienen.

Wenn man dagegen erwägt, dass der Atmosphaere täglich und stündlich Unmassen von Kohlensäure von der Erdoberfläche her zugeführt werden, so müsste man sich wundern, dass die Atmosphaere, wenigstens seit der Zeit der Verschüttung Pompejis (im Jahre 79 n. Chr., man hat die Luft aus dort ausgegrabenen Aschenkrügen analysirt) keine merkliche Zunahme an Kohlensäure erlitten hat, während im Gegentheil geologische Forschungen fast zur Evidenz dargethan haben, dass zu einer bestimmten Zeit vor vielen Jahrtausenden, lange vorher noch, ehe die höhern Thierclassen auf der Erde erschienen, die Atmosphaere bei weitem reichhaltiger an Kohlensäure gewesen sei, als jetzt. Eine ungefähre Uebersicht über diese Verhältnisse geben die Zahlen, welche *Liebig* aus einer weitem Berechnung abgeleitet hat. Wenn nämlich ein Mann täglich 45000 Kubikzoll und demnach in einem Jahre 9505,2 Kubikfuss Sauerstoff verbraucht, so werden durch tausend Millionen Menschen 9 Billionen und 503200 Kubikfuss Sauerstoff der Atmosphaere entzogen; wenn man nun annimmt, dass durch die Respiration der Thiere, durch Verwesungs- und Verbrennungsprocesse ungefähr doppelt so viel Sauerstoff verloren geht, so würde im Verlaufe von 800000 Jahren aller atmosphärische Sauerstoff verschwunden sein. Das beobachtete Sichgleichbleiben im Sauerstoff- und Kohlensäuregehalte der Atmosphaere im Zeitraume von 18 Jahrhunderten würde durchaus nicht zu erklären sein, wenn wir nicht in dem Wachstume der Pflanzen das Mittel erkennen, durch welches der Luft die ihr zugeführte Kohlensäure wieder entzogen würde; die Abnahme der Kohlensäure seit der praeadamitischen Zeit findet aber an dem Auffinden der unermesslichen Lager kohlenstoffreicher Pflanzenreste die augenfälligste Erklärung.

Wenn man die Pflanzen in eine sauerstofffreie Atmosphaere bringt und dafür sorgt, dass durch Eisenfeile oder andre Mittel der von ihnen im Tageslichte excernirte Sauerstoff absorbiert wird, so verkümmern sie ebensowohl, als in einer kohlenstofffreien Atmosphaere oder im Dunkeln, wo sie die Kohlensäure zu zersetzen nicht im Stande sind. Diese und ähnliche Versuche deuten allerdings darauf hin, dass der Sauerstoff in einem bestimmten Bezuge zum ganzen Leben der Pflanze steht. Darum vertreten auch mehrere der ausgezeichnetsten Pflanzenphysiologen die Ansicht, dass das Sauerstoffgas für die Pflanzen eine wahre Lebensluft sei, so gut wie für Thiere, nur mit dem Unterschiede, dass die Pflanzen zugleich das Vermögen besitzen, den ihnen nöthigen Sauerstoff selbst zu erzeugen (*H. Mohl*¹⁾).

Liebig hat bewiesen, dass der Humus des fruchtbaren Bodens keine der Humussäuren der Chemiker ist, dass ferner derselbe als solcher zur Ernährung der Pflanzen durchaus nicht unmittelbar dienen kann, sondern dass er, durch die Verwesung organischer Stoffe gebildet, nur mittelst seiner Zersetzungsproducte und zwar der gebildeten Kohlensäure der Pflanze Nahrungsmittel zuföhre, dass dagegen der Dünger weniger durch seinen Stickstoff- oder Kohlenstoffgehalt dem Wachsthum und Gedeihen der Pflanzen förderlich sei, als durch die grosse Menge darin enthaltener Mineralsubstanzen, welche eben so wichtig für die Ausbildung der Pflanzen als Wasser und Kohlensäure sind.

Höchst selten finden wir fossile Wurzeln; ja die vorweltlichen Pflanzen gehören meist solchen Geschlechtern an, die durch die Kleinheit ihrer Wurzeln sich auszeichnen; die ersten Pflanzen, deren Saamen auf der Erdoberfläche ausgebreitet wurde, fanden keinen Humus vor, aus dem sie sich hätten ernähren können; sie

1) *H. Mohl*, R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. 4, S. 235—250.

Weit schwieriger schien es, den Ursprung des Stickstoffs in den Pflanzen nachzuweisen; während Kohlensäure und Wasser den Pflanzen von allen Seiten her und fast unter allen Verhältnissen auf der Erdoberfläche zufließt, vermischen wir die Quelle, welcher die Pflanzen den Stickstoff entlehnen könnten. *Saussure* und *Boussingault*¹⁾ haben durch die genauesten und scharfsinnigsten Versuche dargethan, dass die Pflanzen aus der Atmosphäre freien Stickstoff zu condensiren und zu organischer Materie zu verarbeiten nicht im Stande sind; beide Forscher fanden es daher wahrscheinlich, dass der Stickstoff nur in der Form von löslichen stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten organischer Materie und zwar vorzugsweise von Ammoniak in die Pflanzen übergehe. *Liebig's* Verdienst ist es wiederum, die verborgenen Quellen dieses wichtigen Nahrungsmittels der Pflanzen entdeckt zu haben. Dass Ammoniaksalze es sein mussten, welche als unmittelbares Material den Pflanzen zuströmten, wies *Liebig* einerseits schon dadurch nach, dass er in vielen Pflanzensäften gar nicht unbedeutende Mengen von Ammoniaksalzen auffand. Im Saft des Ahorns, der Runkelrübe, der Birke, frischer Tabaksblätter, im Thränenwasser der Weinreben, in allen Blüten und Früchten waren gewisse Mengen von Ammoniak nachweisbar, ohne dass dem Gedanken an eine bereits eingetretene Zersetzung hätte Raum gegeben werden können. Genaue Berechnungen lehren, dass wohl cultivirten Feldern weit mehr Stickstoff entzogen wird, als ihnen durch Düngung oder auf andere Weise zugeführt wird. Aus Versuchen, die man mit den festen Excrementen der Thiere angestellt hat, ist ersehen worden, dass in dem gewöhnlichen festen, animalischen Dünger keineswegs viel Stickstoff, ja oft nur Spuren davon enthalten sind, und dass dieser Dünger durchaus unzureichend ist, um den Pflanzen die Mengen von Stickstoff zu liefern, die man in ihnen findet. Und woher sollten die Bäume des Waldes ihren Stickstoff beziehen, da ihnen doch niemals animalischer Dünger zugeführt wird?

Bis auf *Liebig* wusste man noch nicht, dass in der Atmosphäre ein constanter Gehalt von Ammoniak bemerkbar ist, dass Regen- und Schneewasser stets wägbare Mengen von Ammoniaksalzen enthält. Jetzt dürfte daher wohl Niemand mehr daran zweifeln, dass die Ammoniaksalze die Form sind, unter welchen der Stickstoff den Pflanzen als Nahrungsmittel zugeführt wird. Dagegen ist die Ansicht *Liebig's*, dass die Atmosphäre den Pflanzen als einzige Bezugsquelle der Ammoniaksalze diene, von vielen Seiten bezweifelt worden. *Boussingault* und *Liebig* haben indessen durch Berechnung der Mengen von Ammoniak, welche im Regenwasser enthalten sind, und der jährlichen Regenmengen zu erweisen verstanden, dass die Mengen des aus der Atmosphäre den Pflanzen zugeführten Ammoniaks sehr wohl ausreichend sind, um jene Stickstoffverbindungen zu bilden, die wir in den jährlichen Ernteproducten finden; sie haben überdies darauf aufmerksam gemacht, dass im Humus, im Dünger, kurz im frucht-

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 1838. Janv. p. 5 et Dec. p. 353.

Säuren, welche sich durch Vermoderung animalischer ebensowohl als vegetabilischer Substanzen bilden, zersetzen nach *Mulder* das durch Regen dem Boden zugeführte kohlensaure Ammoniak, werden dadurch löslich und gehen als Ammoniaksalze in die Wurzeln der Pflanzen über, wo sie aber ausserordentlich schnell (schon in den äussersten Enden der Wurzelfibrillen) zersetzt und in andre Körper umgewandelt werden sollen.

*Fresenius*¹⁾ hat in einer Million Gewichtstheilen Luft durchschnittlich 0,433 Th. Ammoniak gefunden; nimmt man mit *Marchand* das Gewicht der Atmosphäre zu 5,263623,000000,000000 Kilogramm an und enthielte sie in allen Regionen gleich viel Ammoniak, so würde ihr Gehalt an demselben = 2646404 Kilogramm betragen; *Horsford*²⁾ fand weit bedeutendere Mengen Ammoniak in der atmosphärischen Luft, die grösste Menge im Juli, nämlich 47,63 Th. in 4 Million Gewichtstheilen Luft, die geringste Menge im December = 4,2171 Th. In den Sommermonaten, wo die Ammoniakquellen reichlicher fliessen und der Ammoniakgehalt nicht so häufig aus der Atmosphäre durch Regen und Schnee entfernt wird, als im Winter, ist nach *Horsford's* Versuchen der Ammoniakgehalt der Luft am bedeutendsten und nimmt fast constant nach den Wintermonaten hin ab.

Liebig berechnet, dass wenn 4 Pfund Regenwasser nur $\frac{1}{2}$ Gran Ammoniak enthält, jährlich einer Bodenfläche von 2500 Quadratmeter durch den Regen (= 250000 Pfund) nahe an 80 Pfund Ammoniak oder 65 Pfund reinen Stickstoffs zugeführt werden. Dies würde bei weitem mehr sein, als 2650 Pfund Holz oder 2800 Pfund Heu oder 200 Centner Runkelrüben (dies sind die Erträge von 4 Morgen Wald, Wiese und cultivirtem Lande) in der Form von Kleber und Albumen enthalten.

Mehrere stickstoffhaltige Materien, welche wir constant in fast allen Pflanzen und namentlich in deren Saamen vorfinden, enthalten gewisse Mengen von Schwefel; bekannt sind ausserdem die schwefelreichen aetherischen Oele, die aus mehrern Species der Familie der Cruciaten durch Destillation mit Wasser erhalten werden können. Da sich in der Luft, im Regen- und gewöhnlichen Quellwasser höchstens Spuren von Schwefelwasserstoff vorfinden, so müssen wohl die Pflanzen den ihnen unter der Form von schwefelsauren Alkalien und insbesondere von schwefelsaurem Ammoniak zugeführten Schwefel verarbeiten, um daraus die oben erwähnten schwefelhaltigen Materien darzustellen. Die Schwefelsäure wird dann wohl in Folge derselben Prozesse reducirt, welche die Desoxydation der Kohlensäure bedingen. Klar ist demnach, dass die Wurzeln die Organe der Pflanzen sind, durch welche der Schwefel in dieselben aufgenommen wird.

Nachdem wir die Natur der Pflanzennährstoffe hier kurz in Betracht gezogen und ihre verschiedenen Quellen in der anorganischen Natur verfolgt haben, würden wir nun unsre Aufmerksamkeit auf die Frage zu wenden haben, auf welche Weise wohl in den Pflanzen die Verarbeitung jenes anorganischen Materials zu organischem Stoff vor sich gehe. Wir würden aber sicher zu ganz falschen Schlüssen gelangen, wollten wir eine Erklärung der Bildung organischer Materie in den Pflanzen versuchen, ohne auf deren Mineralbestandtheile Rücksicht zu nehmen. Wenn wir erwägen, dass keine Pflanze ohne gewisse Mineralbestandtheile

1) *Fresenius*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 64, S. 401—406.

2) *Horsford*, ebend. Bd. 74, S. 243—244.

existiren kann und dass in jeder Pflanze nur ziemlich bestimmte Mengen von Mineralbestandtheilen gefunden werden und nur bestimmte Basen, Natron oder Kali, Kalk oder Talkerde in ihnen vorkommen, wenn wir endlich beobachten, dass diese Mineralstoffe sich in verschiedenen Organen der Pflanze und zu verschiedenen Zeiten ihrer Entwicklung nach sehr verschiedenen Proportionen anhäufen, unter denselben Umständen aber in ziemlich gleichen Verhältnissen in den gleichen Organen auftreten; so liegt der Gedanke, dass diese Stoffe einen bestimmten Einfluss auf das Leben der ganzen Pflanze und auf die Entstehung ihrer organischen Bestandtheile aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak ausüben, zu nahe, als dass er (mindestens für unsre Zwecke) hier noch eines ausführlichen Nachweises bedürfte.

Die eben namhaft gemachten Basen finden sich in der Asche zum grössten Theil an Kohlensäure gebunden vor, sind aber in der Pflanze selbst wohl grösstentheils mit organischen Säuren als neutrale oder saure Salze verbunden. Rücksichtlich dieser Stoffe hat *Liebig* auf zwei in neuerer Zeit vielfach bestrittene Punkte aufmerksam gemacht, nämlich erstens darauf, dass in einer Pflanze eine Basis durch eine andere vertreten werden könne, und zweitens dass für jede Pflanzenspecies die Summe der in ihren Basen enthaltenen Sauerstoffmengen stets eine und dieselbe sei. Mag man auch diese, keineswegs aus der Luft gegriffenen, Sätze mehr als gestellte Fragen ansehen, die noch ihrer speciellern Beantwortung harren, so wird man doch zugeben müssen, dass sie in einer gewissen Beschränkung durch mehrere Thatsachen schon jetzt als erwiesen zu betrachten sind. Finden wir auch in den ältern Versuchen *Saussure's*, so wie in den neuern so zahlreichen Analysen von Pflanzenaschen, in den schönen Untersuchungen *Emil Wolff's*¹⁾ oder *Wiegmann's* und *Polstorfs*²⁾, so wie auch *Staffel's*³⁾ mancherlei Thatsachen, welche jenen allgemeinen Sätzen zu widersprechen scheinen: so müssen wir erwägen, dass auch im vegetativen Leben eine Summe von Beziehungen zur Geltung kommen, deren Einwirkungen auf jene allgemeineren Gesetze wir noch nicht übersehen können. Man kann vielleicht behaupten, dass jene beiden Hypothesen *Liebig's* noch nicht genügend bewiesen sind, allein man darf, jener einzelnen Widersprüche wegen in manchen der bis jetzt explorirten Thatsachen, dieselben noch keineswegs als völlig widerlegt betrachten. Wir sind zur Zeit noch so wenig mit den bei dem Ernährungsprocesse der Pflanzen obwaltenden Verhältnissen vertraut, dass eine Widerlegung weit schwieriger zu führen sein dürfte als ein stricter Beweis.

Neben den kohlensauren Alkalien finden sich in der Pflanzenasche auch schwefelsaure und besonders phosphorsaure Alkalien. Da dieselben

1) *E. Wolff*, Journ. l. pr. Ch. Bd. 44, S. 355—455 u. Bd. 52, S. 37—122

2) *Wiegmann* und *Polstorf*, über anorg. Bestandtheile d. Pflanzen. Braunschweig 1842.

3) *Staffel*, Archiv d. Pharm. 2. R. Bd. 64, S. 26—47.

nicht gleichförmig in der ganzen Pflanze verbreitet sind, sondern wie namentlich aus *E. Wolff's* Untersuchungen hervorgeht, hauptsächlich in den Blättern, noch mehr aber in den Saamen der Pflanzen angehäuft sind, und da die sorgfältigsten Versuche im Kleinen wie im Grossen gelehrt haben, dass ohne diese Salze eine Pflanze höchstens kümmerlich fortleben, und schwer zur Blüthebildung, aber nie zur Fruchtbildung gelangen kann, so wird schwerlich Jemand daran zweifeln, dass diese Stoffe wesentliche Bedingungen des Pflanzenlebens und wahrhafte Nahrungsmittel derselben seien.

Nur auf wenige Thatsachen, die dem Obigen zur Erläuterung dienen können, machen wir hier aufmerksam: *Liebig* wurde unter andern Gründen hauptsächlich durch folgende Analysen von Fichten- und Tannenholzasche, die von Bäumen verschiedener Standorte entlehnt war, zur Aufstellung obiger Sätze veranlasst: *Saussure* fand in dem Holze auf dem Mont Breven gewachsener Fichten = 4,187% und in dem auf dem Mont La Salle gewachsener 4,128% Asche. In 100 Th. der Fichtenasche vom Mont Breven wurden gefunden an:

kohlsaurem Kali	3,60;	in dem Kali	= 0,415 Sauerstoff
„ Kalk	46,34;	„ „ Kalk	= 7,327 „
kohlensaurer Talkerde	6,77;	„ der Talkerde	= 4,265 „
Summa der kohlen. Salze = 56,74.		Summa 9,007.	

In 100 Th. der Fichtenasche vom Mont La Salle wurde keine Talkerde gefunden, dafür aber

an kohlsaurem Kali	= 7,36;	im Kali	= 0,85 Th. Sauerstoff
„ „ Kalk	= 54,19;	„ Kalk	= 8,10 „ „
Summa der kohlen. Salze = 56,55;		Summa = 8,95 Th. Sauerstoff	

Auffallender noch tritt dieses Verhältniss in zwei Analysen von Tannenholzasche hervor, die *Berthier* aus französischem Holze (von Allevard) und aus norwegischem dargestellt hatte; denn hier ist der Unterschied zwischen den löslichen Salzen und den unlöslichen in den beiden Aschen viel bedeutender, als er sonst wohl vorkommen mag. In der Asche des französischen Holzes fand *Berthier* an:

Kali und Natron	= 46,8	worin	= 3,57 Sauerstoff
Kalk	= 29,6	„	= 8,36 „
Talkerde	= 3,8	„	= 4,26 „
Summa = 49,7;		in Sa. = 13,19 Sauerstoff	

In der Asche des norwegischen Holzes fand *Berthier* an:

Kali	= 44,4	worin	= 3,4 Sauerstoff
Natron	= 20,7	„	= 5,3 „
Kalk	= 13,6	„	= 3,32 „
Talkerde	= 4,85	„	= 4,69 „
in Summa = 52,75;		in Sa. = 13,24 Sauerstoff.	

Von dem Sauerstoffgehalte der Basen in der ersten Analyse sind 0,53 Th. und von dem in der zweiten = 0,79 Th. als Sauerstoff abzuziehen, welcher den an Schwefelsäure und Phosphorsäure gebundenen Basen angehört, so dass für die erste Bestimmung der Sauerstoffgehalt = 12,66, für die zweite = 12,42 ausfällt.

Der Gedanke, dass dieser gleiche Sauerstoffgehalt auf eine gleiche Quantität in der frischen Pflanze zu sättigender Säure hindeute, liegt so nahe, dass man ihn a priori durchaus für richtig halten möchte. Dass dieser Satz nach verschiedenen Umständen mancherlei Ausnahmen erleiden werde und dass die unmittelbaren Ergebnisse der Aschenanalysen selten so genau wie in den angeführten Fällen über-

üben, bedarf es hier nicht erst einzelner Nachweise, da dieser Gegenstand durch unzählige Versuche im Grossen wie im Kleinen hinlänglich constatirt ist.

Nachdem wir die einzelnen Nährstoffe der Pflanzen kennen gelernt und uns davon überzeugt haben, dass diese nur in wenigen sehr einfachen Verbindungen der anorganischen Natur bestehen, drängt sich uns fast von selbst die Frage auf, wie vermag der pflanzliche Organismus aus diesen wenigen Stoffen jene unendliche Verschiedenheit organischer Materien zu erzeugen? Leider lassen sich über diesen Gegenstand kaum etwas mehr als Vermuthungen aufstellen. Treu unserm Grundsatz, in diesem Buche weitläufige Discussionen über subjective Anschauungen zu vermeiden und unfruchtbaren Hypothesen, möge fremde oder eigene Phantasie dieselben erzeugt haben, sorgfältig aus dem Wege zu gehen, gestatten wir uns, nur diejenigen Conjecturen über die Bildung organischer Materie im Pflanzenreiche namhaft zu machen, welche sich zwanglos an gewisse thatsächliche Erfahrungen anknüpfen lassen. Die Zahl solcher Erfahrungen, die uns hierbei unterstützen könnten, ist aber trotz vieler mühevoller Arbeiten ausgezeichneten Forscher nur äusserst gering. Was wir oben im Allgemeinen von dem Studium der vitalen Prozesse bemerkt haben, gilt in höherem Grade von den Processen der Stoffbildung im Pflanzenreiche; trotz mancher einzelnen schönen Beobachtung fehlt es noch gänzlich an quantitativen Bestimmungen, ohne die wir auch in der organisirten Welt keinen Schritt mit Sicherheit vorwärts thun können. Kennen wir doch noch nicht einmal das Verhältniss der im Sonnenlichte in die grünen Pflanzentheile eintretenden Kohlensäure zu dem gleichzeitig exhalirten Oxygen. Darf man aber eigentlich über diesen Process früher eine Hypothese aufstellen, ehe man nicht die Zahlenverhältnisse der dabei concurrirenden Stoffe einigermaassen ermittelt hat? Zahlenresultate fehlen uns in der Phytochemie fast gänzlich bis auf die wenigen Bestimmungen von *Saussure*, nach denen es höchstens so scheint, als ob im Sonnenlichte auf 1 Th. aufgenommenen Kohlenstoffs ungefähr 2 Th. organischer Materie gebildet würden. Könnten wir aber auch chemisch qualitativ und quantitativ die einzelnen Stoffe in der Reihenfolge, wie sie in der Pflanze entstehen, einigermaassen verfolgen, so würde uns auch hier unsre noch sehr mangelhafte Kenntniss der Molecularkräfte, die bei den organischen Processen eine so grosse Rolle spielen, sehr hinderlich daran sein, eine tiefere Einsicht in den Chemismus zu erlangen, durch welchen aus den einfachen Stoffen, wie Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, die organische Materie allmählig herangebildet würde. Während auf der einen Seite die grosse Einfachheit im feinern Baue der Pflanzen und das constante Vorkommen gewisser Stoffe, wie organische Säuren, sog. Kohlenhydrate und eiweissartige Materien in allen Pflanzen ohne Ausnahme die Deutung gewisser Erscheinungen sehr zu unterstützen scheinen, tritt uns doch die unendliche Mannigfaltigkeit jener Nebenproducte, d. h. der fast jeder Pflanze eigenthümlichen Stoffe, so hindernd in den Weg, dass man daran verzweifeln muss, selbst nur ein skizzenhaftes

werde. Wer nicht unmittelbar zur Macht eines höchsten Lebensprincips oder zur Gewalt einer metabolischen Kraft der Zelle seine Zuflucht nehmen will, der wird es wenigstens höchst unwahrscheinlich finden, dass die Ketten, welche den Sauerstoff und Kohlenstoff an einander gefesselt halten, mit einem Male gesprengt würden. Da wir durchaus noch unbekannt sind mit dem Verhältnisse zwischen absorbirter Kohlensäure und exhalirtem Sauerstoff, so können wir nur ganz im Allgemeinen die Ansicht annehmbar finden, dass neben einer theilweisen Desoxydation der Kohlensäure auch Wasser zersetzt werde. *Liebig* hat vorzugsweise auf die Gründe hingewiesen, welche für den Antheil sprechen, den die Wasserzersetzung an der Ausscheidung von Sauerstoff nimmt während der Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Blätter. Wenn *Liebig* ferner die Meinung ausspricht, dass zuerst sich aus der gleichzeitigen Zersetzung von Wasser und Kohlensäure jene organischen Säuren bilden mögen, die wir bald in grösserer Menge, bald wenigstens spurweise in allen Pflanzen vorfinden, wie Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure und Aepfelsäure, so gewinnt dieselbe einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, da gerade durch dieselbe Hypothese einige andre Thatsachen eine Erklärung oder Deutung finden. Hauptsächlich giebt aber jene feststehende Erfahrung, dass die Alkalien in ziemlich genau beschränkten Mengen in den Pflanzen und vorzugsweise in den grünen Theilen derselben vorkommen, der von *Liebig* aufgestellten Hypothese noch einen besondern Stützpunkt; wenn nämlich nur eine bestimmte Quantität gewisser Basen an das Leben der Pflanze gebunden ist, so ist leicht ersichtlich, dass sie zunächst zur Sättigung der Säuren verwendet werden, und dass, wenn durch weitere Kräfte die Säure in Dextrin, Zucker oder andre indifferente Materien umgewandelt worden ist, dieselbe Menge Base wieder zur Sättigung neugebildeter Säure dienen kann; ja es lässt sich wohl denken, dass das Alkali selbst mit zur Umwandlung der Säure in solche indifferente Stoffe beitrage; an Erklärungsversuchen, entlehnt aus Analogien bekannterer chemischer Processe, dürfte es uns nicht fehlen, wollten wir weiter in das Bereich reiner Hypothesen eindringen. Bei Aufstellung solcher Conjecturen ist aber auch nicht zu vergessen, dass jener Desoxydationsprocess, möge er vor sich gehen, wie nur immer, sich noch weiter erstreckt als auf die endliche Bildung von Dextrin und ähnlichen neutralen Kohlenhydraten.

Ausser den erwähnten Stoffen finden wir noch viele im Pflanzenreiche weit verbreitet, die noch weit weniger Sauerstoff als die Kohlenhydrate enthalten, z. B. die öligen Fette, das Wachs und die Harze, ja auch nicht wenige, welche ganz frei von Sauerstoff sind, d. s. eine grosse Anzahl aetherischer Oele, Caoutchouk u. dgl. Wenn wir daher nur neben Kohlensäureaufnahme Sauerstoffabgabe wahrnehmen, so gewinnt es den Anschein, als ob das entwickelte Sauerstoffgas die Summe von einzelnen aus sehr verschiedenen Materien herrührenden Mengen Sauerstoff wäre. Dass die Pflanzenfette und das Wachs aus dem Kohlenhydrate, welches wir Stärkmehl nennen, vorzugsweise hervorgehen, dafür sprechen meh-

liche Sauerstoffabsorption nicht gänzlich wieder ausgeglichen wird; wir würden es nicht mehr wunderbar finden, wenn eine Pflanze im verschlossenen Raume ihr Leben noch leidlich hinzufrierten vermag, indem sie am Tage den ihr des Nachts nöthigen Sauerstoff selbst erzeugt und umgekehrt die Kohlensäure des Nachts aushaucht, damit diese ihr wiederum am Tage als Nahrung diene. Dieser Kreislauf, den hier der Sauerstoff macht, würde dann nur ein scheinbarer sein; der Sauerstoff, der am Tage aus seiner Verbindung mit dem Kohlenstoff gelöst worden ist, würde des Nachts nur dazu verwendet, um neben etwas Kohlenstoff der organischen Materie eine grössere Menge Sauerstoff zu entziehen. So sehen wir nach *Erdmann's* schönen Versuchen mit *Tradescantia discolor*, dass ein Pflänzchen jahrelang im hermetisch verschlossenen Raume, wenn auch kümmerlich, hinvegetiren kann, ohne gänzlich abzusterben; ja der Tod einzelner Blätter und Stengel dient nur dazu, das Leben der Pflanze zu fristen und zur Bildung neuer Knospen beizutragen; die Luft in dem Raume, wo solche Pflänzchen lange Zeit vegetiren, müsste endlich sehr sauerstoffreich werden, wenn nicht die eben erwähnten abgestorbenen Theile durch ihre Verwesung dazu beitragen, dass den neuen Knospen Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure wieder zugeführt würde. Hätte der nächtliche Gasaustausch in den Pflanzen in der hier bezeichneten Vorgangsform seinen Grund, so würde sich zugleich die Nothwendigkeit des Sauerstoffs für das Pflanzenleben einsehen und der Erfolg jener Versuche deuten lassen, wo Pflanzen in sauerstoffreicher Luft nur so lange fortvegetiren, als man nicht den am Tage exhalirten Sauerstoff durch chemische Mittel aus der die Pflanze umgebenden Atmosphäre entfernte.

Noch müssen wir einer von *Mulder* aufgestellten Hypothese über den Desoxydationsproceß in der Pflanze Erwähnung thun, da diese unsre Aufmerksamkeit auf einen Punkt hinlenkt, der bei den vorerwähnten Hypothesen kaum eine entfernte Berücksichtigung gefunden hat. Da nur die grünen Theile der Pflanzen das Vermögen besitzen, Kohlensäure aufzusaugen und Sauerstoff zu exhaliren, so liegt der Gedanke sehr nahe, dass das die grüne Farbe bedingende Chlorophyll eine wesentliche Rolle bei jenem Reductionsprocess mit spiele; welches diese Rolle sei, d. h. ob das Chlorophyll hier etwa in der Art eines Fermentes wirke oder ob jener Gaswechsel in der Entstehung des Chlorophylls aus sauerstoffreichern Körpern selbst seinen Grund habe, das lässt sich nach den uns jetzt vorliegenden Thatsachen wohl nicht zur Entscheidung bringen. *Mulder* hat nun folgende in vieler Hinsicht recht plausible Ansicht aufgestellt: unter dem Einflusse des Lichtes entstehe fortwährend neues Chlorophyll und gleichzeitig wandle sich das sauerstoffreichere Amylon in das sauerstoffarme Wachs um; Wachs ist aber bekanntlich ein steter Begleiter des Chlorophylls. Andererseits machten es mikroskopische Beobachtungen über die Entwicklung der Zellen und ihres Inhalts sehr wahrscheinlich, dass Amylonkörnchen sich allmählig in die wachsreichen Chlorophyllkügelchen umwandeln. Den Sauerstoff, der sich bei der Bildung des Wach-

zur Bildung eiweissartiger Stoffe verwendet zu werden. Die Desoxydation der Sulphate wird man aber kaum an einen andern Ort als in die Blätter verlegen können, und deshalb ist wohl anzunehmen, dass dort mindestens noch der letzte Anstoss zur vollkommenen Ausbildung jener Stoffe gegeben werde. Würden wir nicht fürchten, uns zu sehr in dem Bereiche der Vermuthungen zu verlieren, so möchten wir hinzufügen, dass, wie die kohlen-sauren Alkalien zur Bildung stickstofffreier Materien beitragen, die schwefelsauren und phosphorsauren wesentlichen Antheil an der Bildung der Proteinkörper nehmen; das gleichzeitige Vorkommen der Phosphate in allen den Pflanzenorganen, welche reich an Proteinkörpern sind, und die im Obigen ganz im Allgemeinen nachgewiesene Wichtigkeit der Phosphate für das Pflanzenleben könnten wohl eine solche Conjectur plausibel machen.

Wollten wir endlich noch nach den Möglichkeiten fragen, wie das Ammoniak unter Zutritt andrer organischer Materien zu dem Albumin und Pflanzenkleber herangebildet wird, so giebt es deren gewiss ebenso-viele, als die Berechnung der Atome nur irgend zulässt, d. h. ihre Zahl möchte unendlich sein, und doch giebt es der Anhaltspunkte kaum einige, die der einen oder der andern Möglichkeit auch nur eine schwache Stütze zu geben vermöchten. Das Verschwinden des Ammoniaks in einer Verbindung als Ammoniak, das völlige Aufgehen desselben in einem neuen nicht salzartigen Körper sind dem Chemiker äusserst geläufige Dinge; ausser der Umwandlung des ameisensauren Ammoniaks in Blausäure, des cyansauren Ammoniaks in Harnstoff, ausser der Bildung von Farbstoffen aus Ammoniak und Orcin, Phlorrhizin, Haematoxylin oder Erythrin, ausser der Bildung von Alkaloiden (nach *Wurtz* oder *Hoffmann*) sind dem Chemiker noch tausend Beispiele gegenwärtig, wo das Ammoniak unter Wasserbildung seines ursprünglichen Charakters mehr oder weniger verlustig geht und neue sehr complexe Körper bilden hilft. Trotz dieser Gefügigkeit des Ammoniaks, wornach es sich allen Formen der organischen Complexe einverleiben lässt, fehlt es uns doch an allen That-sachen, durch die speciell die Bildung einer stickstoffhaltigen Substanz in der Lebens-sphaere der Pflanze nachgewiesen werden könnte.

Wenn wir den schönen Gedanken *Dumas'*, dass die organische Natur sich ihre Elemente selbst erzeuge, durch die neuesten Forschungen auf dem Gebiete der theoretischen Chemie bewährt finden, wenn wir unsre Hoffnungen auf ein tieferes Eindringen in die Zusammenlagerung der organischen Atome und in den innern Zusammenhang der unendlichen Zahl organischer Körper durch die glänzenden Entdeckungen eines *Kolbe*, *Hoffmann*, *Wurtz*, *Laurent* und Andrer ihrer Verwirklichung nahe sehen, wenn wir endlich durch die geistvollen Arbeiten *Liebig's* über Gährung und Verwesung, über Fäulniss, trockene Destillation und andere Zersetzungsprocesse dahin gelangt sind, einen tieferen Blick in die Formen allmähligler Zurückbildung organischer Materie zu thun; so dürften wir wohl Grund genug zu dem Glauben haben, dass die Zeit nicht mehr fern

Agentien einzunehmen berechtigt ist. Es kommt jetzt also nur noch darauf an, in genereller, übersichtlicher Weise das Ineinandergreifen dieser einzelnen Theile während der lebendigen Thätigkeit des Organismus und ihre Anordnung zu einem Systeme stetig auf einander wirkender und gewisse Erfolge bedingender Massen zur Anschauung zu bringen.

Wir haben im zweiten Theile dieses Werks den thierischen Säften unsre Aufmerksamkeit geschenkt, jenen leicht beweglichen tropfbarflüssigen Massen, in denen principiell von so Vielen das Wesen und der Sitz aller Lebensthätigkeit gesucht wird. Die in denselben neben einander und durch einander treibenden Materien mussten unter sich in den innigsten Beziehungen stehen; indem wir diese Beziehungen vom chemischen wie vom physikalischen Gesichtspunkte zu ermitteln suchten, gelangten wir bereits zu Betrachtungen über die steten Umwandlungen, welchen sie während des Lebens unterliegen, und über den causalen Zusammenhang der Erscheinungen, deren Ablauf gewissen Zwecken des thierischen Lebens entspricht. Jetzt bleibt uns nur noch übrig, im Ganzen und Allgemeinen die gegenseitigen Verhältnisse, in denen die Säfte zu einander stehen, den Austausch ihrer Bestandtheile und die Abhängigkeit der Veränderungen des einen von einem oder allen andern in Erwägung zu ziehen und somit ein allgemeines Urtheil über das zu gewinnen, was man schlechthin den thierischen Stoffwechsel nennt.

Wir haben endlich im dritten Theile der physiologischen Chemie die mechanischen und chemischen Verhältnisse jener zu Zellen, Fasern und Häuten consolidirten Massen darzulegen versucht, soweit unsre hierin noch sehr lückenhaften Kenntnisse es gestatteten; wir erkannten in ihnen nicht blos das hohle Gerüst oder Sparrwerk, zwischen dem in ununterbrochener Bewegung die einzelnen Ströme jener flüssigen Massen hin und her treiben und kreisen, um den verschiedenen Forderungen des Lebens zu genügen, sondern wir entdeckten in ihnen auch die Werkzeuge, durch welche die intensivsten und eigenthümlichsten Thätigkeiten des thierischen Organismus zum Vorschein kommen.

Es möchte nun für Manchen den Anschein gewinnen, als hätten wir somit von allen Seiten her genügende Mittel zusammengetragen, um zu einer tieferen Einsicht in das innere Gefüge der Lebenserscheinungen des Thieres zu gelangen oder im ungünstigsten Falle ein zwar skizzenhaftes aber doch anschauliches Bild vom Chemismus im Thierkörper zu entwerfen: allein je tiefer wir in das Dunkel des thierischen Stoffwechsels einzudringen versuchen, je sorgfältiger wir unsre Mittel zur Erreichung jenes Zieles abwägen, desto skizzenhafter wird das Bild, desto verwischter die Farben, die uns eine nur zu lebhafte Phantasie auftragen liess. Wir haben schon sehr oft Gelegenheit genommen und nehmen müssen, zu zeigen, wie wenig die meisten der bisherigen wissenschaftlichen Unterlagen uns berechtigen, allgemeinere Schlüsse über diese oder jene Gruppe der thierischen Stoffbewegungen aufzustellen. Es dürfte daher um so überflüssiger sein, hier noch einmal im Allgemeinen das Lückenhafte unsrer

Kenntnisse darzulegen, zumal da wir schon in der methodologischen Einleitung (Th. 1, S. 8 ff.) diesen misslichen Gegenstand insbesondere hervorzuheben uns veranlasst sahen. Wir gehen gewiss nicht zu weit, wenn wir behaupten, dass uns die ersten Grundlagen noch fehlen, um die Lehre vom Stoffumsatz im Thierkörper in ein wissenschaftliches Gewand zu kleiden. Nur um nicht den Schein der Uebertreibung oder Sucht nach Paradoxen durch Aufstellung dieser Behauptung auf uns zu laden, deuten wir noch einmal die Punkte an, die namentlich schon bei Gelegenheit der Exsudate (Th. 3, S. 107 ff.) und der im Thierkörper thätigen Molecularkräfte (Th. 3, S. 143—148) uns den kläglichen Stand unsrer positiven Kenntnisse und sonach auch unser theoretisches Elend fühlbar machten: die qualitative Analyse verliess uns, wo wir die Uebergangsstufen und Umwandlungsstadien der wesentlichsten Substrate des Stoffwechsels zu erforschen suchten; noch immer lastet der Jammer der Extractivstoffe auf uns, nebelhafter Materien, denen eine lebhaftere Phantasie die verschiedensten Gestalten oder Auslegungen zu geben vermag. Trotz mancher Lichtfunken, die hauptsächlich von *Liebig's* Genius ausgehend, hie und da einen lichten Schein in dieses Dunkel geworfen haben, glaubten wir doch, dass noch in der nächsten Zukunft von der qualitativ-chemischen Analyse nur wenig zu hoffen sei; wir sprachen dagegen die Ueberzeugung aus, dass vielmehr durch zahlreiche und sorgfältigere Messungen über die quantitativen Beziehungen der Bestandtheile der verschiedenen thierischen Säfte der mechanische Stoffwechsel eine sichere Basis erhalten müsse, ehe wir daran denken könnten, den chemischen wissenschaftlich zu begründen. Wir bemerkten aber endlich, dass selbst die genauesten Messungen der Massen und Geschwindigkeiten der molecularen Stoffbewegungen, in welchen die Lebensthätigkeit aufgeht, uns noch nicht auf den Standpunkt einer wahrhaft wissenschaftlichen Lehre vom Stoffwechsel emporheben, so lange wir täglich durch neue unerwartete Beobachtungen über das Wirken molecularer Kräfte überrascht werden. Wenn wir alle Elemente der inductiven Forschung auch jetzt schon in unsern Händen hielten, wenn auch alle Maasse des mechanischen und chemischen Stoffwechsels vor unsern Augen lägen: den innern Zusammenhang der einzelnen Glieder jener grossen Kette von Erscheinungen würden wir noch immer nicht begreifen, das ursächliche Abhängigkeitsverhältniss der einzelnen Factoren der vitalen Bewegungen immer noch nicht zu erfassen vermögen, kurz wir würden die mechanisch-chemischen Vorgänge im lebenden Körper wissenschaftlich nicht erklären können ohne Kenntniss der uns jetzt noch so verborgenen Gesetze molecularer Wirkungen.

Ehe wir einen allgemeinen Ueberblick über die Stoffbewegungen im thierischen Organismus zu gewinnen versuchen, wird sich an die obigen Betrachtungen über die Bildung der organischen Materie im Pflanzenreiche wohl am besten eine Vergleichung anschliessen zwischen dem Wirken der Kräfte in jenen beiden grossen Kategorien lebender

Körper, dem Pflanzen- und dem Thierreiche. Oft schon ist ein solcher Vergleich versucht und mit mehr oder weniger Glück ausgeführt worden; oft hat man die Unterschiede in der specifischen Verbindungsweise der Massen beider Naturreiche und in den eigenthümlichen Erfolgen der dort wirkenden Einzelkräfte bis auf das minutiöseste zu verfolgen sich bemüht, ist aber im übertriebenen Eifer für scharfe Distinction der Objecte oft auf Behauptungen gekommen, die, anstatt fernerer Forschung erspriesslich zu sein, dieselbe vielmehr auf mancherlei Abwege lenkten. Klingt es nicht wie eine heitre Trävestie auf *Liebig's* ernste Forschungen, wenn man z. B. in folgender Weise die Unterschiede beider Naturreiche schematisirt: »Die Pflanze *erzeugt* neutrale, stickstoffhaltige Körper, Fette, Zucker, Stärke und Gummi, *zersetzt* Kohlensäure, Wasser und Ammoniaksalze, *entwickelt* Sauerstoff, *absorbirt* Wärme und Electricität, ist ein *Reductionsapparat* und unbeweglich.«

»Das Thier *consumirt* neutrale, stickstoffhaltige Körper, Fette, Stärke, Zucker und Gummi, *erzeugt* Kohlensäure, Wasser und Ammoniaksalze, *absorbirt* Sauerstoff, *entwickelt* Wärme und Electricität, ist ein *Oxydationsapparat* und beweglich.« Leider lässt die Natur sich nicht straflos in den Rahmen solcher Schemen einspannen, bald hie bald da bricht sie mit der unendlichen Fülle ihrer Gestalten und Erscheinungen die Marken durch, mit denen der menschliche Geist im Uebermuth der Laune sie zu umrahmen sich erkübnte.

Der allerallgemeinsten Anschauung nach sind viele jener Distinctionen treffend; die Idee des ewigen Kreislaufs in der Natur findet sich in diesen beiden Reihen am entschiedensten ausgesprochen. Wahr ist es, dass die organische Materie, welche im Pflanzenreiche erzeugt worden ist, im Thiere meist wieder zu Grunde geht; allein dass das Thier blos Proteinkörper, Fette und Kohlenhydrate consumire und nicht auch zum Theil erzeugen könne, ist eine Behauptung, die theils erwiesenermaassen falsch ist, theils bis jetzt noch nicht bewiesen werden kann. Niemand zweifelt jetzt mehr daran, dass der Thierkörper das Vermögen besitze, Fett aus andern Materien zu bilden, sei es aus Proteinkörpern oder Kohlenhydraten (vergl. Th. 4, S. 239). Ob nicht auch unter gewissen Bedingungen Proteinstoffe im thierischen Organismus erzeugt werden können, ist eine durchaus noch unentschiedene Frage; denn bis jetzt ist es nur wahrscheinlich, dass solche Stoffe im thierischen Körper nicht erst erzeugt werden (vergl. Th. 4, S. 328 ff.). Sehen wir ab von den niederen Thieren, so wird allerdings dem Thierkörper das Vermögen abgesprochen werden müssen, Stärkmehl und Cellulose zu bilden; allein Zucker und Dextrin entstehen täglich im Organismus der Herbivoren bei der Verdauung aus andern Kohlenhydraten durch Speichel und pankreatischen Saft (vgl. Th. 2, S. 26 ff. und S. 94 ff.), und selbst im Körper der Carnivoren haben wir in der Leber eine Bildungsstätte von Zucker erkannt, wo dieser Stoff höchst wahrscheinlicher Weise nur aus der Umwandlung stickstoffhaltiger Materien hervorgeht (Th. 2, S. 87), wie ausführlichere

Untersuchungen¹⁾ mich neuerdings gelehrt haben. Und welche Zahl von Stoffen wird überhaupt im Thierkörper gebildet, die im Pflanzenreiche niemals vorkommen; man sagt freilich, dass diese Stoffe nur die Producte eines Oxydationsprocesses seien, allein welcher wesentliche Unterschied ist zwischen dem Xanthin oder der Harnsäure und dem jenen homologen Theein und Theobromin; Niemand würde sagen können, ob Taurin oder Cystin, wenn er noch unbekannt mit dem Ursprunge dieser Materien wäre, dem Pflanzen- oder dem Thierreiche entsprossen seien. Für die complexen Verbindungen der Gallensäuren haben wir keine Analogien im Pflanzenreiche, kurz wir können im Allgemeinen dem Thierkörper durchaus nicht das Vermögen absprechen, neue organische Materien selbst zu erzeugen; allein es ergeht dem thierischen Organismus wie dem Chemiker im Laboratorium; beide bedürfen wenigstens in der Regel schon bereits gebildete organische Materie, um neue Stoffe zu erzeugen, die dem Pflanzenreiche fremd sind, kurz um die Producte des Pflanzenreichs nachzuahmen. Da viele der Ausscheidungsstoffe des Thierkörpers noch ziemlich complexe Atome organischer Materie enthalten, so ist auch der Satz nur halb wahr, dass das Thier an die Aussenwelt Kohlensäure, Wasser und Ammoniak abgebe; möge man auch den Harn in Summa als Ammoniaksalz betrachten, möge man selbst das Taurin der festen Excremente dahin rechnen, möge man die Ameisensäure, Buttersäure, Essigsäure und Capronsäure des Schweisses in dieser Beziehung als gleichwerthig der Kohlensäure und dem Wasser betrachten: so wird man doch nicht läugnen können, dass Menschen und Thiere täglich eine nicht unerhebliche Menge von Proteinkörpern unmittelbar an die Aussenwelt abgeben, indem die festen Excremente niemals schleimfrei sind, indem die Epithelialabscuppung und die Abnutzung andrer Horngewebe einen Verlust an diesen complexen Körpern bedingen, der bei einigermaassen sorgfältigen Untersuchungen recht wohl messbar ist.

Es ist ferner sehr wahr, dass die Pflanzenzelle, die stärksten chemischen Verwandtschaften bewältigend, den Sauerstoff aus den Atmosphäerilien: Kohlensäure und Wasser eliminirt und den indifferenten Stickstoff zu fesseln im Stande ist, während der Thierkeim sich nur durch Vermittlung des atmosphäerischen Sauerstoffs zu entwickeln vermag. Es ist nicht zu leugnen, dass im pflanzlichen Organismus die Abscheidung von Sauerstoff sich als eines der Hauptmomente der chemisch-vitalen Thätigkeit zeigt, dass unter dem Einflusse der Pflanzenzelle in den chemischen Moleculen eine progressive Bewegung entsteht, deren Ziel möglichste Trennung des Sauerstoffs und Herstellung der complicirtesten Radicale, der vollkommensten organischen Materie ist, während der thierische Organismus diese Materie der Pflanze entlehnt, um in der regressiven Bewegung, die der Sauerstoff in den oxydablen Materien hervorbringt, eine Haupt-

4) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig. 1854. S. 430—464.

stütze der wichtigsten thierischen Functionen zu finden; es bleibt wahr, der Sauerstoff ist der Erreger des thierischen Lebens; durch ihn wird der Urschleim oder das Plasma zur Zelle, durch ihn die Zelle zur Faser, durch ihn erst das Thier zum Thiere.

Möge auch solchen abstracten Behauptungen, denen der gehörige Pathos nicht mangeln darf, noch soviel Wahres innewohnen: immer wird man neben dem Wahren zugleich die Quelle vieler Irrthümer finden. Wir haben schon oben, als wir von der Bildung organischer Materie im Pflanzenreiche sprachen (S. 159 ff.), darauf aufmerksam gemacht, dass neben der Desoxydation in der Pflanze mehrere Oxydationsprocesse parallel verlaufen; so treffen wir auch im thierischen Leben neben der Oxydation im Blute der Capillaren auf eine Anzahl von Reductionsprocessen, die an Intensität der reducirenden Kraft der Pflanze wenig nachgeben; schon in den ersten Wegen sahen wir Stoffe, wie die Sulphate, deren Reduction sonst nur durch die kräftigsten Agentien erzielt wird, ihres Sauerstoffs beraubt werden (vergl. Th. 1, S. 444); Eisenoxyd, Quecksilberoxyd und ähnliche Stoffe werden im Darne desoxydirt; wir haben schon an einem andern Orte daran erinnert, dass die Fette und Lipoide, welche erst im thierischen Körper gebildet werden, nur aus einem Desoxydationsprocesse hervorgehen können. Mag man sich auch vorstellen: die Oelsäure und Margarinsäure entstanden aus dem Stärkmehl oder Zucker durch einen ähnlichen Spaltungsprocess, wie z. B. der Alkohol aus letzterem, so dass die Reduction nur eine scheinbare wäre, indem jener Körper einfach zerfällt in einen sauerstoffreicheren = Kohlensäure und einen sauerstoffärmeren = Alkohol, Fuselöl, Margarin oder Elaïn; muss aber nicht wenigstens die Stearinsäure, die nur sehr selten von den Thieren in der Pflanzennahrung aufgenommen wird (man hat sie bis jetzt fast nur in der Caobutter gefunden), durch einen unmittelbaren Desoxydationsprocess gebildet werden, da sie ihrer Zusammensetzung wie ihren chemischen Qualitäten nach nur als niedere Oxydationsstufe des Margarinsäureradicals angesehen werden kann? und wird man auch einen so sauerstoffarmen Körper, wie das Cholesterin, das sich gerade in stagnirenden Flüssigkeiten des Thierkörpers so gern ansammelt, bloß durch einfache Zerfallung einer beliebigen organischen Materie entstehen lassen wollen? Die oxydirende Kraft des thierischen Organismus ist in ziemlich enge Grenzen eingeschlossen; das Schwefelkalium geht, wenn es in nicht zu geringer Menge dem Thierkörper zugeführt wird, zum Theil unoxydirt selbst durch das oxygenreiche Blut in den Harn über; das Saligenin wird bei seinem Durchgange durch das Blut nicht einmal in Salicylsäure verwandelt; kann das schwefelreiche Cystin aus einem andern, als einem Desoxydationsprocesse entstanden sein? der Schwefelreichthum vieler Hornewebe, die übrigens ein dem Albumin noch vollkommen ähnliches Atomaggregat enthalten, lässt sich kaum anders als durch eine örtliche Desoxydation erklären. Ist es wahr, dass dem Haëmatin durch Schwefelsäure und Wasser das Eisen unter Wasserstoffentwicklung entzogen

wird, so muss irgendwo im Thierkörper ein Reductionsapparat angebracht sein, durch welchen das Eisen, welches nur im oxydirten Zustande mit den vegetabilischen Nahrungsstoffen in den Thierkörper gelangt, seines Sauerstoffs beraubt wird. Im thierischen Organismus werden wir noch auf viele andere Vorgänge stossen, die man, ohne geradezu den bisherigen chemischen Sprachgebrauch umzustossen, nur mit dem Namen von Reductionsprocessen belegen darf. Durchschnittlich mag aber allerdings die Herstellung sauerstoffarmer Körper im thierischen Organismus auf eine andre Weise von Statten gehen, als im Pflanzenkörper. So mögen bei der Bildung der meisten Fettsäuren aus Zucker mehr oder weniger Atome von Sauerstoff sich mit der entsprechenden Zahl von Wasserstoffatomen des Zuckers verbinden und gleichzeitig sich eine gewisse Anzahl von Kohlensäureatomen lösen, die dann einen an Sauerstoff mehr oder minder armen Körper, in jedem Falle aber einen solchen hinterlassen, der weit ärmer an Oxygen ist, als das Stärkmehl oder der Zucker, welche dem Verwesungsprocesse unterlagen; wir werden weiter unten auf diese namentlich von *Liebig* hervorgehobene Anschauungsweise zurückkommen müssen, und bemerken hier nur, dass die frappantesten Analogien in den uns bekannten Gährungsprocessen für dieselbe sprechen. In jedem Falle wirkt auch hier bei Herstellung sauerstoffarmer Körper der thierische Organismus ähnlicher dem experimentirenden Chemiker, wenn er Reductionen vornimmt, als der Pflanze, welche Sauerstoff unmittelbar abscheidet. Wie der Chemiker nur andre Verwandtschaften des Sauerstoffs regemacht, um diesen aus gewissen Verbindungen zu entfernen, so führt auch der Thierkörper die Kohlenhydrate in einen Kreis von Umständen, unter welchen andre Verwandtschaften des Sauerstoffs Geltung erlangen und als Producte des Processes neben einem sauerstoffreichen Körper ein oder mehrere sauertoffarme entstehen.

Wir schweigen von den übrigen Distinctionen, die man zwischen Pflanze und Thier hervorgehoben hat: denn diese sind noch schwankender und unfruchtbarer als die andern Elemente jenes Schemas; nehmen wir keinen Anstoss an dem Ausdrucke: die Pflanze absorbire Electricität, so wissen wir wenigstens, dass in der Pflanzenphysiologie ein ganzes Capitel von der Wärmeentwicklung in Pflanzen handelt.

Fassen wir nun in einem allgemeinen Resumé zusammen alles das, was an generellen Sätzen aus unsrer Betrachtung der drei Hauptabtheilungen der physiologischen Zoochemie hervorgegangen ist. Lassen wir zunächst vor unsern Blicken noch einmal die grosse Reihe der thierisch-chemischen Substrate vorübergehen, so übersehen wir bald, dass es hauptsächlich vier Gruppen von Stoffen waren, an welchen die intensivsten Lebensprocesse ihren Ablauf nehmen. Vor allen springen uns die eiweissartigen Stoffe oder sog. Proteinkörper und deren Derivate in die Augen. Der oberflächlichste Blick auf das Vorkommen des Albumins lehrt uns, dass dieses einer der wichtigsten Stoffe des ganzen Thierkörpers sein müsse; wir fanden es in grösster Menge im Blute und

allen den thierischen Säften, die zunächst zur Ernährung der Organe beitragen; eine nähere Untersuchung vieler thierischen Gewebe zeigte, dass das Albumin nur geringer Modificationen bedarf, um unter verschiedenen Gestalten sich zu consolidiren und unter der Form von Syntonin (Muskel-fibrin) die festen contractilen Theile zu bilden, durch welche willkührliche wie unwillkührliche Bewegungen im thierischen Körper allein vermittelt werden; wir fanden es in gelöster und ungelöster Form in dem feinsten organischen Complexe wieder, dem Inhalte der Nervenröhren, einem Organe, durch welches das Thier sich wesentlich von der Pflanze unterscheidet, in welchem gewissermaassen die höchste Potenz alles thierischen Lebens niedergelegt ist. Wenn wir die betrübende Erfahrung machen mussten, dass die Chemie noch nicht im Stande war, die längst erwarteten Aufschlüsse über die innere Constitution des Albumins und der ihm zunächst verwandten Stoffe, des Syntonins, Fibrins und Caseins zu geben, noch deren mannigfache morphotische Umwandlungen zu deuten: so sind wir um so rathloser der Frage gegenüber, worin eigentlich die Fähigkeit gerade dieser Substanzen begründet sei, den höchsten Functionen des Lebens vorzustehen. So lange die chemischen Fragen über die Verschiedenheiten der albuminösen Stoffe bei vollkommen ähnlicher oder gleicher Zusammensetzung noch keine Antwort gefunden haben, so lange muss auch die Beantwortung der physiologischen Frage, was diese Stoffe zu jenen verschiedenen Lebensfunctionen befähige, noch in eine ferne Zukunft gerückt werden.

Um den Thierkeim herum finden wir neben wenig Fett und Spuren von Zucker nur salzhaltiges Albumin und Casein abgelagert; die Entwicklung der Organe des Thieres, also auch solcher, die dem Albumin minder ähnliche Grundlagen enthalten, ist somit sicher auf den Eiweissgehalt des Eies angewiesen; das Thier im Säuglingsalter erhält neben Fett und Zucker hauptsächlich eine Substanz, die bis auf eine geringere Menge Schwefel dieselben Elemente in derselben Proportion enthält, wie Albumin; zu einer Zeit also, wo das Wachsthum der leimgebenden, nicht albuminösen Gewebe, den grössten Zuschuss von aussen erfordert, wird dem Körper derselbe organische Complex zugeführt, der sich in seiner eigentlichen Nährflüssigkeit, dem Blute, in so grosser Menge angehäuft vorfindet; das pflanzenfressende Thier findet in der vegetabilischen Nahrung keine der Leimsubstanz analoge Materie; es muss daher dieselbe sich wohl aus den albuminösen Stoffen der Pflanze erzeugen; alle festen Unterlagen der thierischen Organe bestanden aus stickstoffhaltigen Materien; diese konnten also nur aus dem Albumin ihren Ursprung nehmen; nannten wir sie doch hauptsächlich deshalb Derivate des Proteins. Kann aber kein Zweifel darüber obwalten, dass die eiweissartigen Substanzen unter Einwirkung des durch das Blut zugeführten Sauerstoffs sich allmählig in die schwefelfreien Bestandtheile der leimgebenden Gewebe umwandeln, so vermögen wir doch höchstens Vermuthungen darüber aufzustellen, wie jene Umwandlungsprocesse vor sich gehen; wir kennen die Mittelstufen

noch nicht, die das Albumin oder Casein ohne Zweifel **durchschreiten** muss, ehe es als chondringebende Materie erscheint; wir begreifen den innern Zusammenhang noch nicht, wenn wir fast vor unsern Augen das chondringebende Gewebe sich in glutinegendes umwandeln sehen. Vermögen wir auch durch sehr einfache Formeln das Resultat solcher Umwandlungen uns anschaulich zu machen, so haben wir deshalb doch noch nicht den factischen Thatbestand des Processes selbst ermittelt.

Mehr als einmal ist in dem Obigen schon die Frage besprochen worden, ob das Blutfibrin die nothwendige Uebergangsstufe vom Albumin zum Chondrin und leimgebenden Gewebe bilde (vergl. Th. 1, S. 376 und Th. 3, S. 119); mit gleichem Rechte möchte man fragen: muss dem Glutin überall das Chondrin vorangehen und so auch bei der Bildung des Bindegewebes, der Sehnen, der Lederhaut u. s. w.? Leicht möchte sich durch theoretische Combination der Zusammensetzungsformeln dieser Materien ein sehr einfaches Bild von solchen Umwandlungsformen entwerfen lassen: allein wäre uns auch von chemischer Seite die rationelle Zusammensetzung aller dieser complexen Stoffe genau bekannt, so würden wir bei der so oft von uns gerügten Unkenntniss der einzelnen Bedingungen des Processes nicht mit Sicherheit entscheiden können, welcher von den vielen möglichen Combinationen und in Formeln ausdrückbaren Vorstellungsweisen der Vorzug zu geben sein dürfte. Ist die Formel die richtige, welche einen Verwesungsprocess imitirt und die Umwandlung deutet, indem Sauerstoffatome hinzuaddirt und Wasser und Kohlensäureatome abgezogen werden? oder verdient jene den Vorzug, nach welcher die der Verwandlung unterliegende Substanz neben dem Hauptproducte noch bekannte Excretionsstoffe liefert? oder ist jene die richtige, die aus der Grundsubstanz eine neue nur durch Substitution einzelner Elemente hervorgehen lässt? Hierzu kommt aber vorzüglich noch ein Umstand, der wenigstens so viel beweisen dürfte, dass bei diesen ohnehin unter so complicirten Bedingungen ablaufenden Processen die einfachste chemische Gleichung nicht immer die richtigste sein möchte. Wenn wir nämlich bei so vielen Processen stets mehrere verschiedenartige Materien in Concurrenz treten sehen, wenn ohne Fett die Verdauung der Nahrungsmittel nur unvollkommen oder gar nicht von Statten geht, wenn keine Zelle, keine Faser, keine Membran ohne Fett, ohne Gegenwart von Phosphaten u. s. w. gebildet wird, dürfen wir dann wohl glauben, dass eine einfache auf eine unerwiesene atomistische Zusammensetzung begründete Formel den wahren Hergang der Umwandlungsweise auszudrücken vermöge? Nirgends im ganzen thierischen Organismus kommen da, wo chemische Umwandlungen vor sich gehen, gewisse Stoffe allein vor; wo albuminöse Materien sich finden, da fehlt es auch nie an stickstofflosen Kohlenhydraten (wenn deren Menge auch noch so gering ist); wo Fette sich bilden oder zersetzen, da wird es niemals an eiweissartigen Materien mangeln; freie Säuren oder Alkalien vermessen wir fast in keinem Theile des Thierkörpers. Liesse sich aber auch nicht für einzelne Vorgänge die

Nothwendigkeit der Concurrenz zweier oder mehrerer durchaus differenter Stoffe nachweisen, so müssten wir diese Nothwendigkeit doch wenigstens aus der Analogie jener Vorgänge erkennen, welche wir ausserhalb der Lebensphaere in organischen Materien einzuleiten vermögen. Gerade aus dem Studium der Gährungsprocesse erhellt am deutlichsten, dass eine organische Materie neben einer andern, die in Umwandlung begriffen ist, nicht gut bestehen kann, ohne zu einer, ihrer Constitution entsprechenden, übrigens aber analogen Molecularbewegung fortgerissen zu werden. Sollten die unter solchen Verhältnissen entstehenden Materien nicht die Neigung besitzen, sich, wie man sagt, in statu nascenti mit einander zu verbinden und dadurch zur Bildung gewisser complexer Atome Veranlassung geben, in denen die Chemie selbst schon nähere Bestandtheile, gepaarte Verbindungen, Halidsalze u. s. w. nachgewiesen hat? Hier wird das Feld sein, wo die neuere chemische Lehre von der Substitution gewisser Elemente durch andre einfache oder zusammengesetzte Molecüle ihre ausgedehnteste Anwendung finden wird; hier werden wir neue Beweise für den allgemein anerkannten Satz finden, dass die Natur mit dem einfachsten Mittel nur durch Maassgabe veränderter Umstände die verschiedensten Erfolge erzielt. Darum dürfte es schwer zu beweisen, ja vielleicht sogar unwahrscheinlich sein, dass jene dem Albumin ferner stehenden stickstoffhaltigen Materien, wie die thierischen Pigmente, die harzigen Säuren der Galle u. dergl. m. einfache Residuen der Zersetzung des Albumins oder Glutins seien; es dürfte dagegen mehr als ein Grund dafür sprechen, dass jene Materien aus den Producten der gleichzeitigen Zersetzung stickstoffhaltiger und stickstofffreier Materien hervorgegangen sind. Das Resultat dieser Betrachtung und aller Erklärungsversuche ist leider nur dieses, dass wir uns im Bezug auf die Bildung und Zersetzung aller jener stickstoffhaltigen Materien nur in einem Kreise von Wahrscheinlichkeiten und Möglichkeiten bewegen, ohne noch irgend eine festere Basis für diese oder für jene Anschauungsweise gewonnen zu haben; nur soviel geht aus dem einfachen Vergleiche der empirischen Zusammensetzung jener Substanzen und aus entsprechenden statistischen Untersuchungen über den Stoffwechsel im Thierkörper mit einiger Gewissheit hervor, dass die verschiedenen Phasen, unter welchen das stickstoffhaltige Molecül im thierischen Organismus erscheint, wesentlich unter dem Einflusse des respirirten Sauerstoffs stehen, und dass dieser unter den verschiedensten Umständen den Hauptanlass giebt zu den mannigfachen Umwandlungen, welchen das Albuminmolecül unterliegt bis zur endlichen Ausscheidung seiner letzten Trümmer unter der Form von Harnstoff und ähnlichen Materien.

Eine zweite Gruppe von Stoffen, welche uns schon die Zoochemie als wichtige Vermittler der thierischen Stoffmetamorphose kennen lehrte, sind die Fette. Auf deren physiologischen Werth, Ursprung und Unter-gang sind wir schon im ersten Theile dieses Werks so ausführlich eingegangen, dass uns hier nur wenig zu hemerken übrig bleibt. Wir haben

schen Fällen klar geworden, welche man mit dem Namen der fettigen Entartung zu belegen pflegt. Die Deutung dieser so häufig vorkommenden Phaenomene konnte eine zwiefache sein: entweder man nahm an: das bereits vorhandene Fett werde durch irgendwelche moleculare Kräfte disponirt, sich in jenen alternden oder minder lebensthätigen Zellen anzusammeln und ersetze die schwindenden stickstoffhaltigen Gewebstheile, oder man stellte die Hypothese auf: das Fett entstehe unmittelbar aus den stickstoffhaltigen Grundlagen der Zelle oder Faser und deren Stickstoff entweiche unter der Form von Ammoniaksalzen oder andern einfachen Verbindungen mit Zurücklassung von Fett als zweitem Zersetzungsproducte der eiweissartigen Materie.

In Betreff der letztern Ansicht muss zwar hervorgehoben werden, dass es bis jetzt noch nicht gelungen ist, im chemischen Laboratorium auf irgend eine Weise Proteinkörper in wahrhaftes Fett umzuwandeln: indessen steht dieser Annahme, wie wir bereits früher (Th. 1, S. 242) angedeutet, chemischer Seits nicht viel entgegen, ja *Liebig*¹⁾ hat insbesondere dazu beigetragen, die Fettmetamorphose der eiweissartigen Stoffe des Thierkörpers vom chemischen Standpunkte aus nicht nur möglich, sondern auch wahrscheinlich erscheinen zu lassen. Bei der Fäulniss wie bei der allmählichen Oxydation albuminöser Substanzen hat man neben Buttersäure eine Anzahl Säuren entstehen sehen, welche ohne Zweifel zur Gruppe der Fettsäuren gehören und somit den Fetten selbst ziemlich nahe stehen, ja unter günstigen Bedingungen gehen die Fette geradezu auf in Ammoniak und solche Fettsäuren (Buttersäure und Baldriansäure); es ist daher recht wohl denkbar, dass unter den eigenthümlichen Bedingungen, unter welchen nekrosirende Zellen und Gewebe im lebenden Organismus stehen, der Zersetzungsprocess der stickstoffhaltigen Materien eine ähnliche Richtung nehme, wie bei der Buttersäure- oder Baldriansäuregährung der Proteinkörper, nur mit dem Unterschiede, dass dort bei geringerem Sauerstoffzutritt sich Oxyde höherer Kohlenwasserstoffradicale bilden. Wäre die Adipocirebildung genauer untersucht, so würden wir an ihr das treffendste Beispiel einer eigentlichen Fettgährung eiweissartiger Körper haben. Bekannt ist, dass schon *Chevreul* in dem Adipocire verseifte Fette und zwar an Ammoniak und Kalk gebunden vorfand, und dass man demnach ziemlich allgemein der Ansicht war, dass bei der Bildung dieses Fettwachses sich die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Muskeln durch Fäulniss zersetzen und das gebildete Ammoniak mit dem noch vom Leben herrührenden Fett Seifen erzeugte, wobei die meiste Oelsäure zerstört oder weggeführt oder in Margarinsäure umgewandelt worden wäre. Neuere Beobachtungen, namentlich von *Quain*²⁾ und von *Virchow*³⁾, die in Macerirtrögen zu Fettwachs umgewandelte Muskeln unter-

1) *Liebig*, Chem. Briefe 5. Aufl. 1851. S. 491 u. a. a. O.

2) *Quain*, Med.-Chirurgical Transact. 1850. p. 441.

3) *Virchow*, Verh. d. phys.-med. Ges. z. Würzburg. Bd. 8.

suchten, scheinen jedoch der ältern Ansicht wieder **einigen Halt zu geben**, dass hier bei diesem Prozesse in der That nicht **blös das rückständige Fett** verseift, sondern dass auch die **eiweissartigen Bestandtheile der Muskeln** selbst in Fettsäuren und Ammoniaksalze gespalten werden. **Indessen bedarf**, wie erwähnt, dieser Gegenstand noch **genauerer Untersuchungen**, um einen Entscheidungsgrund für die **obschwebende Frage abzugeben**.

Was nun aber die Umwandlung **eiweissartiger Substanzen in Fett** innerhalb des lebenden Organismus betrifft, so war **Virchow¹⁾** seit lange ihr eifrigster Vertheidiger. **Virchow** hat bekanntlich zuerst und hauptsächlich unter den pathologischen Anatomen die sog. **Fettmetamorphose** in gewissen zellenreichen Organen, namentlich Nieren, Milz, Leber u. s. w. studirt und sie als einen der häufigern Ausgänge des **Entzündungsprocesses** erkannt, während **Schultze** sie als Product einer **excessiven plastischen Thätigkeit** ansieht (vergl. Th. 1, S. 238). In **scharfsinniger Weise** hat nun **Virchow** darzuthun versucht, dass bei dieser **fettigen Entartung** ganzer Organe und einzelner Zellen eine **Zufuhr des Fettes von aussen** nicht recht denkbar sei. Indessen konnte bei der **weiten Verbreitung** des Fettes in den meisten thierischen Flüssigkeiten und bei den **häufigen Ablagerungen** von Fett in durch krankhafte Prozesse **rarificirten** Organen und dgl. m., jene Ansicht doch noch nicht als **vollständig erwiesen** angesehen werden. Den entschiedensten Beweis dafür schienen aber **R. Wagner's²⁾** interessante Versuche zu liefern. Nachdem **Wagner** nach Transplantation von Hoden in die Bauchhöhle von **Hühnern** diese Organe durchaus verändert und zu einer sehr fettreichen Masse **zusammengeschrunpft** gefunden hatte, brachte er Krystalllinsen, **Stücken coagulirten Eiweisses** und ähnliche fettarme Proteinkörper in die **Bauchhöhle** von Tauben und andern Vögeln und fand auch diese nach Verlauf von 25 bis 54 Tagen vollkommen verändert und als **Rückstand eine Masse**, welche bei der quantitativen Analyse neben sehr geringen Resten **stickstoffhaltiger Materie** weit mehr Fett ergab, als in der ursprünglich angewandten Substanz enthalten gewesen war. Später stellten **Donders³⁾** und **Middeldorpf⁴⁾** ähnliche Versuche mit Sehnen, Knorpeln und Knochen an und kamen ziemlich zu denselben Resultaten, wie **Wagner**; **Donders** wollte jedoch seinen Beobachtungen nach die **Fettmetamorphose** nur auf die Zellen beschränkt wissen, was jedoch **Wagner's** und **Andrer** Versuchen zufolge irrig zu sein scheint. Hatte sich aber **Wagner** schon früher selbst den Einwand gemacht, dass das Fett von aussen her und zwar von dem um den eingebrachten Körper sich bildenden **Exsudate aus Fett** in die schwindende **stickstoffhaltige Materie** gelangen könne, zumal da in

1) **Virchow**, Arch. f. path. Anat. Bd. 1, S. 30—64.

2) **R. Wagner**, Göttinger gel. Anz. 1854 Nr. 8.

3) **Donders**, Nederlandsch. Lancet 3. Ser. Jaarg. 1, p. 556.

4) **Middeldorpf**, Günzburg's Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 3, S. 59.

vielen Fällen (wiewohl nicht immer) das Fett von der äussern Oberfläche her eingedrungen erschien, wie in Folge einer Infiltration: so mussten die Versuche dahin abgeändert werden, dass eine Zufuhr des Fettes von aussen gänzlich abgeschnitten wurde. Daher wurden unter *Wagner's* Leitung von *Husson*¹⁾, der gleichzeitig die frühern Versuche *Wagner's* wiederholt bestätigte, Eiweissstückchen oder Krystallinsen in Säcke von Guttapercha eingeschlossen und so in die Bauchhöhle von Tauben gebracht. Diese Versuche, in denen, wo das Guttaperchasäckchen wohl erhalten war, nur eine sehr geringe Fettzunahme gefunden wurde, konnten eher gegen den Fetterzeugungsprocess als für denselben gedeutet werden. *Schrader*²⁾ verwendete in verstöpselte Glasröhren eingeschlossene Krystallinsen zu ähnlichen Versuchen, stellte aber leider keine quantitativen Analysen an, sondern glaubte nur nach mikroskopischer Anschauung Fett zu finden. Sehr umsichtige Versuche dieser Art führte endlich in letzter Zeit *F. W. Burdach*³⁾ aus. Derselbe überzeugte sich zunächst, indem er ganz nach *Wagner's* Methode in Collodium oder Caoutchouc eingehüllte Eiweissstückchen oder Krystallinsen u. dergl. in die Bauchhöhle von Thieren brachte und nach Verlauf eines Monats oder später untersuchte, dass bei solch völligem Abschluss thierischer Säfte der Proteinkörper keine Umwandlung in Fett, ja überhaupt keine wesentliche Veränderung durch die einfache Wirkung thierischer Wärme erlitt. Es ging also hieraus hervor, dass, wenn die Proteinsubstanzen sich wirklich in Fett innerhalb des thierischen Körpers umwandeln, zu diesem Prozesse wenigstens der freie Zutritt thierischer Säfte nothwendig ist. Uebrigens fand *Burdach*, dass auch, wenn die eiweissartigen Substanzen in Collodium eingehüllt waren, sich auf letzteren in Folge des exsudativen Entzündungsprocesses eine sehr fettreiche gelbliche Exsudatschicht gebildet hatte, ganz so wie sich sonst die Masse unmittelbar auf der Proteinsubstanz abzulagern pflegt. Es geht also hieraus hervor, dass die in den *Wagner's*chen Versuchen schon beobachtete, gelbe Fettrinde sicher nicht aus der Zersetzung der Proteinsubstanz hervorgegangen ist. Diese Versuche liessen aber immer noch die Möglichkeit zu, dass jenes mehr weissliche Fett, welches sich innerhalb des Beobachtungsobjectes selbst (aber immer reichlicher in der Peripherie als nach dem Centrum hin) wie infiltrirt zeigt, seinen Ursprung in der Zersetzung des Proteinkörpers selbst habe. Um auch diese Frage zu entscheiden, verwendete *Burdach* anstatt der Proteinsubstanzen poröse vegetabilische Stoffe, namentlich Holz und Hollundermark zu den Versuchen und er beobachtete hier fast vollkommen dieselben Erscheinungen, wie man sie bei den stickstoffhaltigen Thierstoffen beobachtet hatte; um diese Materien hatte sich jenes gelbe fettreiche Exsudat abgelagert und Fett hatte sich theils durch die Zellen

1) *Husson*, Göttinger gel. Anz. 1853. No. 5.

2) *Schrader*, ebend.

3) *F. W. Burdach*, dissert. inaug. med. Regimontii 1853.

ziemlich wahrscheinlich gemacht zu haben¹⁾, dass der Zucker, welcher, wie zuerst *Bernard* beobachtete und *Frerichs* bestätigte (vgl. Th. 4, S. 274 und Th. 2, S. 87), in der Leber gebildet wird, seine Entstehung der Zersetzung von Albuminaten und zwar vorzugsweise von Fibrin verdankt. Die Möglichkeit, dass in den albuminösen Substanzen ein Kohlenhydrat etwa in ähnlicher Weise, wie im Salicin, Phlorrhizin und Amygdalin, als näherer Bestandtheil, Paarlung oder dergl. enthalten sein könne, ist schon vor längerer Zeit von *Berzelius* geahnt und von *Liebig* dargethan worden. Die eben erst erwähnte Neigung der albuminösen Substanzen in Butter-säuregährung überzugehen, die man vorzugsweise beim Fibrin und Casein bemerkt, dürfte wohl auch von diesem Gesichtspunkte aus gedeutet werden müssen. Der Zucker, welcher also pflanzenfressenden Thieren nicht bloß mit der Nahrung unter der Form von Stärkmehl zugeführt wird, sondern überdies im Körper selbst noch erzeugt wird, muss demnach wohl eine hohe Bedeutung für den thierischen Stoffwechsel überhaupt haben. Dabei ist es aber auffallend, dass der Zucker, trotz dieser reichlichen Zufuhr von Aussen und von der Leber aus, sich selbst im Blute pflanzenfressender Thiere immer nur in verhältnissmässig kleinen Mengen, dabei aber doch auch im Blute der Carnivoren selbst nach reinem Fleischgenusse in kaum geringerer Menge vorfindet. Nicht minder merkwürdig ist es, dass die Natur selbst das Ei mit einer geringen Menge Zucker versorgt hat und dass der Zuckergehalt des Hühnereies sich mit der Entwicklung des Foetus eher vermehrt als vermindert. Diese Erfahrungen deuten ohne Zweifel darauf hin, dass der Zucker oder im Allgemeinen die Kohlenhydrate so gut wie die Fette noch einem andern Zwecke dienen müssen, als dem durch ihre einfache, wenn auch allmähliche Oxydation die Wärme des thierischen Körpers zu unterhalten. Wir werden weiter unten sehen, dass damit keineswegs gesagt sein soll, als ob die Wärmeentwicklung, die durch die Consumption dieser Stoffe bedingt wird, nicht der wichtigste Zweck ihrer Einführung in den Thierkörper sei: allein, wenn der Zucker lediglich zur Wärmeerzeugung diene, warum nähme seine Menge in den Eiern bei deren Entwicklung noch zu, während er doch durch die bei derselben stattfindende Oxydation gänzlich verschwinden sollte? und warum wird der Zucker, der sicher in weit geringerer Quantität in das Blut bei Carnivoren gelangt, als bei Herbivoren, bei ersteren nicht sofort verbrannt und dadurch unsern Reagentien unzugänglich, während doch bei Herbivoren der in erheblichen Mengen auftretende Zucker so schnell aus dem Blute entfernt wird (vergl. Th. 4, S. 273), sei es durch die Respiration oder, wenn diese nicht ausreicht, durch den Harn?

Wir kennen noch nicht hinlänglich jene Kohlenhydrate und ihre Umwandlungsproducte, die sich in den thierischen Säften vorfinden; es ist aber sehr wahrscheinlich, dass wir ausser *Scherer's* Inosit noch ähnliche indifferente Stoffe unter den extractiven Materien des Thierkörpers vor-

1) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1850. S. 430—446.

finden werden; dagegen sind uns viele der Säuren bekannt, die im thierischen Körper aus den Kohlenhydraten gebildet werden: Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure, die in so grosser Menge im Scheweisse vorkommen und mit dieser Milchsäure in der Muskelflüssigkeit, im parenchymatösen Saft der glatten Muskeln des Magens, des Darmcanals und der Harnblase, so wie auch in der mittlern Arterienhaut.

Wir haben früher gesehen, dass im Dünndarm meistens bis gegen die Mitte des Ileums hin immer noch freie Säure vorkommt, trotz des zufließenden pankreatischen Saftes und der Galle; hier dient die freie Säure sicher nicht bloß zur Auflösung der im Magen unverdaut gebliebenen stickstoffhaltigen Speisereste, sondern befördert wesentlich auch die Resorption der löslichen Bestandtheile des Chymus. Aus *Jolly's* schönen Versuchen¹⁾ wissen wir, dass das endosmotische Aequivalent der Säuren äusserst gering ist gegenüber dem Aequivalente der Alkalien: (*Jolly* fand das des Schwefelsäurehydrats = 0,350, das des Kalihydrats dagegen = 215,725), auch *Graham*²⁾ fand das Diffusionsvermögen der Säuren ausserordentlich gross, das der Alkalien sehr gering; dasselbe steht also im umgekehrten Verhältnisse zu den endosmotischen Aequivalenten. *Graham* beobachtete unter andern, dass angesäuertes Eiweiss viel stärker diffundirte als alkalische Eiweisslösung. Wenn also eine alkalische Flüssigkeit und eine saure durch eine Membran getrennt sind, so wird stets der Hauptstrom der sich austauschenden Flüssigkeiten nach der alkalischen Seite hingerichtet sein, und es ist daher nichts einleuchtender, als dass die Säure des Dünndarms mit dahin wirken müsse, die Resorption der Contenta wesentlich zu befördern und zu beschleunigen. Es kann also wohl kein Zweifel darüber obwalten, dass die Kohlenhydrate oder vielmehr ihre sauren Umwandlungsproducte schon im Darmcanale einer wichtigen Function vorstehen, welche mit dem Respirationsprocesse in keiner directen Beziehung steht. Wir brauchen daher zum Beweise dieses Satzes nicht erst noch zu bekannten ärztlichen Erfahrungen unsre Zuflucht zu nehmen; finden doch die Erscheinungen der Indigestion beim Magenkatarrh und der zeitweilige Nutzen der Säuren gegen solche Zustände erst in diesen rein physikalischen Verhältnissen ihre Erklärung.

Dieser eben erwähnte Erfahrungssatz kommt noch zu höherer Geltung für die thierischen Functionen, wenn wir den Gegensatz in den Reactionen der verschiedenen thierischen Flüssigkeiten berücksichtigen; ein Verhältniss, auf welches wir weiter unten etwas näher eingehen werden; hier nur soviel: wir finden, wenn wir auf die Mischung der früher betrachteten thierischen Säfte zurückblicken, meistens in den einen die freie Säure gepaart mit Phosphaten und Kalisalzen, in den andern stark alkalische Reaction mit Natronsalzen und Chlorverbindungen vereinigt. Diese Erfahrungen sind nicht das Resultat eines Zufalls; die Zwecke und

1) *Jolly*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 7, S. 83—147.

2) *Graham*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 29, p. 197—229.

die nothwendigen Erfolge dieser eigenthümlichen Gruppierung der Säure und des Alkalis und der verschiedenen Salze im thierischen Organismus hat *Liebig*, wie wir weiter unten sehen werden, in gewohnter höchst scharfsinniger Weise gedeutet. Halten wir uns hier nur an die constante Differenz in den Reactionen der verschiedenen Säfte, so werden wir zugeben müssen, dass jenem physikalischen Erfahrungssatze nach die alkalische Nährflüssigkeit des Blutes weit schwerer die Gefässwände transsudiren muss, als die sauren parenchymatösen Flüssigkeiten. Wenn nun auch das merkwürdige Spiel der Verwandtschaften im phosphorsauren Natron öfter das Auftreten saurer Reaction bedingt, so möchte es doch schwerlich in dem Grade durchgeführt werden können, würden dem Thierkörper nicht Kohlenhydrate zugeführt oder in demselben erzeugt, durch deren Umwandlung in Säuren den mit den Nahrungsmitteln (namentlich pflanzlichen) aufgenommenen Phosphaten ein Theil ihrer Basen entzogen würde, um sie so lange in saure Salze zu verwandeln, bis das Alkali, von der organischen Säure durch Verbrennung derselben befreit, sich wieder mit dem Phosphate vereinigen kann.

Wollten wir auch der Milchsäure und andern organischen Säuren nicht die eben erwähnte Function zuschreiben, so würde doch ohne dieselben im Organismus niemals saure Reaction oder, was dasselbe sein würde, ein saures phosphorsaures Salz entstehen können, wenn die Kohlenhydrate, ohne Säuren zu bilden, ganz so wie in unsern Muffeln oder Tiegeln verbrennten. Die Asche der Pflanzen reagirt stets alkalisch (mit Ausnahme der Asche einiger Saamen); die Nahrung der pflanzenfressenden Thiere könnte also im Körper nur alkalisch reagirende Flüssigkeiten erzeugen, wenn nicht die Kohlenhydrate zum Theil wenigstens in Säuren übergingen, und sich mit der Phosphorsäure in die Basen zu theilen und dadurch saure Salze und sauer reagirende Flüssigkeiten herzustellen vermöchten. Die Natur hat also durch die zweckmässige Vertheilung von Säure und Alkali dafür gesorgt, dass die unbrauchbar gewordenen Theile der Gewebe möglichst schnell aus diesen entfernt, ins Blut geführt und dort noch zur Unterhaltung der thierischen Wärme verwendet oder durch Harn und Schweiss aus dem Körper gänzlich entfernt werden, und andrerseits auch dafür, dass deletere Materien, wenn sie ins Blut gelangt sind, von diesem aus nur schwierig in das Parenchym der Organe übergehen, dagegen äusserst schnell durch Harn und Schweiss wieder an die Aussenwelt abgegeben werden.

Auch die Kohlenhydrate oder vielmehr der Zucker mögen, ehe sie in Säure umgewandelt werden, mancherlei weniger augenfällige Verrichtungen haben; so wird der Zucker in der alkalischen Blutflüssigkeit gewiss auch seinen Theil mit zur Lösung des kohlen-sauren und phosphorsauren Kalks beitragen; recht deutlich tritt diese Function des Zuckers bei der Entwicklung des Foetus im Vogelei hervor. Es war den ältern Beobachtern lange Zeit ein Räthsel, woher die Zunahme der Kalksalze im Embryo komme; man fand oder nahm an, dieser Kalk könne nur von der Eischale her-

interessante Beobachtung an: lässt man nämlich Kalbsleber zerschnitten mit Wasser bei 39 bis 40° stehen, so entwickelt sich nach 4 bis 5 Stunden ausserordentlich viel reines Wasserstoffgas; es muss also hier eine Art Ferment sich bilden, welches im Stande ist, den Wasserstoff vom Sauerstoff zu trennen. In jedem Falle verräth die Ablagerung von Fett im Thierkörper einen gewissen Mangel an Sauerstoff; der respirirte Sauerstoff ist in solchem Falle nicht ausreichend gewesen, den Zucker geradezu in Wasser und Kohlensäure aufgehen zu lassen.

Was nun die *Fette* selbst betrifft, so ist von deren Eingreifen in den thierischen Stoffwechsel schon im 4. Theile ausführlicher gehandelt worden. Wir haben dort (nach Darlegung der mechanischen Zwecke, welche die Fette an verschiedenen Orten des Thierkörpers erfüllen) darauf hingewiesen, dass diese Stoffe schon in den ersten Wegen gewissen Verrichtungen vorstehen, dass sie aber besonders thätige Vermittler bei der Bildung von Zellen und Geweben zu sein scheinen; endlich mussten sie aber ihres Reichthums halber an Kohlenstoff und Wasserstoff durch ihre allmähliche Oxydation einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung der thierischen Wärme liefern. Auf den speciellen Wärmeerzeugungswerth der Fette werden wir später zurückkommen.

Wir schreiten zu einer andern Gruppe von Stoffen weiter, deren Vorkommen im thierischen Körper und deren Werth für dessen Haushalt ebenfalls schon im 4. Th. im Einzelnen gewürdigt worden ist. Lassen wir jene Stoffe, die wir in der Asche finden oder als *anorganische Salze* in den thierischen Säften praeformirt annehmen, noch einmal im Allgemeinen an uns vorübergehen, so stellen sich gewisse, dort noch nicht berührte allgemeinere Gesichtspunkte heraus. Wir haben schon öfter Gelegenheit gehabt, zu erwähnen, dass die chemische Analyse der unverbrennlichen Bestandtheile pflanzlicher und thierischer Stoffe noch sehr vieles zu wünschen übrig lässt, und dass die Ergebnisse der Aschenanalysen nur mit sehr grosser Vorsicht zur Erklärung der physiologischen Wirkungen der im lebenden Körper praeformirten Stoffe zu benutzen seien. Und doch ist so viel klar, dass diese Materien eine höchst bedeutungsvolle Rolle spielen, und selbst bei unsern unvollkommenen analytischen Mitteln immer noch die der exacten Forschung zugänglichsten Bestandtheile des Organismus sind. Würde man selbst nach den früher über sie angestellten Erörterungen ihre Nothwendigkeit für das thierische Leben noch bezweifeln zu dürfen glauben, so brauchten wir mit *Liebig* nur auf jene, namentlich von französischen Forschern angestellten Versuchsreihen hinzuweisen, in denen Thiere, die mit den besten, aber salzfreien Nahrungsmitteln gefüttert worden waren, früher oder später zu Grunde gingen. Ferner lehren andere Versuche, in denen Thiere mit an gewissen Mineralstoffen armen Nahrungsmitteln genährt wurden, dass eine gewisse Gruppe von solchen Materien wesentlich zur Nährkraft der verschiedenen Nahrungsmittel beiträgt. Vorzüglich hat auch *Liebig* diesen früher so dunkeln, ja ganz vernachlässigten Gegenstand an das Licht gezogen, zum

Objecte zahlreicher Untersuchungen gemacht und erst neuerdings wieder¹⁾ mit gewohntem Scharfsinn die mannigfachsten Beziehungen dieser Stoffe zu einzelnen Processen, so wie zum gesammten, thierischen Haushalt erörtert.

Auffallend ist es, dass es eigentlich erst der neuesten Zeit vorbehalten war, mit grössrer Bestimmtheit hervorzuheben, wie ungleich die freie Säure und das Alkali in den Säften des thierischen Körpers vertheilt seien. *Andral*²⁾, der zuerst in dieser Beziehung Beobachtungen angestellt hat, ging dabei zu sehr von ärztlich-diagnostischen Rücksichten aus, als dass aus ihnen ein erheblicher Nutzen für die Physiologie hätte abgeleitet werden können; *Liebig* hat auch in dieser Richtung eigentlich zuerst Bahn gebrochen. Rufen wir nur die Erfahrungen, die wir nach unsrer Darstellung im 2. und 3. Th. an den verschiedenen Thiersäften gemacht haben, in unser Gedächtniss zurück, so ergiebt sich zunächst im Allgemeinen, dass das Blut den Hauptrepräsentanten jener thierischen Flüssigkeiten bildet, die sich durch eine entschieden alkalische Reaction auszeichnen, während die Säfte der meisten lebensbätigen Organe eine deutlich saure Reaction zeigen. Neben dem Blute sind nur wenige thierische Flüssigkeiten constant alkalisch: die Lymphe, der Chylus und die Transsudate; von den Secreten zeichnet sich nur der Speichel unter besondern physiologischen Verhältnissen durch stark alkalische Reaction aus, während Galle und pankreatischer Saft so schwach alkalisch sind, dass sie im Zwölffingerdarm unter normalen Verhältnissen oft nicht einmal im Stande sind, die vom Magen aus zufließenden säuerlichen Massen neutral zu machen. Dagegen wissen wir, in welchem Grade sich der Magensaft durch Acidität auszeichnet, und dass der Muskelsaft um so saurer ist, je mehr die entsprechenden Organe vorher in Thätigkeit waren (während nach *Du Bois Reymond's* und *Liebig's* neuesten Erfahrungen ruhende Muskeln keinen sauren Saft enthalten). Die parenchymatösen Flüssigkeiten der Milz, der Thymusdrüse, der glatten Muskeln, der Leber, der Nebennieren enthalten sämmtlich freie Säure. Dieser Gegensatz in dem Vorherrschen des Alkalis und der Säure tritt aber nicht blos in der Masse der größern Organe hervor, sondern zeigt sich bei näherer Untersuchung selbst dort, wo man solche Differenzen durchaus nicht mutmaasste; wir meinen hier das Ei und das Blut; die Dotterflüssigkeit zeigt zwar gegen Pflanzenfarben keine saure Reaction, allein bei näherer Untersuchung ist sie doch von der des Eiweisses wesentlich verschieden; die letztere ist so reich an Natronalbuminat und an kohlen saurem Alkali, dass sie immer Curcumaepigment bräunt, während dagegen die Dotterflüssigkeit so arm an Alkali ist, dass das darin enthaltene Casein in Körnchen ausgeschieden ist; man würde dieses Casein geradezu als die freie Säure des Dotters ansehen können, wenn nicht die Aschenanalyse des letztern

1) *Liebig*, Chemische Briefe. 3. Aufl. S. 495—544.

2) *Andral*, Compt. rend. T. 26, p. 650—657.

(vergl. Th. 2, S. 310) lehrte, dass die Mineralbasen nicht einmal ausreichen, um die Hälfte der in ihm enthaltenen Phosphorsäure zu sättigen. Was das Blut betrifft, so zeigt sich zwischen Serum und Blutzellen ein ganz ähnlicher Unterschied, wie zwischen Dotter und Albumen; irren wir nicht, so hat schon *C. Schmidt* irgendwo angedeutet, der Inhalt der rothen Blutzellen möge sauer reagiren; einige in Bezug auf diese Frage angestellte, mehrfach modificirte Versuche haben mich nicht zu einem bestimmten Resultate geführt; allein erwägen wir die zuerst von *Schmidt* ermittelte Zusammensetzung der den Blutzellen zugehörigen Mineralbestandtheile und das, was wir über das Verhalten der Krystallsubstanz des Blutes, ihrer sauern Reaction beim Coaguliren, des Gehalts an metaphosphorsäuren Salzen u. s. w. bereits früher (Th. 2, S. 162 ff.) bemerkt haben, so wird es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass der Inhalt der Blutkörperchen entweder wirklich sauer reagirt, oder dass er mindestens ganz analog der Dotterflüssigkeit Stoffe enthält, die Alkalien zu sättigen noch im Stande sind.

Vergleichen wir nun das, was früher über die Natur der freien Säure in den einzelnen thierischen Säften ermittelt und in dem Obigen an verschiedenen Orten erwähnt worden ist, so finden wir, dass überall, wo freie Säure in dem Parenchym der Organe auftritt, zunächst saure *phosphorsaure Salze* vorkommen, oder, wo saure Reaction sich nicht direct nachweisen lässt, doch mit Casein, Globulin oder Glycerin gepaarte oder einfach verbundene Phosphorsäure vorhanden ist. Darum können wir für alle Thiersäfte, die nicht Secrete oder Excrete sind, den Satz aufstellen, dass in allen den Säften, die sauer reagiren, sich auch die löslichen Phosphate besonders anhäufen; denn die Asche aller der erwähnten Säfte, mögen sie sauer oder neutral reagiren, ist viel reicher an Phosphaten und zwar an metaphosphorsäuren Salzen (wenn die Mineralbestandtheile nach der gewöhnlichen Einäscherungsweise bestimmt werden), als die Asche alkalischer Thiersäfte. Da alle jene Säfte natürlicher Weise ihren Ursprung aus dem Blute nehmen, so würde es, wenn auch keineswegs unbegreiflich, doch sehr auffallend erscheinen, dass gewisse jener Säfte z. B. die Fleischflüssigkeit und der die contractilen Fasern überhaupt umfließende Saft, so scharf saure Reaction zu zeigen vermögen, wenn wir nicht dort gleichzeitig neben den sauren phosphorsäuren Alkalien freie organische Säuren und deren Alkalisalze vorfinden. Diese freie Säure (die, wie wir oben gesehen, wesentlich aus Milchsäure neben geringern Mengen von flüchtigen organischen Säuren besteht) wird erst im Parenchym der Organe durch deren Function erzeugt und somit das aus dem Blute übergetretene neutrale Phosphat erst hier in ein saures verwandelt; dies geht wenigstens für die Muskeln aus *Du Bois'* oben erwähnter Beobachtung hervor, dass ruhende Muskeln ohne Gehalt an freier Säure gefunden werden. Man wird daher zu glauben geneigt, dass (wie *Berzelius* schon vor mehreren Decennien muthmaasste) die saure Reaction dort nicht die Bedingung, sondern die Folge der Function der Muskeln sei.

Chemie und der Physiologie überhaupt besteht. Wir dürfen deshalb, weil uns die physikalischen Vordersätze fehlen, noch nicht zu andern weit weniger ermittelten Kräften, wie der Nervenkraft und der elektrischen Endosmose (die indessen nach *Du Bois'* Resultaten keineswegs ohne Einfluss sein kann) oder gar zu ganz eigenthümlichen Lebenskräften unsre Zuflucht nehmen.

Wenn wir aber das Vorkommen freier Säure, saurer Phosphate und überwiegender Kalisalze nicht für zufällig hielten, insofern wir es als *Folge einer Nothwendigkeit*, d. h. als Wirkung physikalischer Gesetze ansehen zu müssen glaubten, so darf dasselbe gewiss auch in teleologischer Hinsicht nicht als Zufall betrachtet werden, d. h. wir dürfen auch fragen, welche Zwecke die freie Säure, die Phosphate, die Kalisalze in den Flüssigkeiten jener Organe erfüllen? oder vielmehr, welche Wirkungen das Vorhandensein dieser Stoffe in jenen Theilen nothwendiger Weise bedingen muss? Ausser dem, was wir weiter oben und bereits früher (im 1. Th. unter Milchsäure und Phosphaten) bereits angedeutet haben, lässt sich dies unsern jetzigen Kenntnissen nach nicht ermessen. Welchen Erfolg die gleichzeitige Gegenwart von Phosphaten und Kalisalzen auf den Stoffwechsel in dem Organe oder in seiner Umgebung haben könne und müsse, dies können wir heute noch nicht errathen; denn auf blosser Andeutungen und Phantasien über polare Gegensätze und dergl. ist ohne nähern Nachweis polarischer Wirkungen sicher nicht zurückzukommen.

Bei solchen Betrachtungen über den Gegensatz der Reaction und der verschiedenen Salze in jenen Organen und im Blute ist indessen ein Gesichtspunkt nicht ausser Acht zu lassen, von dem aus möglicher Weise bei näherer Forschung der ganze Gedanke an einen Gegensatz zwischen Organ und Blut in dieser Beziehung gänzlich aufgegeben werden müsste. Es muss sich uns nämlich vor allem die Frage aufdrängen, ob die saure Reaction und der Phosphatgehalt der Organflüssigkeiten nicht lediglich durch die in ihnen enthaltene Menge von Faserzellen oder glatten Muskelfasern bedingt und keineswegs an das Organ als Organ gebunden sei? Diese Frage ist zweifelsohne zuvörderst zu beantworten, ehe man auf weitere Discussionen oder Untersuchungen sich einlässt; denn so manches spricht dafür, dass jene freie Säure, jener Reichthum an Phosphaten und Kalisalzen, die wir als constante Begleiter der glatten Muskelfasern kennen gelernt haben, in den verschiedenen Organen nur im Verhältniss zu deren Gehalt an contractilen Faserzellen vorkommen. Wir erinnern beispielsweise nur daran, dass Organe, wie die Milz und die Muskelschicht des Darmcanals, die vorzugsweise reich an contractilen Theilen sind, auch besonders durch den Gehalt an freier Säure u. s. w. sich auszeichnen, während dagegen der Saft der Speicheldrüsen und des Pankreas, in welchen *Kölliker* wenig oder keine jener Faserzellen gefunden hat, sich durch alkalische Reaction und Armuth an Kalisalzen charakterisirt; entsprechend dem Gehalte der Faserzellen liefert die mittlere Arterienhaut aus Aorta und Anonyma, wie mich directe Untersuchung gelehrt, weit weniger Säure,

erwähnten Geweben und Organen der Herbivoren in der That nicht weniger von jenen Salzen an, als in den entsprechenden Theilen der Fleischfresser. Es müssen also im Organismus der Pflanzenfresser die Phosphate von den Geweben vorzugsweise angezogen und zurückgehalten werden, um dort bestimmte den Zwecken der Organe entsprechende Wirkungen zu bedingen, die durch andre Stoffe, wie sie in vegetabilischer Nahrung in reichlicher Menge zugeführt werden, nicht erfüllt werden können. Die höchst variablen Mengen dieser Salze, die wir im Blute pflanzenfressender und fleischfressender Thiere antreffen und die sichtlich nur von der Art der genossenen Nahrungsmittel, d. h. von deren Phosphorsäuregehalt abhängig sind, bestimmten *Liebig* mit zu der Ansicht, dass die Phosphate auf die Prozesse der Blutbildung und auf die Hauptfunctionen des Blutes, d. h. die Ernährung und Wärmebildung ohne bemerklichen Einfluss seien. Die eben berührten und die noch weiter unten zu erörternden Thatsachen stehen in so vollkommener Uebereinstimmung mit dieser Ansicht, dass weitere Forschungen dieselbe kaum zu modificiren im Stande sein werden. Auf das Verhalten der Phosphate bei der Absonderung und Ausscheidung und bei ähnlichen Processen werden wir unter den betreffenden Capiteln zurückkommen.

Gleich wie die freie Säure und die Phosphate in den oft genannten Gewebsflüssigkeiten vorwalten, so das Alkali und die Carbonate in der Blutflüssigkeit (d. i. Serum + Faserstoff). Wir haben gesehen, dass die Alkaleszenz der Blutflüssigkeit nicht durch freies Alkali, sondern durch gewisse salzartige Verbindungen von Alkalien und vorzugsweise von Natron mit eiweissartigen Stoffen einerseits, und andererseits mit Kohlensäure und theilweise auch mit Phosphorsäure bedingt wird. Das Albumin ist im Blutserum an Natron mindestens in zweifacher Proportion gebunden und bildet damit, je nachdem man das Atomgewicht desselben berechnet, eine saure und neutrale oder eine neutrale und eine basische Verbindung; wir haben früher, theils unter »Albumin« (Th. 1, S. 313), theils unter »Blut« (Th. 2, S. 177) die Reactionen kennen gelernt, aus denen einleuchtet, dass im Blutserum ein alkalireicheres und ein alkaliärmeres Natronalbuminat mit einander in variablen Proportionen gemengt sind; nur in Krankheiten dürfte der Fall vorkommen, dass freies Albumin durch die Serumsalze allein gelöst erhalten wird. Schon dieses Verhältniss möchte uns errathen lassen, welche Wirkung das Alkali, oder wenn wir uns so ausdrücken wollen, welchen Zweck dasselbe im Blute haben muss. Die ziemlich lose Verbindung zwischen Natron und Albumin wird stets bereit sein, Alkali abzugeben, sobald Säuren im Blute gebildet werden oder von andern Theilen dahin gelangen. Da ringsum das Blut von sauren Flüssigkeiten umgeben ist, so dürfte diese Einrichtung, durch die das Blut befähigt wird, immer einen Theil seines Alkalis zur Tilgung der Säuren zu verwenden, ohne selbst seinen alkalischen Charakter zu verlieren, wohl schon unsere volle Beachtung verdienen: allein bald müsste doch bei der reichlichen Zufuhr saurer Flüssigkeiten, bei der grossen Geneigt-

nicht in geringer Menge ins Blut transsudiren; wer sich auch nur einige Zeit im chemischen Laboratorium bewegt hat, weiss, wie bald sich organische Säuren oder vielmehr deren Alkalisalze zumal bei überschüssigem Alkali unter selbst spärlichem Zutritte von Sauerstoff zu zersetzen beginnen: vorher farblose Flüssigkeiten bräunen sich, meist bemerken wir Schimmelbildung, und eine nähere Untersuchung lehrt, dass sich Oxydationsproducte, wie Bernsteinsäure u. dergl., erzeugt haben; hat doch *Liebig* in neuester Zeit die Gallussäure und Pyrogallussäure der hohen Oxydationsfähigkeit ihrer Alkalisalze halber als eines der vortrefflichsten eudiometrischen Mittel empfohlen. Die bekannte *Wöhler'sche* Entdeckung, die mit Recht so grosses Aufsehen erregte, hat also an sich nichts wunderbares, und beweist nichts weniger, als dass etwa der Thierkörper ein ganz eigenthümliches Oxydationsvermögen besitze, das an Intensität unseren stärksten Oxydationsmitteln gleichkomme. Die Mittel sind dieselben, durch welche im Organismus wie ausserhalb desselben die organischen Säuren verbrannt werden; nicht eine besondere Kraft ist es, die uns das Oxydationsvermögen im Blute so hoch erscheinen lässt, sondern nur der eigenthümliche Complex von Umständen.

Wir haben ferner gesehen, dass die *Kohlenhydrate* der Nahrungsmittel zum grössten Theile unter der Form von Krümelzucker ins Blut gelangen. Darf uns das baldige Verschwinden desselben im kreisenden Blute Wunder nehmen, wenn wir daran denken, dass jener Zucker in Gesellschaft von Alkali selbst gebundenen Sauerstoff aufzunehmen und diesen dem Kupferoxyd und vielen andern Oxyden zu entziehen vermag?

Minder augenfällig ist unsern bisherigen Erfahrungen nach der Einfluss der Alkalien auf Oxydation der *Fettsturen* und *Fette*; in der That lehren uns auch directe Versuche, dass die Fette im Blute weit langsamer oxydirt werden, als die Kohlenhydrate und selbst als die eiweissartigen Stoffe; der Harnstoff als Oxydationsproduct der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel erscheint im Harn lange, bevor die Verbrennung der Fette sich in Vermehrung der Kohlensäureexpiration kenntlich macht (s. unten »Ernährung«); indessen sprechen Thatsachen genug dafür, dass auch die Fette unter Einwirkung von Alkali und Sauerstoff einer allmählichen Oxydation unterliegen. Wir erinnern z. B. nur an das Vorkommen der den festen Fettsäuren homologen Säuren im Blute, wie in gewissen Absonderungen und hauptsächlich im Scheweisse, wo die ganze Reihe der Säuren von der Ameisensäure bis zur Capronsäure jetzt ziemlich sicher nachgewiesen ist; kann doch die Buttersäuregährung gleich der Milchgährung ohne Eintritt äquivalenter Mengen von Alkali niemals stetig zu Ende geführt werden. Wollen wir ferner jene Lipoide, wie Cholesterin und Serolin, die höchst wahrscheinlicher Weise sich nur im Blute bilden, auch nicht zu den Fetten rechnen: so verrathen sie doch in vielen ihrer Eigenschaften eine so nahe Verwandtschaft mit diesen Stoffen, dass bei unserer völligen Unkenntniss ihres Ursprungs der Gedanke wenigstens nicht ganz

inept erscheinen dürfte, sie aus der Oxydation der Fette als sauerstoffarme Residuen abzuleiten, wie aus der Verwesung des Holzes den Humus.

Vom Farbstoffe des Blutes, dem *Haematin*, haben *Chevreul* und *Scherer* erst in neuerer Zeit nachgewiesen, dass derselbe, in Alkali gelöst, sich lange Zeit unverändert erhalten kann, bei Zutritt von atmosphärischer Luft augenblicklich Sauerstoff anzieht und sich in einen farblosen Körper umwandelt. Der Mangel an weiterer Untersuchung dieser Thatsache hat bis jetzt noch nicht einen nähern Vergleich dieser Umwandlungsform mit der im Blute vor sich gehenden zugelassen.

Dass die *albuminösen Substanzen* des Blutes einer allmählichen Oxydation unterliegen, ehe sie zur Bildung oder zum Wiederersatz der Gewebe verwendet werden, kann jetzt wohl Niemand mehr in Zweifel ziehen; wie weit der Einfluss der Alkalien auf deren Oxydation und weitere Umwandlung reiche, lässt sich freilich zur Zeit noch nicht genau bestimmen; wir wissen nur so viel, dass das Alkali des Blutes auf theilweise Entziehung und Oxydation des allen Proteinkörpern eigenthümlichen Schwefels hinwirken muss; man braucht nur der von *Mulder* empfohlenen Methode zur Darstellung des Eiweiss- und Faserstoffproteins zu gedenken, um sich von der Wichtigkeit des Alkalis auch für diese Umwandlungsform zu überreden. Eine Mitwirkung des Alkalis zu weiterer Oxydation der Albuminate lässt sich, bis jetzt wenigstens, nicht nachweisen.

Wenn wir die vorliegenden chemischen Thatsachen im Auge behalten, so möchte es in der That den Anschein gewinnen, als ob durch diese gleichzeitige Einwirkung von Alkali und freiem oder schwach fixirtem Sauerstoff auf leicht oxydable Substanzen der ganze Oxydationsprocess im thierischen Organismus erklärt sei. Dem ist jedoch keineswegs also! Hier gerade tritt uns die Warnung recht nahe vor Augen, uns durch einzeln stehende, ganz richtige chemische Thatsachen nicht zu übereilten, excessiven und exclusiven Schlussfolgerungen verführen zu lassen. Jene höchst verwickelten chemischen Vorgänge, welche die niedere Sphaere des Lebens umkreisen, sind nicht der Art, dass durch eine einzige aus ihnen herausgegriffene Function der ganze Complex jener Wirkungen und Gegenwirkungen, jenes tiefverschlungene Ineinandergreifen von Ursachen und Folgen zu deutlicher Auffassung gebracht werden könnte. Haben wir auch durch die gründlichste Erörterung nach strengster Durchführung der inductiven Methode das wesentlichste Moment eines Processes erkannt, so ist damit noch nicht der Process in seiner Totalität erklärt; oft genug stossen wir auf widersprechende Erscheinungen, die hinlänglich beweisen, dass uns gewisse Factoren noch fehlen, um die Summe der Erscheinungen in ihrer causalen Verknüpfung auffassen zu können. So auch hier. Wollte man z. B. aus den angeführten Thatsachen den Schluss ziehen, dass im thierischen Organismus nirgends eine Oxydation vor sich gehen könnte, wo nicht freier Sauerstoff und Alkali concurriren: man würde ebenso irren, als wenn man daraus folgern zu müssen glaubte,

dass alles Oxydable, was einmal ins Blut gelangt sei, auch verbrannt werden müsse, wenn nur Sauerstoff und Alkali genug zu dessen Oxydation vorhanden sei. Folgende Erfahrungen mögen zunächst dazu dienen, das Irrthümliche einer Folgerung, wie die letzterwähnte, darzuthun. Man hat z. B. auf jenem Erfahrungssatze fussend, die Meinung aufgestellt, der bekannte Diabetes mellitus, das Zuckerharnen, beruhe nur darauf, dass dem Blute in dieser Krankheit das nöthige Alkali fehle und dass deshalb der Zucker nicht mehr im Blute verbrannt werde (*Mialhe*). So weit meine directen Untersuchungen des Bluts von Diabetikern reichen, ist aus den sorgfältig ausgeführten Aschenanalysen desselben durchaus keine Verminderung des Alkalis und aus der Serumanalyse keine Verminderung des Natronalbuminats ersichtlich. Doch der Schwierigkeit der Vergleichsanalysen halber und ob der Möglichkeit andrer coincidirender Umstände, welche die Richtigkeit jener Ansicht verhüllen könnten, wenden wir uns zu anderen diesen Gegenstand betreffenden Untersuchungen. *Bernard* hatte (wie bereits früher erwähnt ist) Hunden und Kaninchen Krümelzuckerlösung in die Venen injicirt, und glaubte gefunden zu haben, dass dieser Zucker nicht nur nicht in den Harn überginge, sondern dass der letztere sogar alkalisch werde. Ich habe, ohne meine frühern Versuche zu rechnen (die bereits zu entgegengesetzten Resultaten geführt hatten), in neuerer Zeit 37 Kaninchen und Hunden Krümelzucker (aus Stärke bereitet) in die Jugularvenen injicirt¹⁾, und kein einziges Mal wurde der vorher saure Harn alkalisch, kein einziges Mal fehlte Krümelzucker im Harn. Quantitative Bestimmungen zeigten, dass selbst 0,4 grm. Krümelzucker, einem 2450 grm. schweren Kaninchen injicirt, noch in dem Harn nachweisbar waren. Auch wenn die Thiere (Kaninchen) vor und nach der Injection Kraut, Rüben, Gras oder anderes alkalireiches Futter verzehrt hatten, ging der grösste Theil (von 0,4 grm.) injicirten Stärkezuckers in den Harn über, ja der alkalische Harn der Kaninchen blieb selbst trotz des alkalireichen Futters nicht alkalisch, sondern nahm ganz im Gegensatz zu der *Bernard'schen* Behauptung saure und zwar oft sehr intensiv saure Reaction an. Ich überzeugte mich endlich in zwei Fällen, dass Kaninchen, wenn ihnen nur geringe Mengen Stärkezucker (die aber sonst noch im Harn erscheinen) injicirt werden, keinen Zucker uriniren, sobald sie längere Zeit vor dem Versuche und nach demselben kein saftiges Futter erhalten haben und deshalb keinen Urin liefern (auch bei der künstlichen Entleerung desselben durch Druck auf die Blasengegend); die Ausscheidung des Zuckers aus dem Blute scheint nur bei Ueberfluss des letztern an Wasser vor sich gehen zu können; dann und nur dann wird ob des längern Verweilens des Zuckers im Blute dieser vollständig verbrannt: der Harn wird aber nicht alkalisch, sondern stark sauer, wie das bei hungernden Kaninchen stets der

1) *Lehmann*, Ber. der k. sächs. Ges. der Wiss. Jahrg. 1852.

so sollte man erwarten, dass, zumal wenn die Thiere nur Hafer oder anderes alkaliarmes Futter verzehrt haben, der normale Alkaligehalt des Blutes so vermindert würde, dass nun der aus Darm oder Leber ins Blut gelangte Zucker nicht vollständig oxydirt werde und deshalb unzersetzt in den Harn übergehe. Allein auch diese Vermuthung haben meine Versuche nicht bestätigt. Kurz man findet auch keinen Zucker im Harn, wenn man dem Blute das Alkali künstlich zu entziehen versucht. Aehnliche Versuche, mehrfach modificirt, sind auch von *Uhle*¹⁾ mit gleichem Erfolge ausgeführt worden. Säuren zu gleichem Zwecke ins Blut zu injiciren, wäre an sich ein ganz inepter Versuch.

Wir dürfen überhaupt die oxydirende Kraft des Blutes nicht allzu hoch anschlagen, so wesentlich sie auch für das ganze thierische Leben ist. Denn es bieten sich uns Erscheinungen genug dar, die auf einen neben dem Oxydationsprocesse verlaufenden Desoxydationsprocess hindeuten; wir erinnern z. B. nur an die Bildung so schwefelreicher Stoffe, wie Taurin und Cystin, an die so sauerstoffarmen, wie Cholesterin und Castorin u. dergl. mehr. Am auffälligsten ist aber wohl in dieser Hinsicht die bekannte (neuerdings von einem meiner Schüler, *Ranke*²⁾, wiederholt bestätigte) Erfahrung, dass der thierische Organismus auf Indigo gleich der warmen oder einer kalten Kùpe reducirend wirkt; das Indenoxydul (Indigblau) wird in den ersten Wegen bereits in Isatenoydul verwandelt und vermag in alkalischer Lösung das Blut zu durchheilen, wenigstens ohne vollständig oxydirt zu werden; erscheint daher unoxydirt im Harn. Nimmt man nämlich einige Gramm Indigo und beobachtet den darnach gelassenen Harn, so wird man bald an ihm eine licht bläuliche Färbung wahrnehmen, die sich an der Luft namentlich beim Schütteln mit derselben allmählig verstärkt, bis sich ein blaues Sediment reinen Indigblau's absetzt. Im Harne selbst kann sich die Reduction nicht erst bilden, da bekanntlich bei der Urinkùpe der Harn der alkalischen Gähmung unterliegen muss, ehe er Indig zu lösen vermag, dieser Harn aber immer sauer reagirte. Würde man nicht die evidentesten Beweise in den Händen haben, dass freier Sauerstoff im Blute enthalten ist, so würde eine unphysiologische Chemie aus jener Thatsache schliessen zu dürfen glauben, es könne im Blute weder freier, noch lose gebundener Sauerstoff enthalten sein. Wir schliessen nur daraus, dass der Oxydationsprocess im Blute keine hohe Intensität besitze und dass der Oxydationsmodus dort verwickelter ist, als es uns nach dem ersten Ueberblicke scheinen möchte.

Wenn man nun auch den Werth des Alkalis für die Oxydationsprocesse im Blute nicht zu überschätzen glaubt, so könnte man doch wohl geneigt sein, aus obigen Erfahrungen den irrigen Schluss zu ziehen, dass im Blute oder sonst im Organismus keine Oxydation ohne Vermittlung

1) *Uhle*, Dissert. inaug. med. Lips. 1852. p. 49.

2) *Ranke*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 56, S. 47.

von Alkali statt haben könne; wir würden einen solchen Schluss irrig nennen; denn abgesehen davon, dass in manchen sauren Flüssigkeiten, wie in der Substanz der Organe selbst, eine gewisse Oxydation nicht abgeläugnet werden kann, so sind doch mehrere Punkte nicht zu übersehen, welche andeuten, dass vielleicht noch einige andere Bedingungen darauf hinwirken, die im Blute liegende oxydirende Fähigkeit zu erhöhen. Nicht alle organischsauren Salze oxydiren sich selbst bei überschüssigem Alkali an der Luft so schnell, wie die gallus- und pyrogallussauren, z. B. die milchsäuren, weinsäuren, citronensäuren Alkalien; injicirt man aber Lösungen solcher Salze ins Blut, so geht die Oxydation derselben nicht nur bei weitem schneller, als ausserhalb des Thierkörpers in der Atmosphäre, sondern fast schneller noch vor sich, als wenn die Salze direct eingesüchert werden (vergl. Th. 4, S. 106); andere Stoffe, wie Salicin, Theein u. dergl. werden im Blute sehr bald oxydirt, während sie ausserhalb des Organismus unter Einwirkung von Alkali, Sauerstoff und der Temperatur von 37° kaum erst nach langer Zeit verändert werden. Diese Leichtigkeit und Schnelligkeit, mit welcher im Blute so viele Stoffe oxydirt oder umgewandelt werden, dürfte wohl nicht allein von der gleichzeitigen Gegenwart einer Masse in Umwandlung begriffener Körper, von dem Zustande einer gewisser Verdichtung, in dem sich der Sauerstoff des Blutes befindet, und nicht blos von mehrern ähnlichen Verhältnissen, welche die Wirkungen der Alkalien unterstützen, abgeleitet werden, sondern auch von Bedingungen, die wir bei der Complicirtheit der chemischen Vorgänge im Blute noch nicht auf bestimmte physikalisch oder chemisch ermittelte Processe oder Agentien zurückführen können. So erinnern wir hier beispielsweise nur an den Zustand des Sauerstoffs, in dem er durch »Ozonisirung« weit energischere verwandtschaftliche Anziehung zeigt. Möge Jemand auch noch so wenig mit Schönbein's Erklärungsweisen und Folgerungen seiner Entdeckungen übereinstimmen, so sind doch die meisten der von ihm ermittelten Erscheinungen unbezweifelbare Thatsachen und aus seinen neuesten Beobachtungen¹⁾ lässt sich fast die Nothwendigkeit erweisen, dass der Sauerstoff im Blute in einen ähnlichen Zustand übergehen müsse, wie wenn er einige Zeit mit Phosphor oder mit Terpentinöl u. dergl. in innige Berührung gebracht worden war. Wenn man durch Mittel, welche die Gegenwart ozonisirten Oxygens anzeigen, z. B. Iodkalium mit Stärkmehl u. dergl. kein solches im Blute nachzuweisen vermag, so ist dies natürlich kein Beweis für dessen Abwesenheit; denn bei der Gegenwart der grossen Anzahl oxydabler Materien im Blute muss dasselbe, kaum gebildet, augenblicklich wieder verschwinden. Die neuern Forschungen der Physiologen aber, welche jetzt endlich nahe daran zu sein scheinen, das geheimnissvolle Band, welches Elektrizität und Nervenaction umschlingt, zu lösen und die Erscheinungen freier Elek-

1) Schönbein, Journ. f. pr. Chem. Bd. 52, S. 435.—449 u. Bd. 53, S. 324—331.

tricität im Thierkörper schärfer zu bestimmen, diese Forschungen machen es mehr als wahrscheinlich, dass der Sauerstoff innerhalb des lebenden Körpers wo nicht im Blute doch an andern Orten in jenen Zustand eigenthümlicher Anziehungskraft übergehen und in diesem seine Rolle bei den vitalen Processen spielen müsse. Wir sind wenigstens überzeugt, dass die schönen Entdeckungen des Baseler Physikers vom Physiologen durchaus nicht unbeachtet bleiben dürfen, so manches Dunkel auch noch über den Principien schweben mag, nach denen jene Thatsachen gedeutet werden müssen.

Möge man aber über die nähern Verhältnisse, unter denen der respirirte Sauerstoff im Körper sich mit den einzelnen Stoffen verbindet, noch so verschiedener Ansicht sein, so wird man doch mit *Liebig* in dem von ihm scharfsinnig durchgeführten Satze übereinstimmen müssen, dass die Alkalien im Blute die Verbrennlichkeit der sog. Respirationsmittel vermitteln und erhöhen, und dass sie deshalb wesentliche Bedingungen zur Unterhaltung der thierischen Wärme sind. Wen die positiven Beweise für diesen Satz nicht befriedigt hätten, der dürfte mindestens einem negativen seine Anerkennung nicht versagen können. Es ist eine schon durch *Wöhler* gemachte, oft erwähnte Erfahrung, dass organische Säuren wie Weinsäure, Citronensäure, Gallussäure u. dergl., wenn sie im freien Zustande in den Körper gebracht worden sind, nach ihrem Durchgange durch den Organismus im Harn unverändert wieder erscheinen, während ihre Alkalisalze unter gleichen Verhältnissen im Organismus verbrannt werden. Kann diese Erfahrung wohl anders erklärt werden, als durch die Annahme, die Gegenwart des Alkalis bedinge in dem einen Falle die Oxydation der organischen Säure, während in dem andern die freie Säure bei hinreichend grosser Menge derselben die Alkalescenz des Blutes und somit dessen Oxydationsvermögen so lange aufhebt, als bis sie durch die Nieren wieder aus dem Organismus entfernt wird.

Es sind in meinem Laboratorium zum Theil schon vor längerer Zeit (z. B. noch von *R. Buchheim* in Dorpat) mehrfache Versuche über die Mengen kohlenaurer oder organischsaurer Alkalien angestellt worden, welche nothwendig sind, um die freie Säure des Harns zu tilgen, und andererseits über die Mengen freier Weinsäure oder Citronensäure, welche auf einmal genommen werden müssen, damit von denselben noch ein Theil unverändert im Harn erscheine; allein bei aller Berücksichtigung der zu gleichen Zeiten aufgenommenen Qualitäten und Quantitäten der Nahrungsmittel, der körperlichen Bewegung und andrer physiologischer Verhältnisse haben diese Versuche noch nicht zu scharfen Zahlenresultaten geführt. Bei derartigen Experimenten üben eine Anzahl von Bedingungen ihren Einfluss mit aus, deren Bestimmung zum Theil ausser der Gewalt oder der Berechnung des Experimentators liegt; gelingt es noch, diese eingreifenden Verhältnisse zu ermitteln, so würden wir mindestens eine Controle des mechanischen Stoffwechsels im Thierkörper haben, insofern durch die eine Versuchsreihe die Menge der in gewissen Zeiten aus dem Organismus durch die Nieren austretenden freien Säure bestimmt, und durch die andre Reihe die Menge des Alkalis im Blute und somit auch die Blutmenge des Thierkörpers selbst annähernd ermittelt werden könnte. Hat aber jene Erfahrung in dieser Hinsicht der Physiologie noch keine Früchte getragen, so verspricht sie doch der Therapie sichere Ausbeute. Von solchem physiologischen Gesichtspunkte

brennung jener als kohlen-saures Salz wieder hergestellt; es lässt sich hieraus namentlich ersehen, wie bei Fleischfressern, in deren Blute eine verhältnissmässig geringe Menge kohlen-saures Alkali enthalten ist (welches durch die Nahrung solcher Thiere nur wenig vermehrt oder wieder ersetzt wird) jene Menge ausreichen kann, um deren Respirationsmittel der Oxydation zugänglicher zu machen. Bei der speciellern Betrachtung der Processe der Ernährung und Ausscheidung werden wir wieder auf die kohlen-sauren und phosphors- sauren Alkalien zurückkommen müssen.

Rücksichtlich des Chlornatriums haben wir, als wir von seiner Vertheilung im thierischen Organismus im Allgemeinen sprachen (Th. 1, S. 403—406.), bereits auf den feststehenden Satz aufmerksam gemacht, dass der Kochsalzgehalt in den meisten thierischen Säften und vorzugsweise im Blute nur äusserst geringen Schwankungen unterliege und für jede Thierclassen an eine ziemlich eng begrenzte Zahl gebunden sei, die dabei völlig unabhängig von der Natur und dem Kochsalzgehalte der aufgenommenen Nahrung sei (vergl. Th. 1, S. 404 und Th. 2, S. 458); wir haben ferner gefunden, dass der Kochsalzgehalt der Excrete und besonders der des Harns sich fast genau nach dem Kochsalzgehalte der Nahrungsmittel richte, und dass directen Versuchen zufolge ins Blut injicirtes Kochsalz alsbald wieder aus demselben durch Speicheldrüsen, Schleimhäute und Nieren abgeseiht werde. Wir glauben durch diese feststehenden Thatsachen die Nothwendigkeit dieses Körpers für den thierischen Lebensprocess als höchst wahrscheinlich gemacht ansehen zu müssen. Können wir weniger Werth auf den Instinct von Menschen und manchen Hausthieren legen, vermöge dessen die letztern ihnen vorgehaltenes Salz mit Gierde auflecken, die erstern aber in gewissen salzarmen Gegenden diesen Körper mit Sklaven oder Goldstaub aufwägen: so beweisen doch gewisse Erfahrungen über den Kochsalzgehalt des Blutes und mehrere Versuchsreihen *Boussingault's*¹⁾, dass Kochsalzgenuss neben der gewöhnlichen Fütterung zu einem gewissen Grade des Wohlbefindens der Hausthiere eine unerlässliche Bedingung ist. *Boussingault* nährte nämlich monatlang je drei Rinder, die einen mit Futter unter Zusatz von Kochsalz, die andern ohne denselben; genaue Wägungen zeigten, dass der Kochsalzzusatz ohne Einfluss auf die Fleisch- und Fetthildung und auf den Ertrag an Milch sei, dass dagegen am Ende der Beobachtungszeit das äussere Ansehn und die Lebhaftigkeit der unter Kochsalzzusatz gefütterten Thiere ausserordentlich abstach von dem der ohne Kochsalz genährten; die letztern hatten ein minder glattes und glänzendes, fast struppiges Haar, ja theilweise fiel dasselbe aus; sie hatten trägen Gang und kaltes Temperament. Die Nützlichkeit des Kochsalzes für die thierische Lebensordnung möchte sonach wohl nicht zu bezweifeln sein. Andererseits

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 49, p. 447—425 et T. 25, p. 730—733.

dürfte aber wohl auch die Nothwendigkeit der Gegenwart des Chlornatriums daraus erhellen, dass beim Hungern oder auch überhaupt bei mangelhafter Aufnahme von Nährmaterial, in Krankheiten, Pneumonien u. dergl. sehr bald kein Kochsalz mehr durch den Harn ausgeschieden wird, und dass andererseits das an diesem Salze verarmte Blut alles von aussen in den Körper gelangte Chlornatrium so lange zurückhält, bis der Gehalt an demselben die normale Höhe erreicht hat.

Um so schwieriger ist aber gerade die Frage zu beantworten, auf welche Weise das Chlornatrium in den thierischen Stoffwechsel nutzbringend eingreift. Wir versuchten daher in dem eigenthümlichen Verhalten des Chlornatriums zu den albuminösen Stoffen des Blutes und des Thierkörpers überhaupt einen Anhaltspunkt zu gewinnen, um die Wichtigkeit dieses Salzes zu deuten; und glaubten, dass das Chlornatrium besonders dazu diene, das reine Albumin (oder Serumcasein *Panum's*¹⁾ neben dem Natronalbuminat in Lösung zu erhalten und somit chemischen Einwirkungen zugänglich zu machen. *Liebig* hat aber in dieser Beziehung auf eine wichtige Thatsache aufmerksam gemacht; Kleber wird ebensowohl wie Muskelfibrin (vergl. Th. 1, S. 345) in salzsäurehaltigem Wasser sehr leicht aufgelöst, aus dieser Auflösung aber nicht nur durch mehr Salzsäure, sondern auch durch Zusatz einer so geringen Menge Kochsalz präcipitirt, dass die letztere nicht einmal 4% der Flüssigkeit erreicht. Aus dieser und ähnlichen Erfahrungen dürfte wohl zu entnehmen sein, dass der Kochsalzgehalt thierischer Flüssigkeiten sowohl auf die Ausscheidung wie auf die Lösung albuminöser Stoffe von einem Einflusse sei, der nur im Einzelnen sich noch nicht genauer nachweisen lässt.

Die Wirksamkeit des Chlornatriums im thierischen Stoffwechsel war um so schwieriger zu erkennen, da dasselbe dem Chemiker als ein höchst indifferenten zu weitern chemischen Verbindungen wenig geneigter Stoff bekannt ist; man kennt chemische Verbindungen von Kochsalz fast nur mit Harnstoff und Krümelzucker. Diese beiden Thatsachen reichten aus, um *Liebig* auf ein geistvolle Ansicht über die Function dieses Körpers beim Stoffwechsel zu leiten. Es ist nämlich sehr wahrscheinlich, dass die Harnstoffkochsalzverbindung weit inniger ist, als ihre leichte Zersetzbarkeit durch Umkrystallisiren in Wasser ahnen lässt; so wird z. B. Harnstoff aus einer nicht allzu concentrirten wässrigen Lösung bei Gegenwart von Kochsalz durch Salpetersäure nur unvollständig ausgeschieden; ferner tritt selbst an Orten, wo die Gegenwart von Harnstoff durchaus nicht erwartet wurde, derselbe als Begleiter des Chlornatriums auf, so z. B. nach *Wöhler's* Entdeckung in der Krystalllinse des Auges, nach *Schottin's* und *Favre's* Untersuchungen auch im Scheweisse. Demnach dürfte *Liebig's* Muthmaassung wohl sehr gerechtfertigt sein, dass bei der gleichzeitigen Abwesenheit von Harnstoff und Kochsalz in der Fleisch-

1) *Panum*, Arch. f. pathol. Anatomie Bd. 3, S. 254 ff.

flüssigkeit die Aufnahme und der Uebergang des Harnstoffs ins Blutgefässsystem und dessen Absonderung durch die Nieren mit der Gegenwart des Chlornatriums in einem engeren Zusammenhang stehen möge.

Im Betreff der Krümelzuckerkochsalzverbindung hebt *Liebig* hervor, dass der Instinct uns gelehrt habe, gerade stärkmehltreichen Nahrungsmitteln, also solchen, bei deren Verdauung besonders viel Zucker erzeugt wird, grössere Mengen Kochsalz zuzusetzen, als andern Nahrungsmitteln. Der Speichel und pankreatische Saft, die bekanntlich vorzugsweise die Umwandlung des Stärkmehls in Krümelzucker bedingen, enthalten in ihren festen Bestandtheilen eine überwiegende Menge Chlornatrium. Der diabetische Harn enthält immer neben freiem Krümelzucker die Verbindung dieses Zuckers mit Kochsalz und oft geschieht es, dass aus diabetischem Harn nur diese Verbindung auskrystallisirt. Es ist daher sicher keine müssig aufgeworfene Frage, wenn man nach einer Beziehung des Chlornatriums zum Krümelzucker bei der Verdauung der Amylacea einerseits und andererseits bei dessen Ausscheidung durch die Nieren im Diabetes sucht.

Wenn aber die Muthmaassungen, welche man über den Zweck des Chlornatriums im thierischen Organismus aus den chemischen Verwandtschaften dieses Körpers abstrahiren kann, im Ganzen nur gering sind: so sind uns doch wiederum einige Thatsachen bekannt, welche nur durch eine Zersetzung des Chlornatriums im thierischen Organismus erklärt werden können und deshalb ein neues Licht über die Verwendung dieses Stoffes im thierischen Haushalte zu verbreiten vermögen. Unter diesen Thatsachen ist die auffälligste das Vorkommen freier Salzsäure im Magensaft; wenigstens geht aus *C. Schmidt's* neuesten Untersuchungen hervor, dass freie Salzsäure auch ohne Milchsäure und milchsaure Salze im Magensaft auftreten kann. Wodurch diese Zersetzung des Chlornatriums eigentlich bedingt werde, bleibt für jetzt freilich ein Räthsel. Eine andere Thatsache, minder augenfällig, aber nicht weniger merkwürdig, ist, dass selbst im Blute der pflanzenfressenden Thiere, welche fast nur Kalisalze in ihren Nahrungsmitteln aufnehmen, doch auf 4 Theile kohlen-saures Alkali im Blutserum mindestens 3 Th. kohlen-saures Natron und nur 1 Th. kohlen-saures Kali enthalten ist, während im Fleischsaft der fleischfressenden so gut wie der pflanzenfressenden Thiere fast nur Chlorkalium gefunden wird. Diese von *Liebig* entdeckte und hauptsächlich geltend gemachte Thatsache beweist einerseits, dass das Chlornatrium im Blute nothwendiger Weise mit dem kohlen-sauren und phosphorsäuren Kali einen Austausch der Bestandtheile eingehen muss, und andererseits dass den in chemischer Hinsicht sonst so ähnlichen Alkalien im thierischen Organismus von der Natur eine sehr verschiedene Rolle zuertheilt ist. Dieselben Schlüsse sind auch aus der in Giessen an verschiedenen Landthieren gemachten Erfahrung zu ziehen, wornach die Galle trotz der kalireichen Nahrung immer sehr viel an die bekannten Gallensäuren gebundenes Natron enthält. Die grosse Beständigkeit in der erwähnten Ver-

wie in den permanenten Knorpeln, in den noch nicht ossificirten Knochen die Organe kennen, die unter allen den grössten und zwar sehr constanten Kochsalzgehalt zeigen. Wir haben später durch *Frerichs*¹⁾ erfahren, dass die zellen- und epitheliumreiche Synovialflüssigkeit viel Kochsalz aufgelöst enthält, und *Schottin's* neue Versuche über die Constitution des Schweisses haben dessen Kochsalzreichthum durchgängig bestätigt. Wenn wir nun die Epithelialabschuppung auf den Schleimhäuten sowohl als auf der Epidermis von der kochsalzreichsten Flüssigkeit, die wir kennen, umspült sehen, wenn wir überhaupt in den zellenreichsten Bildungen das meiste Chlornatrium vorfinden, so dürfte man wohl keinen zu grossen Fehltritt thun, wenn man die Anwesenheit von Kochsalz in eine nähere Beziehung zur Zellenbildung zu bringen versuchte. Nun sind aber die zellenreichsten oder fast nur aus Zellen bestehenden Gewebe die Hornge- webe, zu denen wir in dieser Hinsicht auch die Haare zählen müssen; finden wir aber auch in diesen Geweben keineswegs erhebliche Mengen Kochsalz, so beweist dies nicht, dass zu deren Bildung die Gegenwart des Kochsalzes unbenutzt geblieben wäre; denn die Zellen der Haare und anderer Horngebe sind ja verödet oder abgestorben, während die des Knorpelgewebes noch frisch und daher auch kochsalzführend sind. Sollte zur Entwicklung der Horngebe und der Haare insbesondere die Gegen- wart von Chlornatrium nothwendig sein, so würde darin die oben er- wählte Erfahrung *Boussingault's* an den ohne Kochsalzzusatz gefütterten Rindern, deren Haarwuchs hauptsächlich bei diesen Versuchen einen nachtheiligen Einfluss zu erkennen gab, eine einfache Erklärung finden.

Rücksichtlich anderer Mineralbestandtheile, welche im Thierkörper vorkommen, verweisen wir nur auf das im 4. Th. Bemerkte, zumal da sie einen minder wichtigen Antheil an den allgemeineren Verrichtungen des Lebens nehmen.

Wenn wir somit ans Ende der allgemeinen Betrachtungen gelangt sind, welche sich über den Stoffwechsel an die Zusammenstellung der wichtigsten chemischen Substrate knüpfen lassen, so müssen wir hier gerade mehr als irgendwo des alten Aristippischen Satzes eingedenk sein, dass oft das Wahrscheinlichste unwahr und das Unwahrscheinlichste wahr ist. Glaubt man mit Recht, die Grösse unsers positiven Wissens nicht hoch anschlagen zu dürfen, so wird man noch viel ängstlicher in Verfol- gung der Principien sein müssen, nach denen wir unsre Urtheile über die positiven Ergebnisse unserer Beobachtungen und Versuche bil- den. Gerade in der Anwendung der Chemie auf Physiologie müssen wir eingedenk dessen sein, dass die meisten principiellen Sätze, welche heut- zutage eine allgemeinere Geltung in der Chemie erlangt haben, noch keineswegs den Grad wissenschaftlicher oder vielmehr logischer Schärfe besitzen, um nicht noch disputabel zu sein. Wir dürfen nicht vergessen, dass auch die Chemie ihre wenn auch verhältnissmässig beschränktere

1) *Frerichs*, R. Wagner's Wörterb. der Physiol. Bd. 3, Abth. 4. S. 468—468.

Dogmatik hat, so gut wie die Medicin und Theologie. Wie viele der jetzt in der wissenschaftlichen Chemie gültigen Anschauungsweisen sind etwas mehr, als jetzt gerade geläufige Ausdrucksweisen für gewisse Gruppen von Erscheinungen, deren Analogie vor Augen liegt, deren inneren Zusammenhang und Causalitätsverhältnisse man aber noch nicht erkannt und verstanden hat? Der Chemiker von echtem Schrot und Korn würde sich entsetzt fühlen, wenn Jemand den geringsten Zweifel an der Richtigkeit der Hypothese zu hegen wagte, dass chemische Verbindungen nur nach bestimmten Zahlenproportionen vor sich gehen können, wenn Jemand zu behaupten sich erkühnte, es könnten doch wohl in den höchsten Lebenssphären allmähliche, vom mathematischen Zahlengesetz entbundene Umsetzungen vor sich gehen, die den gewöhnlichen chemischen Affinitäten vollkommen fremd wären. Und dennoch müsste derjenige Chemiker, der in der Wissenschaft des Lebens mit der Chemie und Physik nicht auszukommen glaubt und daher der Lebenskraft noch einen gewissen Spielraum lässt, sich jenen Zweifeln consequenter Weise fügen: denn aus der Erfahrung erwiesen ist es heute noch ebensowenig, dass albuminöse und histogenetische Stoffe überhaupt nach ganz bestimmten Zahlenverhältnissen constituirt seien und in diesen den höhern Lebensprocessen als Grundlage dienen, als es bewiesen ist, dass im lebenden Organismus wo nicht ein Wirtschaftsaufseher, doch ein Baumeister angestellt sei.

Indessen brauchen wir keineswegs in die Lebenssphäre hineinzu greifen, um die Unsicherheit und das rein Dogmatische in vielen allgemeinen Principien der Chemie zu erkennen. Viele für die Forschung höchst brauchbare und bewährte Principien sind für die Theorie noch keineswegs gültige Anhaltspunkte. Der chemische Usus hat so manches sanctionirt, was vor dem Richterstuhle der Logik kein Recht findet. Niemand nimmt Anstand, sich der sog. praedisponirenden Verwandtschaft als Erklärungsmittels zu bedienen, während dieselbe doch nichts weiter ist, als die Personification eines an sich unlautern Begriffs. Und widerspricht die Verwandtschaft durch die Masse nicht dem Fundamentalbegriffe chemischer Affinität? Von der Theorie der organischen Radicale sprechen wir nicht; denn der stete Wechsel, die ununterbrochenen Modificationen und Reparaturen, die man an diesem Bau vornimmt, beweisen am besten, wie wenig fest er begründet ist. Und die fruchtbarste von allen neuern Theorien, durch welche die chemische Wissenschaft so ausserordentlich mit den bedeutendsten Thatsachen bereichert worden ist, die Theorie von den copulirten Verbindungen, ist dieselbe nicht neben den schönsten Erfahrungen und neben den glänzendsten durch sie erlangten Entdeckungen, einem nebelhaften Gebilde gleich, in die mannigfachsten Formen getrieben, bald erweitert, bald verengert, bald ins Breite, bald in die Länge gezogen worden?

Wenn wir uns chemischer Begriffe zur Erklärung vitaler Erscheinungen bedienen, so dürfen wir also nie ausser Acht lassen, dass der Boden, auf dem sie erbaut sind, keineswegs so fest steht, als die Funda-

mentalsätze der Physik. Und finden wir denn nicht selbst in der Physik, dass täglich neue Beobachtungen und Entdeckungen gemacht werden, die lange Zeit nur angestaunt werden, ehe man im Stande ist, sie den bekannten physikalischen Principien unterzuordnen? Wie lange hat man nicht vergebliche Versuche gemacht, den *Leidenfrost'schen* Versuch zu erklären? Und staunen denn nicht noch heute Viele offenen Mundes die *Boutigny'schen* Versuche an? Ist denn die Lehre von den molecularen Attractionen in der Physik bereits so ausgebildet, dass nicht noch unzählige Fragen zu beantworten wären? Und hat man selbst für die Bewegung der Erde nicht erst in jüngster Zeit den directen Beweis gefunden (*Foucault*)? Um wie weit ist aber die Chemie in ihren Grundprincipien noch hinter der Physik zurück! Wenn wir daher die Fragen der Physiologie in der chemischen Sprachweise zu beantworten suchen, so können wir uns niemals einer zu grossen Aengstlichkeit in unsern Folgerungen zeihen; denn wir wissen nur zu gut, dass wir in der Mehrzahl der Fälle nur eine Hypothese auf die andre stützen und dass überhaupt die Wahrheit in der Chemie nur zu oft bloß ein formaler Begriff ist.

Wenn wir nun, unsrer Trüglichkeit eingedenk, noch einmal zurückblicken, auf die Beschaffenheit jener Stoffe, deren die Natur sich bedient, um die verschiedensten Wirkungen im lebenden Organismus zu erzielen und die mannigfaltigsten Zwecke zu erfüllen: so tritt uns auch hier, wie fast überall, jene bewundernswerthe Einfachheit der Mittel oder der Kräfte entgegen, durch welche die Welt der Erscheinungen ausser uns in so unbegreiflichem Wechsel regiert wird. Drei Gruppen von organischen Stoffen waren es nur, an denen alle Lebenserscheinungen ihren Ablauf nehmen, und diese Gruppen selbst zeigten sie untereinander nicht die wichtigsten innern Beziehungen? Durften wir nicht ahnen, wenn wir es auch nicht beweisen konnten, dass aus histogenetischen Stoffen Glieder der Fettgruppe wie der Kohlenhydratgruppe hervorgehen könnten? Und die Glieder der einzelnen Gruppen, bieten sie nicht solche Gleichheit oder Analogie in ihrer Zusammensetzung wie selbst in ihren Eigenschaften dar, dass die Mannigfaltigkeit der durch sie bedingten Vorgänge völlig unbegreiflich ist? Isomerie und Polymorphie mussten uns als Zufluchtsstätten unsrer Unwissenheit dienen, um wenigstens eine Ahnung davon zu bekommen, wie die fast identisch erscheinenden Proteinkörper in so zahlreichen Modificationen zur Erscheinung gelangen und verschiedenartig in das Getriebe des Organismus eingreifen konnten. Fast verschwindend klein sind die Unterschiede in der Zusammensetzung und den Qualitäten der homologsten Stoffe, die wir neben den Aetherarten kennen: der Fettstoffe. Und doch werden die verschiedenen Fette keineswegs zu gleichen oder analogen Wirkungen im Thierkörper verwendet. Die Kohlenhydrate, Stoffe, die bei einer oberflächlichen Betrachtung im Thierkörper nur ihrem Untergange entgegenzueilen scheinen, unterliegen den mannigfachsten Umsetzungen und Spaltungen, um von dieser oder jener Richtung aus in das scheinbare Gewühl

der Lebenserscheinungen zweckmässig einzugreifen. Kali und Natron endlich, Materien, die der Chemiker Mühe hat, im System einigermaassen auseinanderzuhalten, Stoffe, die im Mineralreiche oft genug für einander zu vicariren scheinen, sie werden im Leben benutzt, um die strengsten Gegensätze zu unterhalten, während die flüchtigste, schwächste der Säuren, die Kohlensäure, im Organismus unter Umständen denselben Dienst verrichten muss, wie die starke und starre Phosphorsäure.

Sollte wohl die Natur, um mit diesen wenigen Mitteln den innern Haushalt des thierischen Lebens zu bestreiten, noch besondere, ihr ganz eigenthümliche Kräfte benutzt haben, während wir im Gegentheil die Unbedeutendheit des Kraftaufwands bewundern, der nöthig ist, um jene wandelbaren Körper aus einer Form in die andre überzuführen? Wenn wir sehen, wie leicht die grössten Mengen von Stärkmehl oder Rohrzucker durch fast unwägbare Mengen von Diastase oder von Säuren in Krümelzucker umgewandelt werden, wenn wir ferner beobachten, wie geringer Mittel es bedarf, um Aethyloxyd in Methyloxalsäure, Amyloxyd in Valyloxalsäure umzuwandeln, wenn wir endlich die Proteinkörper schon unter den gewöhnlichen atmosphaerischen Einflüssen allerhand Modificationen erleiden und oft sich (wie im faulenden Käse) theilweise regeneriren sehen: so dürfte es uns wohl nicht leicht in den Sinn kommen, zu glauben, dass im Leben bei dem fortwährenden Durcheinandertreiben dieser Massen ein ganz besonderer Kraftaufwand dazu verwendet werden müsse, um dieselben in den bezeichneten Richtungen in Bewegung zu setzen. Dürfen wir uns auch noch keineswegs schmeicheln, jene Umwandlungen und Verwendungen der genannten Materien durch Isomerie und Polymorphismus und selbst durch die Gesetze der gewöhnlichen chemischen Verwandtschaft wahrhaft erklärt zu haben, so ist doch soviel nicht zu bezweifeln, dass in der bezüglichen Sphaere des Lebens dieselben Kräfte benutzt werden, welche ausserhalb des Lebens wirksam sind, und dass nur eine sehr geringe Intensität derselben erforderlich ist, um die im Leben sichtbaren Wirkungen hervorzubringen. Hat aber der Organismus eine so geringe Kraftentwicklung nöthig, um jenen Wandel der Materie zu bewerkstelligen, so wird man hierin wenigstens keinen Grund finden können, um für jene immerhin wundervoll zweckmässigen Bewegungen organischer Materie eine ganz besondere Kraft von bedeutender Intensität und Extensität anzunehmen, sondern man wird vielmehr auf den Glauben geleitet, dass jene Einfachheit, welche die Natur hier in ihren materiellen Mitteln beweist, sich noch grossartiger in der Benutzung der Kräfte entfaltet und jenen Pantheismus abweist, den man ihr noch heute so gern andichtet.

Verdauung.

Schon in den frühesten Zeiten, wo man die Chemie auf die Physiologie anzuwenden anfang, wozu man zuerst thierische Processe wissenschaftlich zu bearbeiten versuchte: glaubte man über keinen derselben früher ins Klare gekommen zu sein oder mindestens kommen zu können, als gerade über den Verdauungsprocess. Jeder erinnert sich, dass die iatrochemische Schule einen grossen Theil ihrer Philosopheme auf die Thatsachen stützte, die sie von dem Verdauungsprocesse zu kennen glaubte. Später hat kaum ein anderer Theil der Physiologie der vegetativen Sphaere so glänzende wissenschaftliche Arbeiten aufzuweisen, als gerade die Verdauung; wir brauchen nicht an *Tiedemann's* und *Gmelin's* grossartiges Werk zu erinnern; denn noch heute schöpfen wir aus diesem reichen Schatze trefflicher Beobachtungen täglich Motive zu neuen Versuchen wie zu neuen Ansichten; welche Reihe verdienstvoller Arbeiten sind nicht später unter *Liebig's* Auspicien über den Chemismus der concurrirenden Säfte und Materien ausgeführt worden? Die von den Franzosen mitleidlos ausgeübte Experimentalphysiologie schuf neue Mittel und Wege, um in die noch ungelichteten Geheimnisse der Verdauung einzudringen; wir brauchen kaum *Blondlot* und *Cl. Bernard* zu nennen, um an deren bedeutungsvolle, mit ausserordentlicher Dexterität ausgeführte Vivisectionen zu erinnern. Kaum konnte sich die Wissenschaft jener unter den Augen *Wagner's* von *Frerichs* ausgeführten grossen Arbeit erfreuen, als vom weiten Osten her Berichte zu uns gelangten von oft ganz wunderbaren Entdeckungen, durch die unsre Kenntniss des Verdauungsprocesses noch auf eine unerwartete Weise bereichert wurde.

Wenn wir aber gerade in diesem Felde, wo wir es mit den unmittelbarsten Wirkungen chemischer Thätigkeit zu thun haben, die nicht eben erhebende Bemerkung machen müssen, dass selbst dasjenige, was das unmittelbarste Experiment, die positivste Beobachtung heute ergeben zu haben scheint, morgen durch andre Experimente, andre Beobachtungen zweifelhaft wird: so dürften uns solche Erfahrungen mehr als alles andre zur Bescheidenheit in unsern Urtheilen selbst über die scheinbar exactesten Forschungen ermahnen. Schien die Existenz der Milchsäure im Magensaft nicht in jedem Falle erwiesen? und doch hat *C. Schmidt* für viele Fälle ihre Abwesenheit und die Gegenwart freier Salzsäure dargethan. Wer konnte erwarten, dass nach *Bernard's* neuesten Experimenten über den Einfluss des Vagus auf die Magenverdauung dieser Einfluss durch die positivsten Versuche widerlegt oder mindestens zweifelhaft gemacht werden würde? Französische Forscher sahen die Fette in Berührung mit pankreatischem Saft ohne Weiteres in Fettsäuren und Glycerin zerfallen, und Deutsche konnten kaum ein Emulsivwerden beider Massen beobachten. Willen wir offenherzig sein, so finden wir unter dem Getümmel der verschiedenen, aus Beobachtungen entlehnten Meinungen noch immer kein Motiv für die Wirkung oder den Zweck der Gallenergiessung in den Darm; und wissen wir denn heute, was aus den harzigen Gallensäuren

im Darne eigentlich wird? Wer hätte nach unsern bisherigen Kenntnissen ahnen können, dass eine isolirte Darmschlinge mit ihrem geringen alkalischen Inhalte Fleisch zu verdauen im Stande wäre? Was versprechen uns endlich *Ludwig's* fortgesetzte Versuche über den Einfluss der Nerven auf die Secretion der Verdauungssäfte nicht noch für unerathbare Aufschlüsse? Kurz der Darmcanal stellt sich uns noch immer als der Schauplatz einer Menge höchst mysteriöser Vorgänge dar; noch immer schweifen unsre Gedanken unbefriedigt um die noch verschlossenen Pforten dieses schwer durchdringlichen Gegenstandes. Wenn wir daher die Ansichten selbst der scharfsinnigsten Forscher sich in kurzer Aufeinanderfolge ändern sehen, so müssen wir uns daran erinnern, dass das, was wir wahr nennen, in letzter Instanz immer abhängig ist von dem Standpunkte, zu dem sich bis zu dem jeweiligen Augenblicke die wissenschaftliche Forschung gerade erhoben hat.

Bei dem Verdauungsprocesse wie bei so vielen Erscheinungen im lebenden Körper können wir wohl (wie aus dem im zweiten Theile Gesagten genügend ersichtlich ist) die Gesetze ahnen, nach welchen jene für uns noch dunkeln Vorgänge ihren Ablauf nehmen, allein aus diesen Gesetzen vermögen wir den ursächlichen Zusammenhang der Erscheinungen noch ebensowenig zu erschliessen, als die nächsten Zwecke für jede einzelne wahrnehmbare Wirkung. Begnügen wir uns daher nach Art unsrer Vorfahren mit einem Bilde, wo wir den innern Zusammenhang der Erscheinungen zu fassen nicht im Stande sind. Ein solches Bild ist es, wenn man z. B. den Verdauungscanal in seinen feinsten Aufsaugungsorganen den Wurzeln der Pflanze vergleicht, und damit andeutet, das Thier trage seine Wurzeln, durch welche es die ihm zugehörigen Nahrungsstoffe aufnimmt, mit sich herum, während die Pflanze an dem sie nährenden Boden eben festgewurzelt sei. Je augenfälliger, je ansprechender für den ersten Blick ein solches Bild sein mag, desto greller treten bei näherer Beleuchtung die Unterschiede hervor, und gerade deshalb ist es vielleicht gestattet, einen Augenblick bei diesem Bilde zu verweilen. Sehen wir uns zunächst nach den Wurzeln um, welche der Organismus der höhern Thiere der innern Darmoberfläche zusendet, so treffen wir ausser den Blutcapillaren, welche den ganzen Darmcanal mit dem zartesten Netze umspinnen, auf Organe, die mit ihren feinsten Verzweigungen sich in kleinen Hervorragungen der innern Darmoberfläche blind enden und vorzugsweise dem Zwecke der Aufsaugung zu dienen scheinen; neben diesen zahlreichen Mitteln, die löslichen Substanzen aus dem Speisebrei aufzunehmen, stossen wir im Darmcanale noch auf gewisse drüsige oder capsselförmige Organe, von denen es in neuerer Zeit glaublicher geworden ist, dass sie der Aufsaugung, als dass sie der Absonderung dienen.

Wohl dürfte es auf den ersten Blick nicht recht geeignet erscheinen, wenn wir hier unsre Betrachtung des Verdauungsprocesses eigentlich mit dem Ende desselben d. h. mit der Aufsaugung beginnen: allein abgesehen davon, dass wir schon im zweiten Theile viele die Verdauung betreffenden

Gegenstände vom Gesichtspunkte der *Verdauungsmittel* aus beleuchtet haben, so bestimmt uns mehr als ein Grund, hier gerade von den Endpunkten des Processes auszugehen, um eine allgemeinere Uebersicht über den Gesamtvorgang zu gewinnen. Wenn wir unter Verdauung denjenigen Process verstehen, vermöge dessen der Uebergang der Speisen in das Blutgefässsystem zum Wiederersatz der unbrauchbar gewordenen Organe theile und zur Erhaltung der Lebensfunctionen überhaupt chemisch und physikalisch ermöglicht wird, wenn wir ferner daran festhalten, dass durch die Verdauung die Nährstoffe in einen löslichen oder überhaupt in einen solchen Zustand versetzt werden sollen, dass sie zur Aufnahme in die Säftemasse des Thierkörpers fähig werden; so setzen wir uns auf den allernatürlichsten Standpunkt, nicht etwa blos, um die nächsten Zwecke der Verdauung beurtheilen zu können, sondern auch, um eine tiefere Einsicht in die verschiedenen Wirkungen und Gegenwirkungen zwischen Nährstoffen und Verdauungsmitteln zu gewinnen. Denn halten wir z. B. nur den Satz fest, dass auch den Aufsaugungsorganen im Darmcanale kein spezifisches, von andern physikalischen Kräften total verschiedenes Vermögen innewohne, dass ihnen also ebensowenig als den Wurzeln der Pflanze eine entschiedene Wahlfähigkeit zukomme: so ergibt sich von selbst, dass bei den mannigfachen Einrichtungen, die im Darmcanale zum Zwecke der Aufsaugung angebracht sind, die Verschiedenheit der Aufsaugungsmittel entsprechen muss der verschiedenen physikalischen oder chemischen Beschaffenheit der aufzusaugenden Stoffe. Und gerade dies führt uns auf den Gedanken, dass die Nahrungsstoffe (deren Nährkraft übrigens bei der Verdauung selbst gar nicht in Frage kommt) in einer ebenso nahen Beziehung zu den Aufsaugungswerkzeugen, als zu den Auflösungs- oder Verdauungsmitteln stehen. Der ganze moleculäre Complex eines Stoffes, mögen wir ihn mehr chemisch oder mehr physikalisch auffassen, muss sein gesamtes Verhalten gegen Verdauungs- wie gegen Aufsaugungsmittel bedingen, und deshalb müssen nothwendigerweise die Verdauungsmittel d. h. die in den Darmcanal während dieses Processes sich ergiessenden Säfte und die Aufsaugungswerkzeuge in ein weit näheres Verhältniss zu einander treten, als man dies wohl meistens geglaubt hat. Versuchen wir z. B. die Nahrungsmittel einzutheilen nach der Art, wie sie im Darmcanal aufgesogen werden, so muss eine solche Eintheilung ziemlich zusammentreffen mit den Veränderungen, welchen sie durch diesen oder jenen Verdauungssaft unterliegen. Es würde demnach keineswegs ein irrationelles Verfahren sein, wenn wir die Verdauungsobjecte erstens in solche eintheilten, welche gelöst in den Speisecanal gebracht, ohne Weiteres der Diffusion unterliegen und so in der allgemeinen Säftemasse des Körpers sich verbreiten, zweitens in solche, welche durch die Verdauungssäfte löslich gemacht werden, und in diesem Zustande ebenfalls mehr oder weniger diffusibel sind, und endlich in solche, die gelöst oder ungelöst durch gewisse Verdauungsmittel erst umgewandelt werden müssen und dann obgleich löslich doch nicht einer einfachen Diffusion

unterliegen, sondern durch besondere Wege dem Blute und übrigen Körper zugeführt werden, durch Wege, auf welchen sie bereits vor ihrer Ankunft im Blute noch einigen, wenn auch geringen Umwandlungen unterliegen.

Studiren wir also den Digestionsprocess im höher organisirten Thiere, indem wir die Verdauungsobjecte nicht einseitig bloß nach den Säften, deren digerirender Wirkung sie unterliegen, sondern zugleich nach ihrem Verhalten bei ihrem Uebertritte ins Blut betrachten, so müssen wir zuvörderst die Aufsaugungswerkzeuge und die Gesetze oder Bedingungen, unter welchen ihre Aufsaugung vor sich geht, näher ins Auge fassen. Scheinen auch die mechanischen Vorrichtungen, welche im Organismus der höhern Thiere angebracht sind, um die chemischen Wirkungen der Verdauungssäfte zu unterstützen und den Uebertritt der zum Zwecke der Ernährung vorbereiteten Materien in die allgemeine Säftemasse zu befördern, nicht unmittelbar in das Bereich einer physiologischen Chemie zu gehören: so dürfen wir dieselben doch um so weniger unbeachtet lassen, als einerseits heute überhaupt keine strenge Grenze zwischen Affinitätswirkungen und rein mechanisch moleculären Bewegungen gezogen werden kann, andrerseits aber vom rein chemischen Standpunkte aus eine wissenschaftliche Auffassung des ganzen Processes nicht zu ermöglichen wäre. Kommen wir hier auf den von uns oben berührten Vergleich der Aufsaugungsorgane des Darmtractus mit den Wurzeln der höhern Pflanzen zurück, so wird sich zunächst ergeben, dass nur ein System von Resorptionsmitteln und zwar weniger seiner mechanischen Configuration, als den Gesetzen nach, unter welchen sie die Aufsaugung ermitteln, den Pflanzenwurzeln verglichen werden kann; und zwar sind dies die feinen Blutgefäßcapillaren, welche den ganzen Speisecanal fast von seinem Anfange an bis an sein Ende durchziehen.

In den Wurzelfibrillen der höhern Pflanzen, deren Blätter, Zweige, Stämme und gröbere Wurzeln bekanntlich von einer für tropfbare Flüssigkeiten wenig permeablen Hülle umgeben sind, finden sich keine Canäle oder eigentliche, dem gewöhnlichen Begriffe des Aufsaugens entsprechenden Organe, sondern Reihen von Zellen, welche der Feinheit ihrer Wände halber zu endosmotischen Wirkungen besonders geeignet sind. Es bedarf keiner tiefen Kenntniß der Pflanzenphysiologie, um zu begreifen, dass während des Lebens einer Pflanze und selbst noch einige Zeit nach dem Absterben derselben den Zellen der Wurzelfibrillen fortwährend Gelegenheit gegeben ist, Wasser und wässrige Lösungen aus dem sie umgebenden, feuchten Boden aufzusaugen, indem sie dieser Flüssigkeit fortwährend durch die ihnen zunächst höher gelegenen Zellen beraubt werden. Gedenken wir nur der ausserordentlich ausgebreiteten Verdunstungs Oberfläche, welche die Pflanzen in ihren Blättern und deren Spaltöffnungen darbieten, und wie gerade diese Organe relativ höheren Temperaturgraden und stetem Luftwechsel ausgesetzt sind; so werden wir leicht einsehen, wie die in den Blättern und in deren Nähe befindlichen Säfte allmählig concentrirt werden und wie die sie einschließenden Zellen collabiren müssten, wenn die ihnen zunächst gelegenen

ihnen nicht einen Theil ihres Wassers mittheilen und nun selbst eine concentrirtere Flüssigkeit enthalten würden, durch welche ein ähnlicher Austausch bis hinab zu den Zellen der Wurzelfibrillen bedingt würde. Zu gewissen Zeiten mag die Bildung organischer Materie aus den vorher tropfbar- oder elastischflüssigen Nahrungsstoffen der Pflanze auch nicht wenig zur grössern Concentrirung der Zellsäfte beitragen und so auf die Aufsagung durch die Wurzeln zurückwirken. Erwägt man endlich noch, dass in den Zellen Lösungen von Proteinstoffen, Dextrin, Zucker u. dergl., d. h. Stoffe enthalten sind, welche ein weit geringeres Diffusionsvermögen besitzen, als die in der Bodenfeuchtigkeit gelösten Salze, so wird man zugeben, dass in der Pflanze alle Bedingungen gegeben sind, um die lebhaftesten endosmotischen Strömungen zuwege zu bringen und die Enden der Wurzeln zu der reichlichsten Aufsagung zu befähigen. Wer aber deshalb, weil in den Einzelheiten der Aufsagungsvorgänge durch die Wurzeln noch manches zu erklären übrig bleibt, noch daran zweifelte, dass hier nur mechanische Gesetze in Geltung sind, dem dürften wohl die bekannten schönen Versuche von *Hales* zur Ueberzeugung von der Richtigkeit dieser Anschauungsweise führen.

Wir haben schon früher Gelegenheit gehabt zu bemerken, dass die den Darmcanal umspinnenden Blutcapillaren es sind, durch welche ein grosser Theil der Flüssigkeiten des Darminhalts aufgesogen wird. Wir sehen, dass auch hier die bekannten mechanischen Gesetze ausreichen, um die Aufsagung durch Capillaren und Venen zu erklären, und können uns leicht überzeugen, dass hier dieselben Gesetze der Endosmose hauptsächlich in Frage kommen, welche uns bei Erklärung des Aufsagungsvermögens der Pflanzenwurzeln leiteten. Wir treffen hier weniger auf Systeme von Zellen, zwischen deren Inhalte sich endosmotische Wirkungen geltend machen, als vielmehr auf cylindrisch geformte Häute, in welchen sich fortwährend eine ziemlich concentrirte Flüssigkeit fortbewegt, ein Umstand, welcher der endosmotischen Bewegung bei weitem günstiger ist, als die Reihen von geschlossenen Säckchen, aus welchen die Pflanzenzellen bestehen. Wir haben bereits oben (S. 214) erwähnt, dass das Blut im Verhältniss zu dem flüssigen Darminhalte, eine so concentrirte Lösung sei, dass sich der Hauptstrom vom Darne aus nach den Blutgefässcapillaren richten müsse, und dass die Richtung dieses Stromes noch dadurch besonders festgehalten würde, dass die Darmflüssigkeit in der Regel freie Säure enthält; mussten wir also schon nach diesen wenigen Erfahrungssätzen über Endosmose diese Vorrichtungen im Darmcanale als das vorzüglichste Pumpwerk anerkennen, so mögen wir hierzu noch den Umstand nehmen, dass die dichtere Flüssigkeit der Capillaren fortwährend weiterströmt, während an die Stelle der eben durch Endosmose verdünnten Blutflüssigkeit eine neue dichtere Blutwoge tritt. *Kürschner*¹⁾ hat diesen die Endosmose ausserordentlich begünstigenden Umstand

1) *Kürschner*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 4, S. 64.

durch ein schönes, leicht zu wiederholendes Experiment anschaulich gemacht: man nimmt nämlich ein gereinigtes Stück Dünndarm z. B. von einem Kaninchen und legt dasselbe in eine mit Rhodankaliumlösung erfüllte Schale, so dass das eine Ende des Darmes über den Rand der Schale hinüberragt, während man in das andere Ende mittelst Trichters allmählig eine mässig verdünnte Eisenchloridlösung giesst, so dass fortwährend ein Strom von Eisenchloridlösung durch den in der Rhodankaliumlösung liegenden Darm hindurchgeht. Zwar tritt selbst, wenn beide durch die thierische Membran getrennten Flüssigkeiten in relativer Ruhe sind, mehr Rhodankalium zum Eisenchlorid, als letzteres zu ersterem (was an der dunkleren Röthung der Flüssigkeit auf der Seite des Eisenchlorids leicht zu erkennen ist): allein ist der Strom der Eisenchloridlösung auch nur langsam, so sieht man schon die Rhodankaliumlösung sich weit weniger färben, lässt man aber vollends das Eisenchlorid in einem sehr schnellen Strome durch den Schlauch fließen, so bemerkt man in der ruhenden Rhodankaliumlösung kaum eine lichtrothe Färbung.

Wenn wir aber schon an den Quellen der Aufsaugung im Darne weit günstigere Verhältnisse auftreten sehen, als in den Wurzeln der Pflanzen, so findet dies fast in höherm Grade noch rücksichtlich der Umstände statt, durch deren Rückwirkung gerade die Fortdauer der Aufsaugung bedingt wird. Es braucht nicht erwähnt zu werden, dass bei der rapiden Aufsaugung wässriger Flüssigkeit das Blut und die ganze Säftemasse sich sehr bald bis auf einen Grad verdünnen müsste, dass am Ende keine endosmotischen Wirkungen mehr statt finden könnten. Da bietet nun aber der thierische und besonders der menschliche Körper wiederum zwei Verhältnisse dar, durch welche der Ueberschuss von Wasser aus dem Blute entfernt wird; das eine derselben ist dem bei den Pflanzen so ziemlich analog, während das andre nur gewissen höhern Thieren und darunter dem Menschen eigenthümlich ist. So wie die Pflanzen in ihren Blättern, bieten die Thiere in ihren Lungen und theilweise auch ihrer Haut der Atmosphaere eine so grosse Verdunstungsfläche dar, dass hier wie in den Blättern eine ausserordentliche Menge Wasser verflüchtigt wird. Nach *Lindenau's* ungefährer Berechnung würde die Oberfläche der Lungen eines ausgewachsenen Menschen 2642 Quadratfuss betragen, während die Hautoberfläche nur etwa zu 12 Quadratfuss angenommen werden kann; nimmt man nun die vielfach gefaltete innere Oberfläche des Darmes selbst zu 24 Quadratfuss an, so wird die ungeheure Differenz zwischen der aufsaugenden und der abdunstenden Fläche augenfällig genug, um diesen künstlichen Mechanismus zu begreifen. Allein im Thiere ist der Zutritt der Atmosphaere zu jener Verdunstungsfläche nicht so frei wie bei den Pflanzen; selbst unter den gewöhnlichen Verhältnissen sind grosse Strecken jener abdunstenden Häute aneinander gelagert oder collabirt, so dass sie fast völlig ausser Thätigkeit gesetzt sind; die reinere, wasserarme Atmosphaere tritt nicht unmittelbar mit jener Verdunstungsfläche in Berührung, sondern nur ein meist schon ziemlich mit Wasserdampf ge-

schwängertes Luftgemeng; hierzu kommt, dass bei den Thieren die Aufnahme von flüssiger Nahrung bis zu einem gewissen Grade der Willkür anheimgestellt ist und daher leicht eine weit grössere Menge Flüssigkeit in den Darmcanal gelangt, als durch Lungen- und Hautausdünstung entfernt werden kann, ein Umstand, welcher leicht eine Störung im ganzen Mechanismus herbeiführen könnte. Wir dürfen endlich nicht vergessen, dass im Thiere selbst sehr viel Wasser durch dessen Lebensprocess erzeugt wird, was zur Verdünnung der Säfte beitragen muss, während in der Pflanze durch Wasserersetzung organische Stoffe erzeugt und somit grössere Concentration der Zellensäfte bedingt wird.

Dieser Verhältnisse halber würde bei *höheren Thieren* sehr leicht und oft der Fall eintreten können, dass die Verdunstung nicht ausreichte, um rückwärts auf genügende Aufsaugung hinzuwirken. Deshalb finden wir eben bei diesen Thieren noch einen für uns zur Zeit nicht völlig durchsichtigen Mechanismus angebracht, um das im Blute überschüssig befindliche Wasser im tropfbarflüssigen Zustande wieder zu entfernen; dass die Nieren bei den höheren Thieren diese Function mit übernehmen, während sie vermisst wird bei den Vögeln, die wenig Flüssiges trinken und dabei lebhaft respirirend viel Wasserdünste aushauchen, und bei den niedern Thieren, die gar nicht trinken und überhaupt unter eigenthümlichen Verhältnissen leben, bedarf hier wohl kaum noch der Erwähnung.

Aus dieser kurzen Andeutung der mechanischen Verhältnisse zwischen Aushauchung und Aufnahme des Flüssigen im Thierkörper dürfte wohl deutlich genug hervorgehen, dass wir in neuerer Zeit durch Entwicklung mehrerer bis dahin noch wenig gekannter physikalischer Gesetze einen erheblichen Schritt weiter in der Erkenntniss der mechanischen Wirkungen im Thierkörper gethan haben. Der Aufsaugungsprocess erscheint uns demnach in allen seinen Einzelheiten so bewundernswürdig einfach, dass wir für den ersten Blick nicht begreifen können, warum die Natur scheinbar so überflüssiger Weise neben den Blutcapillaren noch besonders aufsaugende Gefässe, die Chylusorgane, angebracht hat. Während man in einem vergangenen Jahrhunderte, um den Uebergang der Flüssigkeiten von dem Darne in die Nieren zu fassen, *viae clandestinae* anzunehmen sich veranlasst sah, haben wir jetzt *viae apertae* zum Uebertritte des verflüssigten Nahrungsstoffs ins Blut vor uns, die nach dem, was wir so eben von dem Aufsaugungsvermögen der Blutgefässe kennen gelernt haben, uns wo nicht völlig zwecklos, doch ziemlich überflüssig vorkommen möchten. Gerade diese Erfahrung mahnt uns, jene Erscheinungen nicht zu übersehen, die ungezwungener Weise sich nicht aus den bis jetzt bekannt gewordenen Sätzen der Statik und Mechanik molecularer Stoffbewegungen ableiten lassen, und zu beherzigen, dass in Wahrheit unter physiologischen so wie pathologischen Verhältnissen sehr oft Fälle eintreten, wo die Capillargefässe zur Aufsaugung untauglich oder unzureichend erscheinen müssen gerade nach den eben von uns hervorgehobenen endosmotischen Actionen. Oft genug hat man in der ersten Freude über

die Verschiedenheiten der Wirkungen desselben je nach den gleichzeitig obwaltenden Umständen nach bestimmten generellen Formeln deduciren zu können. Trotz der Bemühungen der ausgezeichnetsten Forscher, wie eines *Poisson*, *Magnus*, *Brücke*, *Liebig*, *Jolly*, *Ludwig* u. A. haben wir noch keine durchgreifende Theorie der Endosmose. Ohne Theorie wird man aber die verwickelten endosmotischen Vorgänge im lebenden Körper ebensowenig in ihrem ursächlichen Zusammenhange auffassen können, als man wagen darf, a priori den Erfolg gewisser unter gewissen äussern Umständen befindlicher endosmotischer Wirkungen zu deduciren. Nur dann erst wird eine Theorie der Endosmose ermöglicht werden, wenn auf dem von *Graham* eingeschlagenen Wege die Gesetze der Diffusion tropfbarer Flüssigkeiten ermittelt und wenn der Einfluss der verschiedenen Natur poröser Zwischenwände auf diffundirende Flüssigkeiten, d. h. das Verhältniss der Diffusion zur Endosmose und alle die letztere bestimmenden Umstände sattsam erforscht sein werden. Nur dann erst wird es auch möglich sein, die Mitwirkung vitalistischer Fähigkeiten der Organe bei der Aufsaugung zu beweisen oder zu widerlegen. Wenn wir aber heute noch und täglich auf eine Anzahl von Erscheinungen im lebenden Körper stossen, welche den bisher erkannten endosmotischen Gesetzen Hohn zu sprechen scheinen, wenn selbst manche interessante (z. B. einige der von *Böcker*¹⁾ ausgeführte) Versuche heute noch einer Erklärung durch einfache Molecularbewegungen widerstreben: so beweist dies eben nur, dass uns die physikalischen Vorkenntnisse noch fehlen, um den Causalnexus solcher Erscheinungen im physikalischen Sinne fassen zu können. Wir erfahren dadurch vielmehr nur, dass, um den Mechanismus der Aufsaugung genügend auffassen zu können, es unsre nächste Aufgabe sein muss, die physikalischen Bedingungen endosmotischer Wirkungen genauer zu eruiren und sie dann mit den im lebenden Körper obwaltenden Verhältnissen zu vergleichen. Indessen ist es immer schon ein grosser Schritt vorwärts in der Wissenschaft, wenn wir zu dem vollen Bewusstsein der Aufgaben gelangt sind, deren Lösung sie zunächst von uns fordert.

Indem wir nun in den bis jetzt noch nicht völlig erklärten Vorgängen der Aufsaugung noch keineswegs die geringste logische Berechtigung zur Annahme vitaler Kräfte finden können, welche die eine Substanz dahin, die andre dorthin zu dirigiren; oder das Nützliche aufzunehmen, das Schädliche zurückzuweisen vermöchten: so kommen wir wieder auf den Satz zurück, von dem wir ausgingen, dass nämlich die Aufsaugungsfähigkeit einer Substanz in eben so enger Beziehung zu der chemischen Qualität steht, wie alle wesentlichen Qualitäten derselben unter einander (man vergl. hierüber das Th. 1, S. 383 Bemerkte). Ist die Aufsaugungsfähigkeit einer Materie keine beziehungslose Eigenschaft derselben, so müssen auch die unter gleichen Verhältnissen der Aufsaugung unterliegenden Stoffe im Uebrigen sehr bestimmte Analogien mit einander zeigen;

1) *Böcker*, Rhein. Monatsschrift 1849. S. 754—759.

bei denselben Substanzen wird und muss die **Aufsaugbarkeit** immer mit gewissen andern Qualitäten coincidiren. Wir erlauben uns hier nur beispielsweise auf eine Gruppe von Eigenschaften löslicher Körper aufmerksam zu machen, d. h. auf Eigenschaften, die für jeden einzelnen Körper in der innigsten Beziehung zu einander stehen. Man wird gewiss nicht in Abrede stellen wollen, dass der Löslichkeitsgrad einer Materie in einer bestimmten Beziehung zu dem Coefficienten der bei der Lösung erfolgenden Verdichtung stehe; wer wird ferner zu leugnen wagen, dass die Diffusionsfähigkeit einer Substanz in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnisse zur Löslichkeit stehe? und verräth es nicht einen Glauben an den innigsten Zusammenhang zwischen Endosmose und Diffusion flüssiger Körper, wenn wir heute bedauern, dass man bisher den verkehrten Weg eingeschlagen und früher die complicirtern Vorgänge der Endosmose studirte, ehe man, wie *Graham* jetzt, die Erscheinungen der Diffusion auf gewisse Gesetze zurückzuführen versucht hatte? Wir sind allerdings noch nicht so weit, dass wir diese Beziehungen, dieses Abhängigkeitsverhältniss, diesen Zusammenhang der einzelnen Eigenschaften unter einander scharf definiren könnten: allein soviel liegt bereits klar vor unsern Augen, dass alle jene Eigenschaften nicht nur unter einander, sondern auch mit gewissen Grundqualitäten jedes einzelnen Stoffes in der engsten Verbindung oder Relation stehen. Die unleugbare Bedeutung, welche dieses Verhältniss der integrirenden Eigenschaften einer Materie auf alle ihre Schicksale bei ihrem Durchgange durch den thierischen Körper ausübt, mag es entschuldigen, wenn wir hier zu deren näherem Nachweis etwas ausführlicher auf diesen Gegenstand eingehen. Man hat sich unter *Lösung* meistens einfacher Weise eine gleichmässige Verbreitung der Moleculle der zu lösenden Substanz unter den Moleculen des lösenden Menstruums vorgestellt, und deshalb z. B. für die Fälle, wo bei der Lösung evidentere Weise gleichzeitig chemische Anziehungskräfte im Spiele sind, den Ausdrück *Auflösung* festzuhalten vorgeschlagen. Jene Zerstreung der Moleculle eines festen Körpers zwischen denen eines flüssigen geht nun aber, soweit unsre Kenntniss bis jetzt reicht, niemals vor sich, ohne dass bei einem Vergleiche der Summe der ursprünglichen Volumina der zu mischenden Stoffe mit dem Volumen der gemischten eine Verminderung des Gesamtvolumens durch eine Verdichtung beobachtet würde. Es ist das Verdienst *C. Schmidt's*, diese Thatsache constatirt und für viele Stoffe den Grad der Verdichtung bei ihrer Lösung in gewissen Mengen Wasser, d. h. also den Verdichtungscoefficienten derselben ermittelt zu haben (man vergl. Th. 2, S. 4). *Schmidt* ist daher geneigt, auch bei der Lösung eine chemische Anziehung, bei der Lösung in Wasser eine »Hydratation« anzunehmen. Fassen wir den Begriff der chemischen Verwandtschaft im engern Sinne, so wie es bisher in der Chemie gebräuchlich war und wohl grösstentheils noch ist, so dürfte man in jener beobachteten Verdichtung noch keinen stringenten Beweis für die Thätigkeit chemischer Anziehung bei der simplen Lösung finden. Zwar kann man den Begriff chemischer

Verwandtschaft nach Belieben weiter fassen: allein eine engere, schärfere Begrenzung eines Begriffs kann niemals etwas schaden und dürfte in dem vorliegenden Falle nicht ohne Bedeutung für unsere ganze Anschauungsweise sein. Die blossе Verdichtung zweier Körper bei ihrer Mengung ist noch kein Argument für ihre chemische Verbindung; denn wollen wir die Verdichtung der Gase an den Oberflächen und in den Poren fester Körper nicht als Beweis gegen jene Ansicht gelten lassen, so dürften uns doch *Pettenkofer's* schöne Untersuchungen über Metalllegirungen davon überzeugen, dass neben der Verdichtung selbst Lichtentwicklung und Veränderung vieler physikalischer Eigenschaften auftreten kann, ohne dass eine wahrhaft chemische Verbindung stattgefunden hat. Eine Anziehung zum Wasser ist es, wenn in demselben ein fester Körper sich verflüssigt; eine Anziehung verräth es, wenn ein fester Körper bei solcher Verflüssigung sich mit dem Wasser verdichtet; eine Anziehung beweist es, wenn verschiedene Substanzen sehr verschiedene Zeit brauchen, um sich in einem gewissen Volumen Wasser zu verbreiten, d. h. zu diffundiren.

Den Grad dieser Anziehung, der bei der Lösung eines festen Körpers in Wasser sich geltend macht, dürfte man also wohl einer Messung unterwerfen zu können glauben, entweder indem man die Mengen der Körper unter einander vergleicht, welche eine bestimmte Quantität Wasser aufzunehmen vermag, d. h. indem man den Löslichkeitsgrad bestimmt; oder man ermittelt die Verdichtungscoefficienten, wobei man die entwickelten Wärmemengen als Controle benutzen kann, oder man erforscht die Leichtigkeit, mit der ein Stoff sich bei völliger Ruhe in einem grössern Quantum Wasser zu verbreiten geneigt ist. Man sollte glauben, dass, da alle diese drei Momente für eine Anziehung zwischen fester und flüssiger Substanz sprechen, der Grad derselben aus den verschiedenen Grössen, die sich aus einer der drei Untersuchungsweisen ergeben, berechnen lassen, und dass eine Methode die andre controliren müsste. Dem ist jedoch nicht also. Es gehört mit zu dem theoretischen Elende der Chemie, dass die Löslichkeitsgrade der Stoffe noch nicht in bestimmte Beziehungen zu deren chemischer Constitution oder auch nur irgend einer andern Eigenschaft derselben haben gebracht werden können. Aber auch der Verdichtungscoefficient kann nicht als Maassstab der Grösse dieser Anziehung zwischen Wasser und festem Körper betrachtet werden; denn selbst bei der die chemische Verbindung bedingenden Anziehung ist er ohne Bedeutung für deren Grösse; auch zwischen Verdichtungsmodulus der Körper und einer ihrer integrirenden Eigenschaften ist noch keine bestimmte Beziehung ausfindig gemacht worden. Was endlich den Diffusionsgrad der löslichen Körper betrifft, so giebt auch dieser schwerlich die Grösse der Anziehung zwischen Festem und Flüssigem richtig an; dagegen tritt nach *Graham's* Untersuchungen seine Abhängigkeit vom Gewichte ziemlich klar zu Tage. Obgleich sich nun selbst unter diesen drei einander so nahe liegenden Beziehungen zwischen Wasser und löslichen Körpern kein bestimmtes Verhältniss aufstellen lässt, so ergiebt sich doch aus den bisherigen Unter-

suchungen so viel, dass für verschiedene wohn von Körpern mindestens analoge Verhältnisse erlangt werden, als sie sich gerade in den Gruppen von Körpern eine Rolle spielen, vorzugsweise abspiegeln der Leistungen des Stoffwechsels und der Aufzucht hohen Werth gewinnen. Der Verdichtungscoefficienten von Chlornatrium, Krümelzucker und Amylose = 1,505, 0,766 und 0,420 gefunden worden; zwanzigprocentigen Lösungen das Diffusionsvermögen ungefähr in folgender Proportion beobachtet: Analogie ist hier sehr gross, wenn sich auch in gleiche Proportion zu erkennen giebt; überdies häufige Untersuchungen schon deutlich genug die Beziehung zwischen Diffusionsvermögen und osmotischer Flüssigkeit hin; der Verdichtungscoefficient auch eine directe Beziehung zur Diffusibilität hat bis jetzt noch keineswegs zu übersehen; denn uns hier als gewichtige Ausnahme in den Weg; osmotischer seiner zehnprocentigen Lösung wurde bei irgend einer andern Substanz gefunden (= Diffusionsvermögen dem des Chlornatriums nicht gleich kommt. Bei der allgemein anerkannten Beziehung zwischen Diffusionsvermögen und Osmotischer es nicht auf, dass die endosmotischen Aequivalente nach *Jolly's* Weise berechnen, mit den Diffusionsvermögen übereinkommen. Sehen wir in den eben genannten löslichen Substanzen in mehrfacher Form ein osmotischer zum Wasser äussern, so werden wir durch den Einfluss auf die Anziehung fester und unlöslicher Körper d. h. auf ein Forschungsbereich, zu dessen Ueberwindung sich an empirischen Unterlagen fehlt, obgleich längst bekannten als aus den neuerdings angeführten über Hygroskopicität von *Blücher*¹⁾ und von *Schwede*²⁾ und aus den von *Brücke*, *Liebig* und von *Ludwig*³⁾ Resultaten zu ersehen ist, dass auch in diesen oben erwähnten drei wichtigen Körpern die Verhältnisse betreffs der Anziehung zum Wasser beobachtet werden Physiologen geben, welcher daran zweifeln möchten die Beziehungen fester Substanzen zum Wasser und die Erscheinungen der Aufsaugung und bei dem meistentheils

1) *Blücher*, Poggend. Ann. Bd. 50, S. 544—562.

2) *Schwede*, de hygroscopticitate, diss. inaug. Dorp.

3) *Buchheim*, Arch. f. physiol. Hik. Bd. 42, S. 247

Stoffwechsel in Frage kämen: allein wenn wir zugeben, dass die Aufsagung nichts weiter als eine Function der eben genannten so mannigfachen Verhältnisse ist: so ergibt sich von selbst, dass wir heute, wo noch keine der verschiedenen Arten der Anziehung zwischen Wasser und festen Körpern auf eine mathematisch ausführbare Formel gebracht, und die Beziehung zwischen jenen selbst noch unermittelt ist, noch nicht befähigt sind, den Aufsaugungsprocess zu erklären; denn wie wäre eine Erklärung denkbar, d. h. eine Ableitung der Erscheinungen aus Gesetzen, wenn wir diese Gesetze selbst nicht kennen? So viel darf aber wohl aus den vorliegenden, wenn auch spärlichen Thatsachen geschlossen werden, dass es hier physikalische Gesetze giebt, von denen die Bewegungen löslicher Materien innerhalb des lebenden Organismus und vorzugsweise die Erscheinungen der Aufsagung abhängig gedacht werden müssen. Es schwanken und stürzen somit immer mehr die Pfeiler, an welchen sich der alte naive Glaube an einen Instinct oder an eine gewisse geistige Befähigung der aufsaugenden Organe bisher noch festklammerte. Es wird aber die Zeit kommen, und vielleicht ist sie nicht allzufern, wo wir die Eigenschaften jeder Materie, deren Verhalten zum Thierkörper in Frage kommen kann, zu »deutlichen Begriffen« zusammengefasst haben werden, wo wir im naturhistorischen Theile der physiologischen Chemie nicht mehr einzelne willkürlich oder zufällig aufgefasste Qualitäten der Körper aufzählen, sondern alle ohne Ausnahme, den Verdichtungscoefficienten ihrer Lösungen eben so wohl als ihre absolute Löslichkeit, ihr Diffusionsvermögen eben so wohl wie ihre Flüchtigkeit, ihr endosmotisches Aequivalent eben so wohl als ihr chemisches, ihre Hygroskopicität eben so wohl als ihre Schmelzbarkeit u. dergl. mehr nicht bloß anführen, sondern auch in ihren innigsten Beziehungen zu einander auffassen werden. Keine jener Eigenschaften wird uns ferner mehr als zufällig erscheinen; denn in der Natur giebt es nichts Zufälliges; auch die verschiedenen Eigenschaften der Stoffe folgen mit Nothwendigkeit aus gewissen Grundbedingungen. Wenn wir so dereinst zu logischen »Urtheilen« über die Natur jener Stoffe, an denen die Lebenserscheinungen ihren Ablauf nehmen, gelangt sein werden, wenn scharf aufgefasste Begriffe über die Verschiedenartigkeit der Materie unsern Urtheilen über die Beziehungen jedes einzelnen zu den übrigen zu Hülfe kommen: dann werden in der einfachen aber deutlichen Sprache mathematisch-physikalischer Anschauungen die »Schlüsse« ausgedrückt werden können, die aus unsern sinnlichen Beobachtungen über die Bewegungen der Materien im lebenden Körper zu abstrahiren sind; dann werden wir nicht minder wie früher jenen weisen Einrichtungen im thierischen Organismus mit vollem Bewusstsein unsre Bewunderung zollen können, ohne uns in Träumereien über die Vergeistigung der Materie in einen sanften Schlummer einzuwiegen und mit der Unbegreiflichkeit der Natur unsre Unthätigkeit zu beschönigen; denn eben jene Einrichtungen sind nur der vollendetste Ausdruck alles dessen, was durch das Zusammenwirken der einfachen physikalischen Kräfte auf verschieden

geformte und qualificirte Materie unter mannigfachen mechanischen Bedingungen erreicht werden kann. Dann werden auch die heute noch im magischen Dunkel ihrer Phantasien heruntappenden Therapeuten zu wahrhaften Sehern werden und nicht mehr den römischen Auguren gleich ein Lächeln unterdrücken müssen, wenn sie auf Berufswegen sich begegnen.

Möge aber diese schöne Zukunft in noch so weite Ferne gertickt sein, mögen auch zur Erreichung dieses Zieles noch die aufopferndsten Anstrengungen vieler von reiner, hehrer Liebe für die Wissenschaft entbrannter Männer nothwendig sein: so kennen wir doch die Richtung, in welcher unsre nächsten und fernern Anstrengungen im Gebiete unsrer Disciplin zu einem befriedigenden Erfolge führen werden. Wir kennen unsre Aufgabe, und frei vom Glauben an übernatürliche Kräfte der Materie wissen wir, dass wir nichts Unerreichbares erstreben, sondern mit jedem auch dem kleinsten Schritte, mit jeder wissenschaftlichen Leistung jenem fest uns vorschwebenden Ziele immer näher kommen.

Gehen wir von diesen Gesichtspunkten aus bei der Analyse der Stoffbewegungen im thierischen Organismus, so dürfte es minder auffallend erscheinen, weshalb wir auch bei der Betrachtung des Verdauungsprocesses damit beginnen, zunächst die Qualitäten der Verdauungsobjecte festzustellen. Unter diesen Qualitäten mussten uns hier besonders diejenigen fesseln, welche die verschiedenen Verhältnisse jener Materien zum Wasser betreffen; denn durch diese wird die Form und die Art der Aufsaugung, der sie im Darmcanale unterliegen, wesentlich bedingt. Da nun alle Eigenschaften einer Materie in den engsten Beziehungen zu einander stehen, so glaubten wir nicht auf einen Irrweg zu gerathen, wenn wir eine gewisse Relation zwischen der Aufsaugungsfähigkeit einer Materie und ihrem übrigen Verhalten im Verdauungscanale besonders zu den sog. Verdauungssäften postulirten. Denjenigen Verdauungsobjecten, welche vor ihrem Uebergange in die Säftemasse erst besondern moleculären Erschütterungen unterliegen, wird ein andrer Weg zu jenem Uebergange angewiesen sein, als denen, die unverändert oder nur wenig modificirt in das Blut gelangen. Wir denken uns, dass es von gewissen mehr oder weniger hervortretenden Eigenschaften abhängt, ob eine Materie unmittelbar und ohne weitere Veränderung oder erst auf Umwegen nach mannigfachen Schicksalen ins Blut gelange. Dass gerade diejenigen Substanzen, welche im Darmcanale durch die Verdauungssäfte keine wesentliche Umänderung erleiden, vorzugsweise zur unmittelbaren Aufsaugung durch die Blutgefäße qualificirt sind, kann kein Zufall sein; die eine Qualifikation wird und muss zu der andern in einer bestimmten, uns freilich noch nicht völlig klaren Beziehung stehen. Nicht die salzartige Beschaffenheit ist es allein, welche die Alkalisalze so leicht resorbirbar macht; denn viele andre Salze werden nicht durch die Blutcapillaren resorbirt und dagegen gehen Harnstoff, Alkohol und gewisse Gifte ebenso leicht und vielleicht schneller noch in die Säftemasse über, als viele jener Salze;

aber auch nicht etwa der blosse Löslichkeitsgrad einer Substanz ist es, welcher diesen leichten Uebergang bedingt, sondern die beziehungsreiche Vereinigung mehrerer an die Grundverhältnisse jeder einzelnen Substanz gebundenen Qualitäten ist es, welche die Aufsaugungsfähigkeit mit sich bringt, ebenso wie jene Grundverhältnisse auch die Resistenz gegen die Einwirkung der Verdauungsfluida bedingen. Wenn daher der Organismus manche Gifte schnell in sich vom Darmcanale aufnimmt, andre dagegen nicht, so suchen wir den Grund dieser Erfahrungen nicht in einem gewissen bloß bis zu einem bestimmten Grade reichenden Instincte der aufsaugenden Organe, sondern in bestimmten uns leider noch nicht völlig durchsichtigen Grundverhältnissen dieser Substanzen. Deshalb dünkt es uns auch passend, die Verdauungsobjecte nicht nach ihrer Nährkraft (denn diese gehört in die Lehre von den Nahrungsmitteln und der Ernährung), sondern ohne Rücksicht auf ihre Nützlichkeit oder Schädlichkeit für den lebenden Organismus nach ihrer Verdaulichkeit, d. h. der grössern oder geringern Fähigkeit, aufgesogen zu werden, und den damit zusammenhängenden Grundqualitäten in Gruppen einzutheilen.

Ehe wir die Materien, deren Aufsaugung allein oder fast nur durch die Blutgefäße geschieht, einzeln an uns vorübergehen lassen, müssen wir uns darüber klar werden, auf welche Art der Beweis geführt werden kann, dass eine Substanz nicht durch die Lymphgefäße, sondern unmittelbar durch die Blutcapillaren in die allgemeine Säftemasse gelange. Nachdem man sich anatomisch davon überzeugt hatte, dass die Lymph- und Chylusgefäße nur mittelst des Ductus thoracicus mit den Blutgefäßen communiciren: so unterband man die Lymphgefäße oder den Milchbrustgang und brachte in den Darm oder in eine Schlinge desselben eine Substanz, die entweder chemisch leicht im Blute nachgewiesen werden kann oder deren Uebergang ins Blut sich durch gewisse toxische Erscheinungen zu erkennen giebt. Solche Versuche wurden hauptsächlich von *Magendie*¹⁾, *Brodie*²⁾, *Westrumb*³⁾, *Emmert*⁴⁾, *Segalas*⁵⁾, *Mayer*⁶⁾, *Bischoff*⁷⁾, *v. Dusch*⁸⁾ *Kürschner*⁹⁾ und Andern allerdings hauptsächlich zu dem Zwecke angestellt, das Resorptionsvermögen der Blutgefäße überhaupt nachzuweisen. Eine zweite Methode, den Uebergang gewisser Substanzen in das Blut mit Vermeidung der Lymphgefäße zu erweisen, beruht

1) *Magendie*, Précis de Physiologie T. 2, p. 203 et 279.

2) *Brodie*, Philosoph. Transact. 1814.

3) *Westrumb*, Meckel's Arch. Bd. 7, S. 525 u. 540 u. physiol. Untersuchungen über die Einsaugungskraft der Venen. Hannover. 1825.

4) *Emmert*, Meckel's Arch. Bd. 4, S. 178.

5) *Segalas*, Magendie Journ. de Physiol. T. 2, p. 417.

6) *Mayer*, Meckel's Arch. Bd. 3, S. 485.

7) *Th. C. W. Bischoff*, Zeitschrift für rat. Med. Bd. 4, S. 62—74 und Bd. 5, S. 293—305.

8) *Th. v. Dusch*, ebendas. Bd. 4, S. 268—274.

9) *Kürschner*, R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. 4, S. 48.

darauf, dass Substanzen, die in den Darmcanal eines Thiers gebracht worden sind, einige Zeit darauf im Blute und im Chylus gesucht werden. Für viele der unten zu nennenden Materien ergiebt sich, dass diese wohl im Blute, aber nicht im Chylus aufgefunden werden. Derartige Versuche haben *Flandrin*¹⁾, *Tiedemann* und *Gmelin*²⁾, *Mayer*³⁾, so wie in neuester Zeit auch *Bernard*⁴⁾ angestellt; letzterer hat übrigens zunächst diese Methode dadurch wesentlich verbessert, dass er die in den Darmcanal gebrachten Substanzen im Blute der Pfortader aufsuchte. Da die Chylusgefäße die in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten verhältnissmässig langsam fortleiten, so muss man schliessen, dass die Substanzen, welche sehr schnell im Blute und in den Excretionen wieder erscheinen, durch die Darmcapillaren und nicht erst durch die Chylusgefäße resorbirt worden sind. Man kann daher nach *Westrumb*, *Stehberger* und Andern die durch die Blutgefäße resorbirbaren Materien daran erkennen, dass sie äusserst schnell im Harn oder in der Lungenausdünstung wieder erscheinen.

Welches sind nun die Stoffe, die solchen Versuchen nach unmittelbar von den Blutgefässen des Magens und Darms aufgesogen zu werden vermögen? Unter diesen zahlreichen und für den ersten Blick sehr verschiedenartigen Materien stossen wir zunächst auf gewisse ziemlich leicht lösliche Salze, die, nützlich oder unnütz für den thierischen Organismus, in demselben keine wesentlichen Veränderungen erleiden und keine grossen Verwandtschaften zu irgend welchen Bestandtheilen des thierischen Körpers entwickeln, nämlich alle die neutralen Alkalisalze, deren Säure nicht besondere Verbindungen mit andern Materien vorzugsweise einzugehen geneigt ist; hieher gehören also Chlornatrium und Chlorkalium, Iodkalium, Bromkalium, phosphorsaure, schwefelsaure, chloresaure, salpetersaure, borsäure, arsensaure Alkalien, gelbes Blutlaugensalz, Rhodankalium, die Verbindungen der Alkalien mit stickstofffreien organischen Säuren. Eine zweite Gruppe von Stoffen, welche vorzugsweise von den Darmcapillaren aufgesogen werden, sind die Säuren, mineralische sowohl als organische; eine dritte Gruppe bilden Alkohol, Aether, Holzgeist, Fuselöl (*Schlossberger*⁵⁾); eine vierte viele flüchtige Oele, sauerstofffreie sowohl als sauerstoff- und schwefelhaltige (Campher, Rettigöl, Oel der *Asa foetida* und dergl. m.); hieher gehören wohl auch die brenzlichen und natürlichen Riechstoffe, wie Moschus und die Bestandtheile des *Ol. animale Dippelii* u. dergl.; eine fünfte mehrere Alkalotide, flüchtige wie nicht flüchtige z. B. Strychnin, Brucin, Morphinum, Theein, Nicotin; endlich sind noch gewisse Pigmente zu erwähnen, die man nicht im Chylus, wohl aber im Harn

1) *Flandrin*, Journ. de Physiol. T. 43, p. 65.

2) *Tiedemann* und *Gmelin*, Versuche über d. Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmcanal ins Blut gelangen. Heidelberg. 1820.

3) *Mayer*, a. o. s. O.

4) *Bernard*, L'Union médic. T. 8, No. 442, p. 445. No. 445, p. 457 u. No. 446, p. 464.

5) *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 9, S. 267—269.

wiederfinden konnte, z. B. die Pigmente der Alkanna, des Gummi Gutti, der Heidelbeeren, schwarzen Kirschen, des Rhabarbers, Campecheholzes, der Färberröthe, des Lackmus, der Cochenille, des Saftgrüns und der Indigotinctur.

Bei der grossen Verschiedenartigkeit der eben aufgezählten Stoffe würde es wohl schwierig, wo nicht unmöglich erscheinen, in ihnen ein gemeinschaftliches Aggregat von Eigenschaften zu finden, durch welches ihre Absorptionsfähigkeit vermittelt der Blutgefässe bedingt würde: allein gewisse andre Materien, die viele von jenen durch ihre Löslichkeit z. B. bei weitem übertreffen, zeigen directen Versuchen zufolge nicht die geringste Neigung durch die Capillaren ins Blut überzugehen, während sie von den Lymphgefässen sehr leicht aufgenommen werden oder trotz ihrer grossen Löslichkeit unresorbirt den ganzen Darmtractus durchlaufen. Wir werden weiter unten die Stoffe genauer kennen lernen, welche nur oder wenigstens in grösserer Menge von den Chylusgefässen aufgesogen werden; erinnern hier aber an die so äusserst löslichen Stoffe, wie Gummi, Curcumaepigment u. dergl., welche weder von den Blut- noch von den Lymphgefässen vom Darmcanale aus aufgesogen werden. Zu den letztgenannten Stoffen scheint auch das mit dem Woorara wahrscheinlich identische Curare-veneno und das Schlangengift zu gehören; wollte man hieraus, wie wirklich geschehen, den Schluss ziehen: die Natur habe in ihrer Weisheit diesem giftigen Stoff den Zutritt zum Blute auf beiden Wegen versperrt, so dürfte man von demselben doch nicht sonderlich erbaut sein, wenn man bedenkt, dass sie gleichzeitig dem ziemlich unschuldigen Gummi und Curcumaepigment ebenso gut wie dem nur selten in den Magen gelangenden Schlangengift den Eintritt in Capillaren oder Chylus versagt, während sie dagegen der Aufsaugung anderer Gifte, die selten in Wunden, gewöhnlich aber in den Darm gelangen, kein Hinderniss in den Weg legt. Diese Erwägung eben sowohl als die (allerdings noch zu bestätigende) Erfahrung von *Boussingault* und *Bernard*, wornach eine thierische Haut, welche Salzlösungen mit Leichtigkeit endosmotisch durchtreten lässt, für Courarin, Emulsin und Diastase vollkommen impenetrabel ist, deuten hinlänglich an, dass hier das Gesetz einer physikalischen Nothwendigkeit in Geltung sein muss. Sollten sich denn aber selbst bei unsrer noch so geringen Kenntniss der Gesetze der Diffusion und Endosmose der Membranen, trotz der auffallenden Verschiedenartigkeit der oben erwähnten Materien doch nicht unter diesen gewisse allen gemeinschaftliche Eigenschaften auffinden lassen, von denen die leichte Aufsaugungsfähigkeit abhängig gedacht werden könnte? Dass nur lösliche Materien resorbirbar sind, darüber ist man allgemein einverstanden: allein der Löslichkeitsgrad der oben angeführten Materien ist so verschieden, dass, wenn es auch nicht eine Anzahl sehr löslicher und dabei nicht resorbirbarer Stoffe gäbe, man doch von der Löslichkeit allein nicht die Fähigkeit jener Substanzen, von den Blutcapillaren aufgesogen zu werden, ableiten könnte. Leider ist die Mehrzahl jener Substanzen

rücksichtlich ihres Diffusionsvermögens und des damit unstreitig zusammenhängenden endosmotischen Aequivalents noch zu wenig untersucht, als dass sich die Abhängigkeit ihrer Aufsaugungsfähigkeit von diesen Eigenschaften evident darthun liesse: allein nach der Analogie der von *Graham* sehr diffusibel gefundenen Substanzen mit vielen der oben genannten dürfte unsere Vermuthung doch um so mehr Wahrscheinlichkeit gewinnen, als wir darnach gerade die Materien der Aufsaugung durch die Venen sehr wenig geneigt finden, welche *Graham* verhältnissmässig wenig diffusionsfähig fand z. B. das Eiweiss und zum Theil auch den Zucker.

Bei der nahen Beziehung, in welcher die Flüchtigkeit der Materien zum Diffusionsvermögen ohne allen Zweifel steht, kann es nicht Wunder nehmen, dass unter jenen leicht resorbirbaren Materien sich so viele flüchtige finden. Die dritte und vierte Gruppe jener transsudablen Stoffe gehört vorzugsweise hieher; bei keiner Gruppe lässt sich aber wohl deutlicher die Abhängigkeit der Resorbirbarkeit von jenen physikalischen Eigenschaften ableiten, als bei der zweiten; denn sowohl *Graham's* Diffusionsversuche als die zahlreichen mit den Säuren angestellten endosmotischen Experimente machen den leichten Uebergang derselben in die Blutcapillaren begreiflich. Wenn wir uns aber die Diffusibilität und ähnliche Fähigkeiten einer Materie nur von gewissen Fundamenteigenschaften derselben abhängig denken können: so stellt sich uns in den meisten der oben genannten Gruppen eine gewisse Einfachheit der Zusammensetzungsform heraus; jene Stoffe sind entweder geradezu binär zusammengesetzt oder sie haben wenigstens wie die Halidbasen und Alkaloide nach den neuesten chemischen Forschungen eine sehr einfache dem Binaritätsgesetz sich nähernde Constitution, während gerade diejenigen löslichen Materien, die zu keiner der obigen Gruppen gehören, wie Albumin, Emulsin, Gummi und selbst Zucker bisher noch allen Bemühungen der Chemiker widerstanden haben, ihre Zusammensetzung unter dem üblichen Gesichtspunkte chemischer Affinität oder Polarität aufzufassen.

Wenn wir in dem Vorliegenden das Aufsaugungsvermögen der Blutgefässcapillaren und die Fähigkeit gewisser Substanzen, von jenen aufgesogen zu werden, unter rein physikalischen Gesichtspunkten aufzufassen versucht haben, so wünschten wir diesen schwachen Versuch nicht dahin missverstanden zu sehen, als ob wir damit jenen im lebenden Körper vor sich gehenden Process bereits für wirklich physikalisch erklärt hielten; wir sind im Gegentheil weit entfernt davon, dies zu glauben; denn wir finden in den uns bis heute vorliegenden physikalischen Thatsachen nur noch zu schwache Andeutungen, um eine solche rein mechanische Anschauungsweise vollständig zu begründen; wir wiederholen daher nur, dass die Einfachheit der physikalischen Erklärungsprincipien unseren Vermuthungen und weitern Forschungen eine sichere Richtung besser begründet, als wenn wir ohne ernstes und tiefes Nachdenken uns leichtfertig transscendentalen Raisonnements in die Arme werfen.

Indem wir nach diesen beiläufigen Betrachtungen wieder zu dem Verdauungsprocesse und dem Verhalten jener Materien in demselben zurückkehren, haben wir dem bereits Erwähnten nichts hinzuzufügen, als dass wir hier noch keine Rücksicht auf die Verdauungsflüssigkeiten, mit denen jene Gruppen von Stoffen in Berührung kommen, zu nehmen haben, da sie eben unverändert, wie sie in den Darmcanal gekommen, aus demselben in die Säftemasse übergeben. Die Verbindungen, welche einzelne derselben bei der Verdauung mit Säuren eingehen, kommen hierbei kaum in Frage, da diese nicht wesentlich umändernd auf sie einwirken.

Gehen wir nun zu den einzelnen Objecten der Verdauung über, so treffen wir zunächst auf eine Gruppe von Stoffen, die man mit dem irrationalen Namen der Kohlenhydrate belegt hat; wir wissen, dass zu diesen die Cellulose, die Gummiarten, das Stärkmehl, Inulin, Lichenin und die eigentlichen Zuckerarten gezählt werden.

Was zunächst den Pflanzenzellstoff oder die Cellulose betrifft, so gehört diese zu denjenigen Stoffen, welche allen Verdauungsflüssigkeiten und sonstigen Lösungsmitteln widerstehen; man findet daher auch alle Pflanzengewebe, welche wesentlich aus dieser Materie bestehen, unverändert in den Excrementen der pflanzenfressenden Thiere und Omnivoren wieder. Indessen ist nicht ganz ausser Acht zu lassen; dass man diesen Stoff (der nach neueren Untersuchungen von *Mitscherlich*¹⁾ vollkommen isomer dem Stärkmehl = $C_{12} H_{10} O_{10}$ gefunden worden ist, während man früher nach *Mulder* seine Zusammensetzung = $C_{24} H_{21} O_{21}$ annahm) sehr gewöhnlich von einer andern völlig unlöslichen Materie, sei es sog. Holzstoff oder Korkstoff, incrustirt findet. Wenn wir nun beim Biber z. B. den ganzen Magen und hauptsächlich den Blinddarm mit Holz- und Rindenstücken wie vollgepfropft sehen, ohne gerade leicht lösliche Nahrungsstoffe auffinden zu können (wie ich mit *E. H. Weber*²⁾ öfter beobachtet habe): so kann man sich des Gedankens kaum entschlagen, dass den Verdauungssäften wenigstens dieser Thiere die Umwandlung und Lösung der Cellulose möglich sei. Dafür spricht auch der von *E. H. Weber*³⁾ besonders hervorgehobene Umstand, dass beim Biber gerade diejenigen Organe, deren Secrete besonders zur Umwandlung der Kohlenhydrate dienen, in vorzüglichem Grade ausgebildet sind; so sind die Speicheldrüsen beim Biber ausserordentlich gross; nach *Weber's* Wägungen betragen sie bei diesem Thiere $\frac{1}{118}$ des Körpergewichts, während sie z. B. beim Menschen nur $\frac{1}{395}$ desselben betragen; auch das Pankreas ist beim Biber ungewöhnlich voluminös (*W.* fand es einmal 18 Par. Zoll lang bei einem ziemlich ausgewachsenen Thiere). Ob die bekannte grosse, nur dem Biber eigenthümliche Magendrüse in directer Beziehung

1) *Mitscherlich*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 75, S. 305—344.

2) *E. H. Weber*, Ber. d. königl. sächs. Gesellschaft d. W. Bd. 2, S. 492.

3) *Ders.*, a. a. O. S. 493.

Quantität wieder auffinden, in der es dem Gährungs- oder Verdauungsgemisch zugesetzt worden war. Allen diesen Erfahrungen nach ist es also mindestens höchst unwahrscheinlich, dass auch nur eine geringe Menge Gummi bei der Verdauung in Zucker umgewandelt werde. Es läge demnach, sollte das Gummi zu Zwecken des thierischen Lebens wirklich verwendet werden, nur noch die Möglichkeit vor, dass es unverändert aus dem Verdauungscanale, sei es durch Blut- oder durch Chylusgefäße, resorbirt werde. *Tiedemann* und *Gmelin*¹⁾ fütterten eine Gans bloß mit Gummi, bis sie nach 46 Tagen starb; sie fanden in den Excrementen stets unverändertes Gummi, so auch in den (sauer reagirenden) Contentis des Dünndarms und Dickdarms. *Boussingault*²⁾ liess eine Ente 50 grm. arabisches Gummi verschlucken und erhielt im Verlaufe von 9 Stunden 46 grm. davon aus den Excrementen wieder. Einem alten Kaninchen injicirte ich in den Schlund täglich 40 grm. Gummi arabicum in 90 Th. Wasser gelöst, während es übrigens mit Kraut gefüttert wurde; die Excremente behielten ihre gewöhnliche Form und Consistenz bei, Gummi war jedoch in denselben in grosser Menge mit Leichtigkeit nachzuweisen; der täglich gelassene Harn ward gesammelt, stark concentrirt und mit absolutem Alkohol behandelt; das, was dieser ungelöst zurückgelassen hatte, ward mit kaltem Wasser extrahirt; die wässrige Lösung gab selbst in ihrer concentrirtesten Form weder mit kiesel-saurem Kali noch mit Borax, noch mit schwefelsaurem Eisenoxyd (*Lassaigne*³⁾) eine dem Gummi entsprechende Reaction. Nach drei Tagen ward das Thier getödtet, nachdem es 4 Stunden vorher die letzte Gabe Gummi (40 grm. auf ein Mal) erhalten hatte; weder in der allerdings sehr geringen Menge von aus dem Ductus thoracicus gesammelten Chylus noch im Blute konnte nach Coagulation aller gerinnbaren Materie und Herstellung des wässrigen Extracts mittelst jener Reagentien eine Spur Gummi entdeckt werden. Es ist sonach nicht zu bezweifeln, dass, wenn dieser Stoff überhaupt resorbirbar ist, er nur in höchst geringen Mengen und zwar sehr langsam in die Säftemasse übergehen kann; denn an eine sehr schnelle Umwandlung desselben im Blute ist auch nicht wohl zu denken, da allen chemischen Erfahrungen nach Gummi weit schwieriger zerlegt wird, als andre Kohlenhydrate und z. B. als Zucker, der obwohl so leicht zersetzbar doch im Blute nachgewiesen werden kann.

Wollen wir nun nicht an ein Widerstreben der aufsaugenden Organe gegen die Aufnahme dieses so äusserst löslichen Stoffes glauben, so würde es sich fragen, ob uns in den bisherigen physikalischen Erfahrungen über Diffusion oder Transsudation des Gummis etwas geboten würde, was zur Erklärung der obengenannten physiologischen Erfahrungen beitragen könnte. Nach *Graham* ist das Diffusionsvermögen des Gummis um die

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung Bd. 2, S. 486.

2) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 48, p. 444.

3) *J. L. Lassaigne*, Journ. de chim. méd. 3 Sér. T. 7, p. 580—582.

geringer als das des Stärkezuckers und 4 bis 5mal geringer als das des Chlornatriums, dabei aber doch noch über 4mal erheblicher, als das des Albumins. *Jolly* fand das endosmotische Aequivalent des Gummis be weitem bedeutender als z. B. das des Zuckers. Dass aber thierische Membranen für Gummi nicht impermeabel seien, davon kann sich jeder durch den einfachsten endosmotischen Versuch mit dieser Substanz überzeugen. Die physikalischen Versuche lehren also nur, dass das Gummi schwieriger als viele andre Substanzen thierische Membranen durchdringe; es würde nun nur noch durch weitere Versuche zu erörtern sein, welche mechanischen Bedingungen es mit sich bringen, dass so äusserst wenig Gummi aus dem Darmcanal ins Blut übertritt; denn dass gar kein Gummi aufgesogen werde, das ist auch aus dem von mir oben angeführten Versuche nicht zu schliessen; denn kieselsaures Kali, Borax und schwefelsaures Eisenoxyd sind keineswegs so empfindliche Reagentien, als dass bei deren Anwendung in einem Gemenge organischer Körper (wie sie dort vorlagen) nicht geringe Mengen von Gummi unentdeckt bleiben könnten. Auch von dem Curcumaepigment hat man behauptet, dasselbe werde im Darne durchaus nicht resorbirt; indessen lassen sich meinen Erfahrungen nach geringe Mengen im Blute allerdings nachweisen, wenn man Kaninchen einige Tage hindurch concentrirte Lösungen jenes Pigmentes beibringt. Ob es überhaupt eine in Wasser lösliche Substanz gäbe, für welche die gewöhnlichen thierischen Häute absolut undurchdringlich seien, muss zur Zeit noch sehr bezweifelt werden; denn *Cl. Bernard's* Versuch, in welchem das Curaragift eine thierische Blase nicht zu durchdringen schien, verdient jedenfalls einer Wiederholung, während *Bernard* zweifelsohne im Irrthume ist, wenn er sich überzeugt zu haben glaubt, dass für Emulsin und Diastase thierische Membranen undurchdringlich seien; diese Körper besitzen gleich dem Albumin allerdings nur ein geringes Vermögen, thierische Membranen zu durchdringen. Was übrigens das Curaragift angeht, so sind seine chemischen Qualitäten noch viel zu wenig untersucht, als dass es für jetzt nicht erlaubt wäre, anzunehmen, es äussere im Darmcanale deshalb keine giftigen Wirkungen, weil es dort zersetzt würde oder Verbindungen eingehe, die dem thierischen Organismus keinen Schaden bringen. Wenn übrigens Gummi, Emulsin, Diastase und Curarin in der That in noch geringerer Menge resorbirt werden, als man den endosmotischen Versuchen nach erwarten sollte: so dürfen wir nicht ausser Acht lassen, dass die physikalische Constitution der Darmhäute überhaupt hier von Einfluss sein kann; wissen wir doch, dass endosmotische Versuche oft verschiedene Resultate geben, je nachdem die Schleimhaut oder die seröse Haut einer Membran dem diffundirenden Salze zugekehrt ist und dass z. B. Caoutchoukmembranen sich ganz anders gegen Wasser und Alkohol verhalten, als thierische Häute. Alle diese und ähnliche Verhältnisse müssen erst ermittelt sein, ehe man über das Verhalten des Gummis im Darmcanal ein bestimmtes Urtheil fällen oder vitale Kräfte bei dem Widerstande gegen

dessen Aufsaugung annehmen dürfte. Wir wissen also bis jetzt nicht viel mehr, als dass durch die bei rationellen Aerzten so beliebten *Potiones gummosae* dem thierischen Organismus selbst an Respirationsmitteln nur äusserst wenig brauchbares Material zugeführt wird, und dass ihr Nutzen, wenn sie überhaupt einen haben, in acuten Krankheiten wohl eben nur ein negativer ist.

Unter allen Kohlenhydraten als Objecten der Verdauung ist bekanntlich das Stärkmehl das wichtigste; wir wissen, dass es zu denjenigen Stoffen gehört, welche, um resorbirt werden zu können, einer vorgängigen Umwandlung bedürfen, dass die Umwandlung des Stärkmehls auf Bildung von Dextrin und Zucker hinausgeht, Milchsäure aber dabei nur in beschränkterem Grade erzeugt wird, und endlich, dass der Speichel und der pankreatische Saft die Mittel sind, durch welche jene Umsetzung der Atome des Stärkmehls bedingt wird. Wir haben über diese Gegenstände im zweiten Theile dieses Werks, als wir von der Function des Speichels (S. 25—32), des pankreatischen Saftes (S. 94—93) und des Darmsaftes (S. 98) sprachen, schon so ausführlich gehandelt, dass uns hier kaum noch etwas zu bemerken übrig bleibt.

Ueberschauen wir aber noch einmal kurz die Schicksale, welchen das Stärkmehl im thierischen Organismus von seinem Eintritte in die Mundhöhle an unterliegt, so ergiebt sich Folgendes. In der Mundhöhle wird es je nach der Intensität der Kaubewegungen, seiner Trockenheit und anderen Verhältnissen nach mit mehr oder weniger Speichel imprägnirt; so kräftig auch der normale Speichel auf Umsetzung gekochten Stärkmehls in Zucker hinwirkt, so kann sein Einfluss auf das rohe Stärkmehl bei der geringen Dauer des Verweilens jedes einzelnen Bissens in der Mundhöhle nur ein sehr geringer sein. Bei dem längern Verweilen der Nahrungsmittel im Pansen der widerkäuenden Thiere, bei der dauernden Einwirkung immer neu zugeführter Speichelmengen wird dagegen allerdings ein grosser Theil des in jenen Nahrungsmitteln enthaltenen Stärkmehls metamorphosirt; dasselbe dürfte im Kropfe der Vögel der Fall sein. Bei allen andern Thieren gelangt der grösste Theil des Stärkmehls unverändert in den Magen, wo durch den in hinreichender Menge abgesonderten Magensaft die fernere Einwirkung des Speichels auf das Amylon bis zu einem gewissen Grade sistirt wird. Nach nicht allzulangem Verweilen im Magen gelangt dieser Stoff in den Zwölffingerdarm, wo er mit dem kräftig einwirkenden Bauchspeichel in Berührung gebracht und der Anfang zu seiner Umsetzung gemacht wird. Gegen das Ileum hin verschwindet der pankreatische Saft und seine Stelle wird durch den Darmsaft vertreten; letzterer wirkt etwas schwächer umwandelnd auf das Amylon ein. Die Umsetzung des Stärkmehls in Zucker erfolgt allmählig; die Stärkmehlkügelchen werden von ihrer Oberfläche her erweicht und zu Dextrin und Zucker aufgelöst; einzelne Lamellen der Kügelchen sondern sich ab, zerreißen und sind oft noch in einzelnen Fetzen durch das Mikroskop (und namentlich unter Mithülfe von Iod) wahrnehmbar; je

weiter hinab das Stärkmehl vom Jejunum ins Ileum tritt, desto kleiner erscheinen seine Körnchen in Folge der ebenerwähnten Auflösung von ihrer Oberfläche her. Das bei Pflanzenfressern so stark ausgebildete Coecum scheint darauf hinzudeuten, dass das Stärkmehl hier von Neuem einem dasselbe umwandelnden Fermente ausgesetzt wird; allein dass die dort abgesonderten Drüsensecrete wirklich ein solches Ferment abgeben, ist den bisherigen Erfahrungen nach weder mit Bestimmtheit zu erweisen noch zu widerlegen. Bekannt ist, dass sein nächstes Umsetzungsproduct, das Dextrin, so schnell in Zucker umgesetzt wird, dass man dasselbe im Darne nur selten und dann nur in geringen Mengen vorfindet. Da man dagegen neben Stärkmehl immer Zucker in Darne findet, so ist es wahrscheinlich, dass das Dextrin als solches ähnlich dem Gummi nur in sehr geringen Mengen absorbirt wird. Obwohl kaum daran zu zweifeln ist, dass ein grosser Theil des mit der Nahrung aufgenommenen Stärkmehls unter der Form von Zucker aus dem Darne ins Blut übergeht: so werden wir doch uns sehr bald davon überzeugen, dass nicht unerhebliche Mengen Stärkmehl im Dünndarm zu Milchsäure und im untern Theile desselben, hauptsächlich aber im Dickdarm, zu Buttersäure metamorphosirt und als solche schleuniger noch als der Zucker resorbirt werden.

Gegen Inulin verhalten sich die Verdauungsflüssigkeiten ganz wie gegen Amylon; ja wir dürfen sogar behaupten, dass den von uns damit angestellten (allerdings nicht genaueren quantitativen) Untersuchungen nach jener Stoff schneller noch umgewandelt wird, als das gewöhnliche Stärkmehl.

Wir gehen nun zu dem Zucker über und zwar zunächst zu dem *Krümelmelzucker*, der zwar an sich schon wegen seines häufigen Vorkommens in vegetabilischen Nahrungsmitteln unsre Aufmerksamkeit auf sich zieht, dieselbe aber besonders deshalb in hohem Grade verdient, weil er, wie wir eben gesehen haben, das gewöhnlichste und normalste Umwandlungsproduct des wichtigsten, stickstofffreien Nahrungsstoffs, des Stärkmehls, ist. Hierbei drängt sich uns zunächst die Frage auf: erleidet der eigentliche Krümelmelzucker während der Verdauung der andern Stoffe oder durch einzelne Verdauungsmittel noch anderweite Veränderungen oder wird derselbe unverändert resorbirt? Erst nach Beantwortung dieser Frage ist die andre zulässig, nämlich durch welche Organe der Krümelmelzucker vom Darmcanale aufgesogen werde?

Von der Umwandlung des Krümelmelzuckers in Milchsäure, Buttersäure und Fett ist in dem Obigen schon vielfach die Rede gewesen; wir würden daher uns kaum veranlasst finden, hierauf wieder ausführlicher zurückzukommen, wenn es uns hier nicht vielmehr darauf ankäme, wenigstens annähernd die Grösse oder die Ausdehnung dieser Umwandlungen zu ermitteln. Man stellt sich gewöhnlich vor, dass der in den Darmcanal gebrachte oder dort erst gebildete Zucker nur so ohne Weiteres und zwar eiligst von den Blutcapillaren absorbirt werde, eine Ansicht, die uns noch weit davon entfernt dünkt, erwiesen zu sein. Dass ein Theil des Zuckers,

ehe er zur Resorption gelangt, bereits einer oder der andern Umwandelung unterliegt, wird ziemlich allgemein zugegeben; wie gross aber dieser Theil ist, darüber haben directe Untersuchungen noch nicht angegeben werden können; man hat ihn aber in der Regel für höchst gering gehalten. Die geringe Schätzung der Menge in Milchsäure umgewandelten Zuckers entsprang theils aus der Beobachtung, dass die saure Reaction des Darminhalts nicht sehr bedeutend ist, theils aus dem Glauben, dass der so leicht lösliche, für höchst diffusibel gehaltene Zucker (der übrigens auch nicht eben in grossen Mengen im Dünndarme zu finden ist) ausserordentlich schnell resorbirt werden müsse. Da, wie gesagt, directe quantitative Bestimmungen über die Menge der im Darmcanale gebildeten Milchsäure nicht ausführbar sind, so sehen wir uns nach andern positiven Unterlagen um, die der einen oder der andern Ansicht eine Stütze geben vermögen. Eine solche feste Unterlage würde es z. B. sein, wenn wir genau angeben könnten, wieviel Zucker innerhalb einer bestimmten Zeit ins Blut oder in den Chylus wirklich übergeht, insofern dessen Menge in den beiden Flüssigkeiten verglichen würde mit den Mengen des in der Nahrung aufgenommenen zuckergebenden Kohlenhydrats. Obgleich sich nun zwar nach den bisherigen Untersuchungen Berechnungen anführen lassen dürften, so zog es der Verf. doch vor, einige diese Fragen unmittelbar berührende Versuche an Pferden auszuführen¹⁾.

Die Nahrung, welche den Pferden gereicht wurde, bestand aus zur Hälfte gekochtem, zur Hälfte rohem Kartoffelstärkmehl; das Gemeng von beiden wurde ungefähr $\frac{1}{12}$ Roggenkleie gemengt und daraus Boli geformt, von welchen den Pferden täglich in Zwischenräumen von 2 St. im Ganzen 2000 bis 3000 grm. beigebracht wurden. Der Gehalt an Stärkmehl in den lufttrocknen Bolis ward nach der Methode von *Liebig* und *Horsford* bestimmt. Die Pferde erhielten ausserdem etwa in 24 1 Klgrm. Zucker zu fressen. Diese Fütterung wurde drei Tage lang fortgesetzt, am dritten Tag der Gehalt der in 24 St. entleerten Excremente an Stärkmehl durch Digestion mit verdünnter Schwefelsäure und nachmalige Bestimmung der durch Gärung entwickelten Kohlensäure ermittelt. Eine bis $4\frac{1}{2}$ Stunde nach der letzten Fütterung wurden die Thiere getödtet, der Darminhalt untersucht und der Chylus wie das Pfortaderblut einer sorgfältigen Analyse rücksichtlich ihres Zuckergehaltes unterworfen.

Pferd *A* erhielt in den letzten 24 St. in den Bolis 4584 grm. trocknes Stärkmehl; in den Excrementen fanden sich 234 grm. wieder, also hatte das Thier in 24 St. 4350 grm. Stärkmehl consumirt; es mussten demnach = 4500 grm. Zucker der Resorption anheimgefallen sein.

Pferd *B* verzehrte am dritten Versuchstage 4235,3 grm. Stärkmehl; in den Excrementen wurden = 824,5 grm. wieder gefunden: also gelangten 944,3 grm. Stärkmehl oder 4016,4 grm. Zucker zur Resorption.

Pferd *C* verzehrte am letzten Versuchstage 4874,8 grm. Stärkmehl, davon den Excrementen wiedergefunden = 443,2 grm., also in die Säftemasse aufgenommen = 4458,6 grm. Stärkmehl oder 4620,6 grm. Zucker.

Es wären also bei diesen Thieren, wenn das Stärkmehl sich bloß in Zucker verwandelt hätte, in 24 St. = 4382 grm. Zucker gebildet worden und in Blut- und Chylusgefässe übergegangen. Da die Thiere

1) *Lehmann*, Ber. der k. sächs. Gesellsch. der Wiss. Jahrg. 1853.

kleinen Zwischenräumen von 2 St. gefüttert worden waren, so lässt sich annehmen, dass in 1 St. 57,58 grm. und in 1 Minute also fast 1 grm. in den Chylus oder in das der Pfortader zuströmende Blut übergegangen waren. Nun ist die Bewegung der Flüssigkeit weder in den Chylusgefäßen noch in der Pfortader so schnell, dass der aufgesogene Zucker zu bald aus der Nähe des Darms oder dem Unterleibe überhaupt entfernt würde, als dass man nicht in einer der beiden Flüssigkeiten eine wo nicht zur quantitativen Bestimmung doch zum qualitativen Nachweis ausreichende Menge Zucker zu finden hoffen dürfte.

Es ist schon früher erwähnt worden, dass ich im Pfortaderblute der Pferde nur zuweilen Spuren von Zucker, öfter aber gar keinen solchen gefunden habe. Wenn frühere Beobachter Zucker im Blute dieses Gefäßes zu finden geglaubt und überhaupt die Eigenschaften dieses Bluts anders fanden, als ich es beschrieben habe, so liegt der Grund höchst wahrscheinlich in der Methode, das Pfortaderblut zu gewinnen. Man darf nämlich zu dem Zwecke nicht erst die ganze Bauchhöhle öffnen und etwa umständlich die Pfortader praepariren; denn dann regurgitirt das Blut von den Lebervenen her und es gelangt ein Theil des durch seine morphotischen Elemente wie durch seinen Zuckergehalt ausgezeichneten Lebervenenblutes in die Pfortaderverzweigungen. Man darf nur eine kleine Oeffnung in die Bauchdecke machen und durch diese schnell eingehend die Pfortader an ihrer Eintrittsstelle in die Leber unterbinden. Auch *Bernard*¹⁾ hat, wenn er auf diese Weise jenes Blut sammelte, nie eine Spur Zucker in demselben gefunden. Ich verschaffte mir mit der eben angeführten Vorsicht das Pfortaderblut der zu den Versuchen verwendeten Pferde und fand kein einziges Mal Zucker in demselben und so auch nie eine Spur von Dextrin.

Obgleich ich schon oben öfter das von mir befolgte Verfahren zum Nachweis von Zucker angegeben habe, so sei doch hier der Wichtigkeit der Sache halber bemerkt, dass ich von dem einen Pferde 69,4 grm., von dem andern 53,3 grm. und von dem dritten 77,2 grm. Pfortaderblut erhielt, von dem mindestens je $\frac{2}{3}$ zur Zuckerbestimmung in folgender Weise verwendet wurden. Das mit verdünnter Säure neutralisirte und mit der 4fachen Menge Wassers versetzte Blut wurde in der Hitze coagulirt, die abgepresste und filtrirte Flüssigkeit verdunstet, der Rückstand mit 85% Spiritus extrahirt und die spirituöse Flüssigkeit mit alkoholischer Kalilösung gefällt u. s. w. Das, was in Spiritus unlöslich war, wurde mit wenig Wasser angerührt, filtrirt, zur Umwandlung des etwa vorhandenen Dextrins mit verdünnter Schwefelsäure erhitzt und dann auf Zucker untersucht.

Diese auffallende, dem bisherigen Glauben an den leichten Uebergang des Zuckers in das Blut der Darmvenen direct widersprechende Thatsache wird man geneigt sein, entweder durch Zweifeln an der Schärfe der chemischen Untersuchungsweise oder durch die Annahme einer äusserst rapiden Zersetzung des Zuckers im Blute als beweisunkräftig an-

1) *A. Bernard, Nouvelle fonction du foie etc. Paris 1853. p. 23.*

Diese von mir früher bei Versuchen an Katzen, Pferden und Kaninchen gemachten Beobachtungen sind jüngst durch zahlreiche Versuche in meinem Laboratorium theils von *Uhle*¹⁾, theils von *v. Becker*²⁾ bestätigt worden.

Dafür, dass der Magensaft nicht die Ursache dieser sauren Reaction sein könne, bedarf es keines umständlichen Beweises durch Zahlen, die bei den immerhin sehr unsichern Unterlagen nicht sehr entscheidend sein könnten; wir verweisen vielmehr auf die bekannten Erfahrungen, dass selbst nach Fleischkost, mit der doch dem Magensaft noch freie Säure zugeführt wird, eine saure Reaction oft schon im Jejunum nicht mehr nachzuweisen ist. Wir erlauben uns, ganz von unsern eignen Beobachtungen und Versuchen absehend, hier nur auf einige von *Bidder* und *Schmidt*³⁾ gemachte, wie uns scheint, sehr treffende Erfahrungen hinzuweisen. Nachdem einem jungen Hunde Ductus choledochus und pankreaticus unterbunden worden waren, wurde ihm eine Darmfistel beigebracht, welche bei der später erfolgten Section sich am Ende des ersten Drittels des Dünndarms befindlich zeigte. Erst 8 Tage nach der Operation, wo die Wunden des Thiers im Wesentlichen verheilt waren und sich überhaupt kein besonderer Reizzustand mehr an demselben wahrnehmen liess, wurde der Hund zu verschiedenen Versuchen benutzt. Nach Fütterung mit Fleisch trat aus der Fistel eine grauweisse Masse von stark alkalischer Reaction; es war also in diesem Falle die freie Säure des Magensaftes und die des Fleisches selbst getilgt, ja soviel Darmsaft abgesondert worden, dass die Alkalescenz noch vorwaltete. Man kann die Alkalescenz in diesem Falle nicht etwa von einer durch Fäulniss bedingten Ammoniakbildung ableiten, die etwa wegen fehlenden Zuflusses der Galle eingetreten wäre; denn auch, wenn Galle und pankreatischer Saft ungehinderten Zutritt zum Darne haben, findet man in solchen Fällen den Chymus im Jejunum und Ileum nicht minder alkalisch. So viel dürfte also wohl erlaubt sein, aus jenem Versuche zu schliessen, dass die freie Säure, die wir bei vegetabilischer, säurefreier Nahrung oder nach Zuckergenuss im ganzen Dünndarme beobachten, nicht von dem Magensaft herrühre, sondern dass sie ihre Quelle in den Speisen selbst haben müsse.

Ist nun die Thatsache constatirt, dass ein Theil des Stärkmehls und Zuckers im Darmcanale in Säure ungewandelt werde, so fragt es sich, welcher Stoff oder welcher Bestandtheil des Darminhalts jene Umsetzung bedinge. Wir sahen, dass bei völligem Abschluss von Speichel, Magensaft, Bauchspeichel und Galle der Darmsaft allein im Stande ist, Stärkmehl in Zucker und diesen in Milchsäure umzuwandeln. Ueberdies sah *C. Schmidt* Stärkmehl sich durch Darmsaft in 30 Minuten vollständig in Zucker und in 5 bis 6 Stunden in Milchsäure umwandeln. Damit soll aber nicht geläugnet werden, dass Magensaft (*Boucharlat* und *Sandras*), Galle (*van den Broek*) oder andre dem Magen zufließende Säfte, ja selbst normaler Schleim jenes Vermögen nicht besäßen oder bei der Temperatur des thierischen Körpers nicht erlangen könnten: allein sicher ist, dass alle diese Materien zusammengenommen nicht so schnell Milchsäuregährung hervorrufen, als der eigentliche Darmsaft.

Bestimmen muss ich *Frerichs* und *Schmidt*, dass reiner, saurer Magensaft von Hunden, wie man ihn aus Magen fisteln erhält, Zucker selbst nach mehrstündiger Digestion nicht in Milchsäure umsetzt; allein wird der Magensaft mit vielem Spei-

1) *Uhle*, Diss. inaug. Lips. 1852.

2) *v. Becker*, Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1853. Bd. 5, H. 2.

3) *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 274 und 284.

chel gemischt oder setzt man ihm etwas Drüsenhaut vom Schweinsmagen zu, so lässt sich allerdings nach 3 bis 4 Stunden Milchsäure in dem Gemisch nachweisen. Wir glauben daher, dass wenigstens zur Zeit die Möglichkeit einer Milchsäurebildung im Magen nicht völlig in Abrede gestellt werden darf, obgleich es unwahrscheinlich ist, dass unter den gewöhnlichen Verhältnissen eine irgend bemerkbare Menge Stärkmehl oder Zucker diese Umwandlung erleide.

Lässt man Speichel mit Milchzucker oder auch mit Stärkmehl bei einer Temperatur zwischen 30 und 40° stehen, so bildet sich allerdings etwas freie Säure; allein es bedarf zu deren Entwicklung so lange Zeit (oft 16 bis 32 Stunden), dass der Gedanke wohl ausgeschlossen ist, der Speichel trage etwas zur Umwandlung des Zuckers in Milchsäure bei.

Heintz und *van den Broek*¹⁾ haben die Meinung aufgestellt, die Galle trage vorzugsweise dazu bei, den Zucker in Milchsäure umzuwandeln; dafür scheint nun auch die bekannte Erfahrung zu sprechen, dass man den Inhalt des Duodenums meistens schärfer sauer findet, als den Mageninhalt und als den des Jejunums. Trotzdem möchte ich aber dieser Ansicht nicht unbedingt beitreten; denn ganz abgesehen davon, dass, wie erwähnt, ohne Galle durch den Darmsaft allein schon die Milchsäuregährung eingeleitet wird, und dass andererseits jene schärfer saure Reaction des Duodenalinhaltes sich leicht anders deuten lässt: ist auch die Einwirkung der Galle auf Zucker eine so langsame, dass man diese Function selbst nicht als Nebenzweck ihres Eintritts in den Darmcanal betrachten kann. Jeder, der in der Weise wie *Schiel* den *Meckel'schen* Versuch, Galle mit Zucker gähren zu lassen (vergl. Th. 1, S. 244 und Th. 2, S. 59), wiederholt hat, wird sich überzeugt haben, dass die Säuerung der Galle nur sehr langsam eintritt; besonders ist dies der Fall, wenn man filtrirte oder mit grösster Vorsicht aus der Gallenblase ausgedrückte Galle zu dem Versuche verwendet; durch Alkohol von Schleim und nachmals durch Abdampfen vom Alkohol befreite Galle geht selbst nach Monaten nicht in Milchsäuregährung über; Schleim ist unbedingt zu diesem Processe nothwendig; dieser thut es aber auch ohne Galle und zwar nicht langsamer als mit Galle, aber immer ist dazu eine weit längere Einwirkung nothwendig, als im Darmcanal statt hat. Daran, dass etwa die gebildete Milchsäure bei derartigen Gährungsversuchen durch das Alkali der Galle gesättigt würde, ist nicht zu denken; denn der Gehalt der Galle an kohlen saurem Alkali ist äusserst gering, und die durch Zerlegung der Galle frei werdenden, in Aether löslichen Säuren (unter denen ich 24 St. nach begonnener Gährung nicht einmal Milchsäure mit Bestimmtheit nachweisen konnte) reagiren selbst sehr stark sauer. Schleimhaltige Rindsgalle, die ich mit Milchzucker versetzt hatte, schied bei einer zwischen 20 und 40° schwankenden Temperatur nach Verlauf von 2 bis 3 Monaten ein Sediment von krystallinischer Cholsäure (*Cholals. Str.*) aus, in der Flüssigkeit war essigsäures und verhältnissmässig wenig milchsaures Alkali enthalten.

Dass pankreatischer Saft Zucker nicht umzuwandeln vermöge, hat zuerst *Lassaigne*²⁾ beobachtet.

Bringt man Krümelzuckerlösung, wie *Funke* auf meine Veranlassung öfter versuchte, in eine abgebundene Darmschlinge (in der Mitte des Dünndarms), so ist nach Verlauf von 2, 3 oder 4 Stunden die Lösung, wenn sie auch sehr concentrirt war, grösstentheils verschwunden, der Darm selbst sehr blass und niemals entzündet (wogegen die mit Kochsalzlösung versetzten Schlingen, wenn die Lösung einigermaassen concentrirt war, oft stark entzündliche Injectionen zeigten); der Rest von Flüssigkeit in der Schlinge reagirt aber nicht sauer. Auf den ersten Blick scheint dieser Versuch ganz für die Ansicht *van den Broek's* und *Heintz's* zu sprechen, dass nur durch die Galle die Umwandlung des Zuckers in Milchsäure bedingt

1) *Van den Broek*, Zeitschrift für rat. Med. Bd. 8, S. 342.

2) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. 1854 No. 2. p. 69—74.

endosmotische Aequivalent des Zuckers fast noch einmal so gross als das des Chlornatriums und 20mal grösser als das des Schwefelsäurehydrats. Diesen physikalischen Erfahrungen nach können wir also *a priori* keineswegs auf eine ausserordentlich lebhaft Resorption des Zuckers im Darmschliessen.

Bei den mannigfachen Widersprüchen, auf die wir sonach in Beobachtung der das Verhalten des Zuckers im Darmcanale betreffenden Erscheinungen stossen, schien es nun vor Allem nothwendig, weitere und zwar genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand anzustellen. Daher hat *v. Becker*¹⁾ auf meine Veranlassung mehrere Reihen von Untersuchungen namentlich an Kaninchen ausgeführt, die wenigstens einige der bezüglichen Fragen zur vollständigen Erledigung gebracht haben. Es schien mir nämlich nothwendig, vorläufig von der Verdauung des Stärkemehls, Rohrzuckers u. s. w. abzusehen und lediglich jenen Zucker zu den Experimenten zu verwenden, der sich im Thierkörper aus jenen Kohlenhydraten zu bilden pflegt, ehe diese zur Resorption gelangen. Bei Beurtheilung der Resultate der *Becker'schen* Versuchsreihen ist aber eben dieser Punkt nicht ganz ausser Acht zu lassen, wir haben nämlich dem Darmcanale und dem Blute bei weitem mehr Zucker zugeführt, als unter den normalen Verhältnissen bei der Verdauung der Amylaceen auf einmal gebildet zu werden pflegt. Schon von diesem Umstande allein sind mehrere Widersprüche abzuleiten, welche sich in diesen Versuchen *Becker's* mit mehreren von mir selbst oder *Uhle* ausgeführten Experimenten zeigen. Zunächst ist durch drei Versuchsreihen ausser Zweifel gesetzt worden, dass nach Einführung grösserer Mengen von Krümelzucker in den Darmcanal jener direct ins Blut übergehe; ja in letzterem sich oft in solcher Menge anhäufe, dass er selbst in den Harn übergehe. Zuerst wurden nach der bereits oben angeführten Methode Zuckerlösungen von verschiedener Concentration in unterbundene Darmschlingen eingebracht, und constant fand sich im Blute eine Vermehrung des normalen Zuckergehalts desselben; derselbe stieg in einzelnen Fällen bis auf 0,6% und war demnach auch noch im Harne (vergl. Th. 2, S. 375) nachzuweisen. Zu demselben Resultate führten die Versuche, in denen Zuckerlösungen durch die Schlundsonde den Kaninchen in den Magen gespritzt wurden. Hierbei trat jedoch öfter der üble Umstand ein, dass in Folge der abnormen Anfüllung der Därme mit wässriger von Zucker überladener Flüssigkeit krankhafte Erscheinungen eintraten und die Resorption des Zuckers bedeutend beeinträchtigt wurde. Die dritte Methode, den unmittelbaren Uebergang von Zucker ins Blut nachzuweisen, bestand darin, den Thieren beliebige Mengen zuckerreicher Nahrung vorzulegen. Auch hier wurde constant eine Zunahme des Zuckergehalts im Blute gefunden, indessen nur, wenn die Thiere sehr gefrässig waren, ein Uebergang des Zuckers in den Harn beobachtet. Es dürfte somit kein Zweifel darüber

1) *v. Becker*, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 5, H. 2.

obwalten, dass ein grosser Theil des mit der Nahrung aufgenommenen oder im Darne gebildeten Zuckers bei der Verdauung unverändert ins Blut übergeht. Der Zuckergehalt des Blutes ist also, obwohl sich solcher auch in der Leber erzeugt, doch direct von der Menge aufgenommenener Kohlenhydrate abhängig, ein Satz, den *Bernard*¹⁾ zufolge seiner Bestimmungen des Zuckergehalts der Leber bei verschiedenen Thieren längen zu müssen glaubt, während doch seine eignen Versuche erweisen, dass die Leber pflanzenfressender Säugethiere und Vögel constant mehr Zucker enthält, als die fleischfressender.

Eine andere Frage, die uns rücksichtlich der Zuckerresorption vielfach beschäftigte, war die, wieviel wohl ein Thier von bestimmter Grösse oder bestimmtem Gewichte innerhalb gewisser Zeiten zu resorbiren vermöchte; *Boussingault*²⁾ hatte bei seinen Versuchen an Enten gefunden, dass eine Ente (ohne Gewichtsangabe) innerhalb einer Stunde 5,62 grm. Zucker oder die diesem aequivalente Stärkemehlmenge d. h. 5,26 grm. zur Resorption zu bringen im Stande sei. *Von Becker* fand in mehreren Versuchen, bei denen Kaninchen Zuckerlösungen von Viertelstunde zu Viertelstunde in den Schlund injicirt wurden, dass 1 Klgrm. Kaninchen innerhalb einer Stunde ungefähr 4,5 grm. Zucker zu absorbiren im Stande sei. Indessen ist auf diese Bestimmung kein hoher Werth zu legen, da, wie auch die directen Versuche erwiesen, die in bestimmten Zeiten der Resorption unterliegende Menge Zucker sehr abhängig ist von der Concentration der im Darne befindlichen Zuckerlösung.

Der letzterwähnte Umstand führt uns auf eine für den ganzen Verdauungsprozess höchst wichtige Frage. Wir haben schon in der Einleitung zu diesem Capitel darauf hingewiesen, wie wenig wir noch über den Modus der Resorption jener Stoffe aufgeklärt sind, die als Verdauungsproducte ins Blut überzugehen bestimmt sind. Um einigermassen in dieses dunkle Gebiet einzudringen, schien es passend, die Forschung mit den einfachsten und zugänglichsten Verhältnissen, d. h. mit Ermittlung der den Zucker betreffenden Resorptionsgesetze zu beginnen. Zu diesem Zwecke wurden in unterbundene Dünndarmschlingen von verschiedener Länge Krümelzuckerlösungen von verschiedener, aber genau bestimmter Concentration eingebracht, die Thiere nach 1, 2, 3 oder 4 Stunden getödtet und dann sowohl die in der Darmschlinge zurückgebliebene Zuckermenge als der Gehalt des Blutes an Zucker ermittelt. Die interessanten Ergebnisse, zu welchen *v. Becker* bei diesen gegen 60 Beobachtungen umfassenden Versuchsreihen gelangte, bestehen in Folgendem: Die Menge des absorbirten Zuckers ist durchaus unabhängig von der Länge der Darmschlinge oder dem Quadratinhalte der absorbirenden Fläche. Dieses durchaus unerwartete Resultat hat sich in allen Versuchen bestätigt; sobald die Menge des in die Schlinge injicirten

1) *Cl. Bernard*, *Nouvel*

2) *Boussingault* *Ann.*

de. p. 48.

lys. 3. *Sér.* T. 18. p. 460.

Zuckers dieselbe war, blieb sich die Resorption gleich, mochte sich die Zuckerlösung auch über einen noch so grossen Abschnitt des Dünndarms ausbreiten, nur darf die Kürze der unterbundenen Darmschlinge allerdings nicht eine gewisse Grenze überschreiten. So wurden z. B. zwei Kaninchen gleicher Grösse je 8 grm. einer Zuckerlösung, die 0,278 grm. Zucker auf 7,722 grm. Wasser enthielt, in unterbundene Darmtheile injicirt, bei dem einen Thiere betrug der Flächeninhalt des unterbundenen Darmtheils 27720 Cubikmillimeter, bei dem andern aber nur 6800 Cubikmillimeter und doch waren nach 4 Stunden von ersterem nur 0,234 grm., von letzterem 0,225 grm., also nahezu gleiche Mengen Zucker resorbirt worden. In mehrern Versuchen war selbst aus der kleinern Schlinge etwas mehr, als aus der grössern resorbirt worden.

Eben so unerwartet ist eine zweite Thatsache, welche durch *v. Beckers* Parallelversuche an je 2 Kaninchen gleicher Grösse festgestellt wurde. Während man sich nämlich ziemlich allgemein zu dem Glauben hinneigte, dass die Resorption der Darmcontenta um so schneller und ergiebiger von Statten gehe, je minder concentrirt die im Darne enthaltenen Lösungen seien: fand sich, dass mindestens rücksichtlich der Zuckerlösungen das umgekehrte Verhältniss stattfindet. Es ergab sich nämlich, dass (bei gleich grossen Quantitäten injicirter Flüssigkeit) die Absorption der Zuckerlösung in *directem* Verhältniss zu ihrer Concentration steht; d. h. also: je concentrirter die Lösung ist, eine desto grössere Menge derselben wird resorbirt. So wurde in mehrern Versuchen z. B. von einer 4mal concentrirteren Zuckerlösung auch in gleichen Zeiten 4mal mehr Zucker aufgenommen, als von einer entsprechend verdünnteren oder während im erstern Falle von dem in die Darmschlinge gebrachten Zucker 90,6% verschwanden, wurden in derselben Zeit letzteren Falls nur 80% des injicirten Zuckers resorbirt.

Diese Regeln sowie eine weitere (oben schon berührte) Thatsache, wonach die die Zuckerlösung aufnehmende Darmschlinge eine der Menge des Zuckers (bei gleichem Volumen injicirter Flüssigkeit, d. h. der Concentration der Zuckerlösung) proportionale Grösse haben muss, während eine dieses Maass überschreitende Grösse der Schlinge ohne Einfluss auf die Absorption ist, findet ihre Erklärung besonders in denjenigen Versuchen *v. Becker's*, welche über die Absorptionsgrösse in verschiedenen Zeiträumen (bei je gleich grossen Mengen injicirter Zuckerlösung von gleicher Concentration) ausgeführt wurden. Entwerfen wir nach den 16 auf diesen Punkt bezüglichen Versuchen eine Curve für die Grösse der Zuckerabsorption in den einzelnen Zeiträumen nach Injection in die Schlinge bis zu völliger Entleerung derselben, so ergibt sich auf den ersten Blick, dass die Absorption des Zuckers in den ersten Zeiträumen am lebhaftesten vor sich geht, später jedoch immer geringer wird. Es wurden nämlich hierbei immer je 4 Kaninchen gleicher Grösse zu den Versuchen verwendet und allen in gleiche

grosse Dünndarmschlingen gleiche Mengen gleich concentrirter Zuckerlösung injicirt, und die Thiere 1, 2, 3 und 4 Stunden nach der Injection getödtet (Entzündung war nach 4 Stunden höchstens an den Unterbindungsstellen der Darmtheile wahrzunehmen). Wenn wir hier gleich vom Anfange, d. h. in der ersten Stunde die ergiebigste Zuckerresorption wahrnehmen, so ist dies nur eine Bestätigung des obigen Gesetzes, wornach die concentrirtere Lösung schneller zur Resorption gelangt, als die verdünntere. Beobachteten wir nämlich nur nach der Tödtung des Thieres die Anfüllung der Schlinge mit Flüssigkeit, so fanden wir nach der ersten Stunde, wenn die injicirte Flüssigkeit ziemlich concentrirt war, dieselbe stärker erfüllt und von Flüssigkeit strotzend; das Volumen der in der Darmschlinge befindlichen Flüssigkeit hatte also durch Aufnahme wässriger Flüssigkeit aus dem Blute der Darmcapillaren erheblich zugenommen. Aus einem nähern Vergleiche der hierauf bezüglichen Zahlenresultate ergab sich, dass das Eindringen von Flüssigkeit in die Darmhöhle um so stärker ist, je concentrirter die darin befindliche Zuckerlösung und dass dem entsprechend auch um so bedeutender die Absorption von Zucker ausfällt. Ist die in der Darmhöhle befindliche Lösung durch Wasseraufnahme sehr verdünnt worden, so schreitet auch die fernere Zuckerabsorption nur langsam vorwärts. Gerade die oben berührten Ausnahmen von dem zuerst namhaft gemachten Gesetze dienen diesem Gesetze zum Beweise: hat man nämlich für eine concentrirte Zuckerlösung eine zu kurze Darmschlinge verwendet, bei welcher also das Zuströmen wässriger Flüssigkeit von aussen schwierig oder unmöglich ist, so findet man die Schlingen noch nach 4 Stunden stark gespannt und nur wenig Zucker absorbirt. So waren z. B. von 8 grm. einer 0,982 grm. Zucker enthaltenden Lösung durch die 30800 \square mm² Oberfläche haltende Schlinge 0,889 grm. (= 90,530% des Zuckers) absorbirt worden, während aus der 44160 \square mm² Oberfläche haltenden Schlinge nur 0,182 grm. (= 18,534% des Zuckers) nach 4 St. verschwunden waren.

Schon aus dieser einfachen Darlegung der positiven Ergebnisse der v. Becker'schen Arbeit ist ersichtlich, dass, so unerwartet auch für den ersten Blick manche Thatsachen erscheinen, dieselben doch im vollkommensten Einklange mit den bis jetzt bekannten endosmotischen Gesetzen stehen. Denn erinnern wir uns z. B. nur an die Methode, nach welcher Jolly seine endosmotischen Aequivalente ermittelte; an die Stelle des gelösten Salzes tritt im Endosmometer stets eine bestimmte, entsprechende Menge Wasser; für den Zucker fand Jolly z. B., dass an die Stelle eines Gewichtstheils Zuckers immer 7 Gewichtstheile Wasser traten; hiernach wird uns zunächst die Zunahme des Schlingeninhalts klar, die wir in der ersten Stunde nach Injection concentrirter Lösung wahrnahmen, während dabei die Zuckerabsorption am lebhaftesten von Statten ging. Ist die Schlinge für die concentrirte Zuckerlösung zu kurz, so wird dieselbe nur wenig Wasser aufzunehmen vermögen und deshalb nur eine geringe dem aufgenommenen Wasser entsprechende Zuckermenge abgeben; es

leuchtet also ein, warum wir in solchen Fällen neben erheblicher Spannung der Schlinge nur eine sehr geringe Absorption von Zucker beobachteten. Endlich wird auch aus diesem endosmotischen Gesetz ersichtlich, warum die Grösse der Schlinge (wenn sie nur nicht allzu gering wird) sich ohne Einfluss auf die Zuckerabsorption zeigt. Ist nämlich die Schlinge gross genug, um die Aequivalentmenge des Wassers eintreten zu lassen, so muss immer nur die dieser entsprechende Zuckermenge heraustreten, mag die Schlinge auch noch so gross sein. Da die Menge des eintretenden Wassers vom Zuckergehalte der injicirten Lösung abhängig ist, so wird sich bei gleicher Concentration der Lösung die Absorption selbst in den Schlingen verschiedenster Grösse völlig gleich bleiben.

Diese wenigen Andeutungen möchten hinreichend sein, um zu beweisen, das wenigstens zur Erklärung der Resorption des Zuckers im Darne die bekannten physikalischen Gesetze vollkommen ausreichend sind, und dass wir mindestens den bis jetzt vorliegenden Thatsachen nach nicht berechtigt sind, bei der Lehre von der Absorption im Darne zu besonders vitalen Kräften unsre Zuflucht zu nehmen. Wir sind also somit durch *v. Becker's* ausdauernde Bemühungen wiederum einen Schritt weiter in der Erkenntniss der physikalischen Erscheinungen im thierischen Leben gekommen.

Ehe wir zu dem Verhalten des von aussen in den Darm eingeführten Fettes im Verdauungsprocesse übergehen, haben wir noch kurz auf einige bis hieher noch nicht erwähnte Kohlenhydrate und stickstofffreie Körper unsre Aufmerksamkeit zu richten. Was zunächst den *Rohrzucker* betrifft, so behauptet *Frerichs* gegen *Bouchardat* und *Sandras*, dass dieser Zucker weder durch Speichel noch durch Magensaft in einen andern Zucker (Glykose) umgewandelt werde. Meinen Erfahrungen nach kann ich der Ansicht *Frerichs* nicht beitreten; ich fand erst vor Kurzem zu wiederholten Malen, dass mit Runkelrüben gefütterte Kaninchen im Magen und Duodenum stets Krümelzucker und keinen Rohrzucker mehr enthielten; auch wenn grössere Mengen in Wasser gelösten Rohrzuckers den Kaninchen beigebracht worden waren, fand sich eine Stunde darauf im Magen wie im ganzen Dünndarme nur Krümelzucker. Dieselben Erfahrungen hat *v. Becker* so eben in zahlreichen Versuchen gemacht; er fand nur selten noch bis zur Mitte des Jejunums Rohrzucker selbst in den Fällen, wo grössere Mengen desselben in den Magen der Thiere (Katzen und Kaninchen) gebracht worden waren. Da weder durch Speichel noch durch Magensaft eine schleunige Umwandlung des Rohrzuckers in Krümel- oder Fruchtzucker bewerkstelligt werden kann, so bleibt nichts übrig, als mit *v. Becker* anzunehmen, dass die im Darne stets anwesenden, in Umwandlung begriffenen Stoffe es sind, welche jene Umsetzung des Rohrzuckers in Krümelzucker bedingen.

Milchzucker verhält sich meinen und *v. Becker's* Erfahrungen nach im Darmcanale ganz wie Krümelzucker; er durchheilt sehr schnell den ganzen Dünndarm, ist etwa eine Stunde nach seiner Aufnahme durch die

Mundhöhle noch bis zum Blinddarme hin zu verfolgen, hinterlässt aber gleich Krümel- und Rohrucker im Jejunum und Ileum eine intensiv saure Reaction, die erst in der dritten oder vierten Stunde nach der Aufnahme des Zuckers aus dem Dünndarme wieder verschwindet.

Rücksichtlich des eigentlichen Pflanzenschleims hat *Frerichs*¹⁾ mehrfache Versuche angestellt und gefunden, dass derselbe während der Verdauung wenigstens zum grössten Theile nicht umgewandelt wird und unverändert wieder mit den Excrementen abgeht.

Gleich *Blondlot* überzeuete sich auch *Frerichs*, dass Pflanzengallert, d. h. Pectin und seine Abkömmlinge, durch die Verdauungssäfte durchaus nicht verändert werden.

Von jeher hat keine Gruppe von Nahrungsmitteln den Physiologen so viel Schwierigkeiten bereitet, als die Fette, und noch heute dürfen wir uns nicht schmeicheln, den Verdauungsprocess derselben vollkommen verstanden zu haben.

Verfolgen wir aber zunächst historisch die Veränderungen, welche an dem durch den Mund aufgenommenen Fett in den verschiedenen Theilen des Darmtractus wahrzunehmen sind. Wir brauchen uns kaum dabei aufzuhalten, etwaigen Veränderungen des Fetts in der Mund- und Magenöhle nachzuspüren; denn wir haben bereits früher gesehen, dass Speichel wie Magensaft ohne allen Einfluss auf dessen mechanisches oder chemisches Verhalten sind; und in der That finden wir auch, wenn wir den Mageninhalt nach Fettgenuss (möge derselbe von Aufnahme andrer Stoffe begleitet gewesen sein oder nicht) untersuchen, am Fette selbst nicht die geringste Veränderung. Jedermann stimmt daher auch darin überein, dass die Fettverdauung erst im Duodenum beginne.

Im Duodenum, mehr aber noch im weitern Verlaufe des Dünndarms, finden wir das Fett nicht mehr in grössern Tropfen oder halbflüssigen Massen; je tiefer wir im Dünndarme herabsteigen, desto kleiner werden die Tröpfchen, desto feiner wird das Fett vertheilt, desto ähnlicher einer Emulsion wird der Chymus. Da wir nach fettreicher Nahrung die Chylusgefässe von weissem, d. h. fettreichem Milchsafte strotzen sehen, so er giebt sich schon hieraus, dass der Hauptweg, auf welchem die Fette ins Blut gelangen, die Lymphgefässe der Darmwände sein werden. Verfolgen wir aber das mikroskopisch meistens so leicht erkennbare Fett auf seinem Wege von der Darmhöhle bis zu den feinsten erkennbaren Verästelungen der Chylusgefässe in den Darmzotten, so zeigt sich, dass hie und da an den Darmzotten und zwischen denselben trotz wiederholten Abspülens mit Wasser Fetttröpfchen wahrzunehmen sind, die nur äusserlich dem Epithelium der Darmschleimhaut anhaften. Das Vorkommen dieser äusserlichen Tröpfchen am Epithelium ist ebenso natürlich, als es leicht ist, dieselben von fetthaltigen Epithelien und andern Zellen zu unterscheiden.

1) *Frerichs*, a. a. O. S. 807.

Betrachtet man nun die Epithelialzellen selbst, seien sie noch an der Zotte befindlich oder, wie so oft, fingerhutförmig in grössern Stücken von den Zotten abgestreift, so findet man in ihnen sehr häufig Fetttröpfchen, die nach fettfreier Nahrung sparsam oder gar nicht darin gefunden werden. Während der Verdauung sind die Cylinderepithelien oft etwas verzerrt und wie aufgebläht; der breite Rand der Basis der conischen Cylinderepithelien ist zu einer äusserst dünnen und hyalinen, stark convexen oder vollkommen halbkugelförmigen Decke emporgehoben. Unterhalb des Epitheliums sieht man die in kleinen kolbigen Erweiterungen entspringenden Chylusgefässe von einer Lage bläschen- oder zellenartiger Körper umgeben, die in einer unbestimmt faserigen Masse, dem eigentlichen Parenchym der Zotte, wie eingebettet erscheinen; mehr nach aussen, nahe dem peripherischen Ueberzuge der Darmzotten mit Cylinderepithelien, liegen neben den von *Brücke* zuerst gesehenen contractilen Faserzellen die Blutgefässstämmchen, welche durch ein sehr feines Netz von Capillaren mit einander communiciren. Nach *E. H. Weber*¹⁾ liegt aber zwischen den Epithelien und dem eigentlichen Zottenparenchym nebst Blut- und Chylusgefässen eine Lage rundlicher Zellen, die im nüchternen Zustande collabirt sind, während der Verdauung aber zu gespannt erfüllten Blasen aufschwellen. Auffallend ist hierbei, dass sehr oft (also nicht immer) einzelne dieser Blasen mit einer dunkeln, granulösen Materie erfüllt sind, während andre meist unmittelbar daneben liegende von einer lichten, öligem Fett vollkommen gleichenden Flüssigkeit strotzen; sehr oft sieht man neben einer grossen (im durchfallenden Lichte dunkeln, im auffallenden weissen) Blase eine gleich ausgedehnte mit stark lichtbrechender Flüssigkeit erfüllte; neben den stark ausgedehnten, meist an der Spitze der Zotte liegenden Zellen beiderlei Art bemerkt man stets allmähliche Uebergänge zu immer kleinern, theils hellen, theils dunkeln Körnchen bis in die nächste Umgebung der feinsten *zweigförmig* endenden Zotten. *Funke* hat im Atlas (T. 8, F. 1, 2 u. 3) wahrhafte Portraits der *Weber'schen* Praeparate geliefert. Während *Weber* jene lichten und dunkeln Blasen für eine Lage wahrhafter Zellen zwischen Epithelium und Zottenparenchym hält und dafür auch den Umstand geltend macht, dass das Epithelium ohne ein solches Keimlager nicht füglich gedacht werden könne: halten andre Forscher und namentlich *Kölliker*²⁾, *Bidder* und *Schmidt*³⁾, *Frerichs*⁴⁾, jene Blasen sowohl als die zweigförmig sich verbreitenden Chylusgefässe der Zotte nur für in das schwammartige Parenchym infiltrirte Massen; auch besässen jene Blasen, seien sie mit lichtbrechender oder granulöser Materie erfüllt, keine eigenthümlichen Wände. An diese Ansicht schliesst sich in neuester Zeit *Bruch*⁵⁾ an, welcher höchst wahrscheinlich gemacht hat, dass

1) *E. H. Weber*, Müller's Arch. 4847. S. 399.

2) *Kölliker*, Mikroskopische Anatomie. Bd. 2, S. 463.

3) *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 220.

4) *Frerichs*, R. Wagner's Handwörterb. der Physiol. Bd. 3, S. 854.

5) *Bruch*, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 4, S. 282—298.

jene mehr nach den Rändern der Zotten zu verlaufenden, zweigförmigen Chylusfäße nur Blutgefäße seien, die während der Verdauung ebensogut wie die Lymphgefäße Fett zu resorbiren im Stande seien.

So unsicher man bisher über den morphologisch-objectiven Thatbestand bei der Fettresorption war, so unklar und streitig waren auch die Ansichten über die mechanischen Vorgänge, durch welche der Uebergang des Fettes vom Darne in die Chylus- und Blutgefäße erzielt wird. Der Grund hiervon ist allerdings leicht zu begreifen, wenn man Folgendes in Erwägung zieht. Der thierische Körper ist überall von einer wässrigen Flüssigkeit durchdrungen; die Fette sind aber absolut unlöslich in Wasser und wässrigen Lösungen; von einer Diffusion derselben im gewöhnlichen Sinne des Worts konnte also nicht die Rede sein; dass wässrig feuchte Membranen ölige Flüssigkeiten durch sich hindurchtreten lassen sollten, widersprach der täglichen, unwiderleglichen Erfahrung. Von chemischer Seite sind die Fette wohl in einer gewissen Richtung verhältnissmässig leicht zersetzbar: allein abgesehen davon, dass zu dieser Zerlegung stärkere Agentien nothwendig sind, als wir im Darne zu finden pflegen, zeigte auch die nähere Untersuchung, dass das in den Chylusgefäßen gefundene Fett noch ebenso beschaffen war, wie das im Speisebrei enthaltene, dass also die Annahme einer Zerlegung des Fettes bei der Resorption durch die Chylusgefäße nicht zulässig sei. Man kam daher, zumal da der Augenschein in dem Vorkommen theils lichter mit Fett erfüllter, theils von körniger Materie strotzender Blasen dafür zu sprechen schien, auf den Gedanken, es möchten einzelne Zellen in jeder Darmzotte lediglich für die Aufnahme von Fett bestimmt sein. Dem Chemiker, der Fette von wässrigen Flüssigkeiten bald durch ein mit Wasser, bald durch ein mit Oel getränktes Filter zu trennen gewohnt ist, mochte diese Erklärungsweise nicht unpassend erscheinen. Allein dadurch wäre wohl die Aufnahme des Fettes in einige oberflächliche Parthien der Zotten erklärt gewesen, allein immer noch nicht die Mengung des Fettes in den innern Theilen desselben, während doch das Fett schon in den Anfängen der Chylusgefäße sichtlich sehr fein gemengt mit albuminöser Flüssigkeit gefunden wird. Den Process der Mengung der Fette mit wässriger Flüssigkeit, den man an der Oberfläche für unmöglich hielt, erklärte man dort, wo man nicht weiter beobachten konnte, für möglich. In denselben Fehler waren aber eigentlich alle frühern Erklärungsversuche der Fettverdauung und Resorption des Fettes verfallen, indem man, wie wir bereits im 2. Th. (S. 73 u. 93) angeführt, bald der Galle, bald dem pankreatischen Saft die Fähigkeit zuschrieb, mit öligem Fett Emulsionen zu bilden und dadurch die Resorption des Fettes zu bedingen, während man doch wusste, dass von einer Emulsion die fettigen Theile durch ein wässrig feuchtes Filter oder eine feuchte Membran schlecht oder gar nicht hindurchdrangen. Damit soll aber und kann nicht geleugnet werden, dass der emulsive Zustand des Fettes die Resorption desselben wesentlich erleichtert; die Galle mag immerhin sammt dem pankreatischen Saft unter

Mithilfe der Darmbewegungen das Fett emulsioniren, d. h. in der wässrigen Flüssigkeit fein vertheilen: allein dadurch ist für Erklärung des mechanischen Vorgangs bei der Resorption nichts gewonnen. Erst nachdem durch *Bidder's* und *Schmidt's* Versuche die Nothwendigkeit der Galle bei der Fettverdauung ausser allen Zweifel gesetzt war (vergl. Th. 2, S. 71—73), gelang es *v. Wistinghausen* ¹⁾ unter *Bidder's* und *Schmidt's* Leitung die physikalischen Momente ausfindig zu machen, unter denen die Resorption der Fette vor sich gehen dürfte (vergl. Th. 2, S. 74). *v. Wistinghausen* weist nämlich nach, dass Oel an sich zwar einen bedeutenden Druck verlange, um durch thierische Häute hindurchgetrieben zu werden, dass der Durchtritt des Oels aber bedeutend erleichtert werde, wenn die Membran mit einer Flüssigkeit, die einige Adhaesion oder Verwandtschaft zum Oel zeigt, durchtränkt ist. War diese Membran mit Kalilösung durchfeuchtet, so erschien schon bei einem Druck von 1,75 bis 3,37^{mm} Hg nach 10 Stunden eine reichliche Menge verseiften Oels diesseit der Membran, desgleichen auch freies Fett, welches von der Seife mechanisch mit fortgerissen war. Bei einer Mischung von Kalilauge mit Eiweiss zu gleichen Theilen ging das Oel auch ohne Druck wiewohl in sehr geringer Menge durch die Membran, indem ebenfalls Seife gebildet worden war. Das Oel trat aber auch, ohne zu verseifen, durch thierische Membranen, sobald diese mit einer Flüssigkeit, wie Seifenlösung oder Galle, getränkt waren.

Sind auch durch diese Versuche die betreffenden Adhaesionsverhältnisse noch keineswegs als vollständig erforscht anzusehen, so lassen sie doch keinen Zweifel darüber, dass sich die Gegenwart der Galle bei der Fettresorption deshalb als so nothwendig erweist, weil dadurch jene feinen Membranen für das Fett permeabel werden. Es versteht sich aber ganz von selbst, dass, ist einmal eine Membran oder Zellenhaut von gallig-ölicher Flüssigkeit durchdrungen, sie um so leichter weiterem Fett den Durchtritt gestatten wird, und dass deshalb die Ungleichheit in der Erfüllung einzelner Blasen bald mit Fett, bald mit granulös wässriger Flüssigkeit sehr leicht erklärlich wird. Diese Unterschiede mögen sich aber deshalb mehr an der Peripherie der Zotten als im Innern zeigen, da der Druck, der zeitweise durch die organischen Muskeln der Zotten auf deren innere Theile ausgeübt wird, nach *Wistinghausen's* Versuchen offenbar viel zu der innigen Mischung von Oel und wässriger Flüssigkeit beiträgt, so dass bereits in die Anfänge der Chylusgefäße eine innige Mischung beider gelangen muss.

Wenn nun, wie wir aus *Bidder's* und *Schmidt's* Versuchen wissen (vergl. Th. 2, S. 72), auch ohne Mitwirkung der Galle ein geringer Bruchtheil Fett zur Resorption gelangt, so wird uns dies nach *Wistinghausen's* Versuchen nicht mehr so auffallend wie früher erscheinen, sollten wir auch nicht speciell anzugeben verstehen, durch welchen Druck, oder durch

1) C. A. v. *Wistinghausen*, Diss. inaug. Dorp. Livon. 1854.

welchen Stoff der Uebergang dieser geringen Menge Fett bewerkstelligt wird.

Dass das Fett vorzugsweise durch die Chylusgefäße resorbirt werde, ist aus dem Vorstehenden so klar, dass es keines weitern Beweises bedarf. Indessen musste schon aus *Chr. Fr. Schmid's* und meinen Beobachtungen (Th. 2, S. 212 ff.) einleuchten, dass auch die Blutcapillaren einen wenn auch minder grossen Theil Fett aufnehmen. Denn jene Fettvermehrung, die wir im Pfortaderblute von Thieren einige Stunden nach der Fütterung beobachteten, konnte nicht füglich davon abgeleitet werden, dass sich die von den Darmcapillaren resorbirten Kohlenhydrate auf dem Wege vom Darne bis zur Pfortader bereits in Fett umgewandelt hätten. Die oben bereits berührte Beobachtung *Bruch's*, der in den Blutcapillaren der Zotten fettige chylusähnliche Massen neben Blutkörperchen sah, scheint, da *Bruch's* Darstellung nach ein Irrthum dabei nicht recht denkbar ist, den directesten Beweis für jene Schlussfolgerung zu liefern, dass auch in die Blutgefäße von den Epithelialzellen und dem Zottenparenchym ein directer Uebergang des Fettes ins Blut statt finde.

Wir gehen nun zu derjenigen Gruppe von Stoffen über, welche im Darmcanale eine wesentliche Veränderung erleiden müssen, ehe sie der Resorption unterliegen; hieher gehören nun nicht blos die eiweissartigen Stoffe, sondern auch entferntere Abkömmlinge derselben, wie z. B. viele leimgebende Substanzen und ausser diesen noch eine Anzahl weniger bekannte Materien, wie Synaptase und Diastase, Schlangengift, Curarin u. dergl. Man hat jedoch natürlicher Weise bisher seine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf das Verhalten der albuminösen Stoffe in der Verdauung gerichtet. Wir haben bereits im 2. Th. (S. 45—50), wo wir von der Function des Magensaftes sprachen, diesen Gegenstand ausführlich behandelt. Wir zeigten dort, dass die eiweissartigen Stoffe durch den Magensaft nicht blos aufgelöst, sondern auch in Materien umgewandelt werden, die, obwohl der elementaren Zusammensetzung nach ihren Muttersubstanzen gleich, doch in ihren physischen und mehrern chemischen Eigenschaften sich wesentlich von denselben unterscheiden; wir schlugen für das durch Magensaft metamorphosirte Albumin, Fibrin, Casein u. s. w. den Namen Peptone vor, und glaubten, dass diese Peptone es sind, welche der Resorption anheimfallen, um dann selbst bald wieder in den Lymphgefäßen in die bekannten coagulablen Eiweissstoffe umgewandelt zu werden. Wir wurden ferner durch die Versuche von *Bidder* und *Schmidt* gelehrt, dass der Magensaft zur Verdauung der für die Ernährung nöthigen Proteinkörper bei weitem nicht ausreiche (Th. 2, S. 50) und dass der Darmsaft in hohem Grade die Fähigkeit besitze, ungelöste Proteinkörper zu lösen und zur Resorption zu bringen (Th. 2, S. 98). Diese Umwandlung und die ihr folgende Resorption der Proteinkörper dürfte sich aber nur auf den Dünndarm erstrecken, also dem Theile des Darmtractus, der mit wahrhaften Zotten versehen ist. Denn wiese auch nicht schon die vergleichende Anatomie darauf hin, dass der Blinddarm

und der Dickdarm überhaupt von geringerem Einfluss auf die Verdauung von Albuminaten bei fleischfressenden Thieren sein könne: so haben auch die directen theils von *Steinhäuser*, theils von mir erst neuerdings wieder angestellten Versuche dargethan, dass Eiweiss und Fleischstückchen, die man in Fisteln des untern Theiles des Jejunums oder in einen sog. Anus praeternaturalis einbringt, fast vollkommen unverändert wieder durch das Rectum abgehen (vergl. Th. 2, S. 99).

Wir berücksichtigen unter dieser vierten Gruppe von Verdauungsobjecten zunächst nur die Proteinkörper und ihre nächsten Derivate; es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass noch manche andre Stoffe, welche nicht den hohen physiologischen Werth der Albuminate besitzen, doch bei der Verdauung sich diesen ähnlich verhalten; wir haben schon oben der leimgebenden Gewebe in dieser Beziehung Erwähnung gethan; hieher mögen aber auch einige Gifte zu zählen sein, die gleich den Proteinkörpern nicht unmittelbar durch die Blutgefässe resorbirbar sind, sondern erst durch Magen- und Darmsäfte so umgewandelt werden, dass sie von den Chylusgefässen aufgesogen als unschädliche Stoffe ins Blut gelangen. Die Diastase und das Emulsin sind Stoffe, welche in vieler Hinsicht den Proteinkörpern sehr nahe stehen, ohne dass sie jedoch geradezu denselben beigezählt werden können. Von dem Emulsin lässt sich beweisen, dass es in ähnlicher Weise bei der Verdauung verändert wird, als die eigentlichen Proteinkörper. Es ist namentlich durch die Experimente *Magendie's* und *Bernard's*¹⁾ bekannt, dass reines Amygdalin weder vom Darmcanale noch vom Blute aus nachtheilige Folgen für die Gesundheit oder das Leben der Thiere hat; bringt man aber neben dem Amygdalin Emulsin gleichzeitig in den Magen oder in das Blut, so bleibt die Zersetzung des erstern und die Wirkung der gebildeten Blausäure auf das Leben des Thieres nicht aus. Ich liess Kaninchen süsse Mandeln verzehren und injicirte 1, 2, 4 und 6 Stunden nach der Fütterung denselben Amygdalin in die Jujularis, die Thiere blieben ganz munter; kehrte ich den Versuch um und injicirte Emulsin in die Vene, während ich in den Schlund des Thieres Amygdalinlösung brachte, so erfolgten sehr bald die Erscheinungen der Blausäurevergiftung. Da jedoch auf diese Weise immer noch nicht dargethan war, dass das Emulsin durch die Verdauungssäfte wirklich umgewandelt worden war und somit seinen Einfluss auf das Amygdalin verloren hätte, und da es denkbar war, dass das Emulsin gleich dem Gummi der Resorption gar nicht anheimfiele, sondern unverändert mit den Excrementen abginge, so brachte ich die Excremente eines 48 Stunden lang mit Mandeln gefütterten Kaninchens mit Amygdalin in Berührung, beobachtete aber keine Spur von Blausäureentwicklung; ja selbst durch den Coecalinhalt desselben Thiers war keine Zersetzung des Amygdalins zu bewerkstelligen.

1) *Bernard*, Arch. génér. de Médecine 1848. p. 20—26.

Dem Emulsin analog verhalten sich eine Menge anderer allerdings weniger genau untersuchter Körper, welche jedoch sämmtlich in ihrem Gehalte an Stickstoff, in ihrer Unlöslichkeit in Spiritus und Löslichkeit in Wasser übereinstimmen. Am genauesten von diesen Stoffen ist vielleicht noch das Curarin durch *Boussingault* und *Roulin*¹⁾ untersucht; dieser Körper bringt, in den Magen und Darm eingeführt, nicht die geringste krankhafte Erscheinung hervor, während er ins Blut geleitet, fast augenblicklich den Tod des Thieres ohne vorgängige Symptome herbeiführt. Fast ebenso verhält sich in toxikologischer wie in chemischer Hinsicht das Viperngift, so wie jene Gifte, welche aus ansteckenden Krankheiten, wie der Hundswuth, dem hitzigen Rotz, Typhus, Lungen- seuche, Milzbrand hervorgehen; wenigstens sprechen die neuern Erfahrungen von *Renault*²⁾ dafür, welcher sich überzeuete, dass wenigstens Carnivoren und Omnivoren das Fleisch der mit solchen Krankheiten behaftet gewesenen Thiere ohne allen Nachtheil verzehren können, während bekanntlich der Saft solchen Fleisches oder ähnliche Effluvien, wenn sie ins Blut direct oder in Wunden gebracht werden, die lebensgefährlichsten Folgen nach sich ziehen.

Dieses eigenthümliche Verhalten aller dieser Stoffe weist darauf hin, dass sie unverändert weder von den Blutgefässen noch von den Lymphgefässen des Darmcanals resorbirt werden können; da die meisten derselben in den festen Excrementen nicht wieder nachweisbar sind, so müssen sie durch die Verdauungssäfte eine so vollkommene Umwandlung erleiden, dass sie ins Blut gebracht nicht mehr ihre frühern giftigen Wirkungen ausüben können. Wenn wir auch *Bernard*³⁾ darin nicht vollkommen beistimmen können, dass thierische Membranen für diese Stoffe (für Emulsin, Diastase, Curarin und Viperngift) absolut impenetrabel seien, so steht doch so viel fest, dass diese Substanzen gleich dem Albumin nur sehr schwer endosmotischen Strömungen folgen. Zwar haben auch neuerdings *Mialhe* und *Pressat*⁴⁾ zu beweisen gesucht, dass das frische Albumin der der Eier thierische Membranen nur dann zu durchdringen vermöge, wenn letztere bereits einen Grad von Fäulniss erlangt haben: allein wiederholte Versuche mit verschiedenen thierischen (vorher mit Alkohol behandelten und später mit Wasser ausgelaugten) Membranen haben mich überzeugt, dass diese für Eiweiss, Emulsin und Diastase keineswegs vollkommen impenetrabel sind. Ausser allem Zweifel ist nur, dass alle diese Stoffe durch thierische Membranen nur sehr schwer hindurchtreten und dass auch ihr Diffusionsvermögen, wie *Graham* am Eiweiss zuerst gethan, ein äusserst geringes ist (*Graham* fand das Diffusionsvermögen des Zuckers $8\frac{1}{2}$ mal grösser und das des Chlornatriums 49 mal grösser als das des

1) *Boussingault* und *Roulin*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 39, p. 24.

2) *Renault*, Compt. rend. T. 33, p. 532—535.

3) *Bernard*, L'Union médicale. T. 3, p. 445 et 457 et 464.

4) *Mialhe* und *Pressat*, Compt. rend. T. 38, p. 450—454.

Albumins). Darin lässt sich nun auch wohl der Grund erkennen, warum die zur Ernährung scheinbar ganz fertigen Proteinkörper erst einer Umwandlung durch die Verdauungssäfte bedürfen, ehe sie resorbirt werden. Ohne Magen- und Darmsaft würden selbst lösliches Albumin und Casein in viel zu geringer Menge vom Darmcanale aus aufgesogen werden, um für die Ernährung des Organismus auszureichen.

Eine wiewohl noch nicht genauer verfolgte Beobachtung *Bidder's* und *Schmidt's*¹⁾ dürfte vielleicht den eben ausgesprochenen Ideen eine weitere Stütze bieten; diese Forscher haben nämlich einige Male bei Hunden, deren pankreatische Gänge seit längerer Zeit verschlossen waren, den Inhalt des Ductus thoracicus nicht wie gewöhnlich in wenigen Augenblicken, sondern erst nach mehreren Stunden und unvollständiger als sonst gerinnen sehen. Sollte diese Erfahrung, wenn ihr Zusammenhang mit dem Fehlen des pankreatischen Saftes im Darne sich durch weitere Untersuchungen bestätigte, nicht darauf hinweisen, dass der Bauchspeichel auf die Umwandlung der Peptone nach ihrer Resorption in den Chylusgefässen selbst noch eine Wirkung ausübe, und vielleicht gar zur Regeneration gewisser Albuminate aus den Peptonen etwas beitrage? Wenigstens steht diese Beobachtung im vollsten Einklange mit der Erfahrung, dass die eiweissähnlichen Körper, wie Emulsin, Diastase u. dergl. als solche nicht resorbirt werden, so wie mit der von uns aufrecht erhaltenen Ansicht, dass die Albuminate nur zum geringsten Theile als solche, zum grössten Theile aber erst als Peptone resorbirt werden.

Der Grund, weshalb für die Resorption der verdauten Proteinkörper und ihrer Abkömmlinge, d. h. also ihrer Peptone noch besondere Gefässe im Organismus vorhanden sind, lässt sich ebenso wenig mit einiger Wahrscheinlichkeit angehen, als uns die physikalischen Bedingungen bekannt sind, welche jene Stoffe wo nicht allein, doch gewiss hauptsächlich bei den Blutgefässen vorüber in die Chylusgefässe dirigiren. Wollen wir offen sein, so müssen wir bekennen, dass wir von dem Mechanismus der Resorption durch die Chylusgefässe noch keinen Begriff haben. Alle Versuche, die Aufsaugung durch die Lymphgefässe zu erklären, beziehen sich eigentlich nur auf den Mechanismus der Fortbewegung der Flüssigkeiten in denselben, nicht aber auf den eigentlichen Aufsaugungsprocess. Nachdem man früher alle jene zufälligen oder indirecten Fortbewegungsmittel des Chylus und der Lymphe geltend gemacht hatte, die eigentliche *vis a tergo* aber physikalisch zu definiren nicht vermochte, ist endlich durch *Brücke's* Entdeckung²⁾ von Faserzellen in den Darmzotten (die von *Kölliker*³⁾ bestätigt worden ist) eine hinreichende Andeutung über das *Primum*

1) *Bidder* und *Schmidt*. a. a. O. S. 259.

2) *Brücke*, Berichte d. k. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1851.

3) *Kölliker*, Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 3, S. 406 und *Mikrosk. Anatomie*. Bd. 2, S. 158 ff.

movens der Lymphbewegung gegeben worden. Da übrigens *Lacauchie*¹⁾, *Gruby* und *Delafond*²⁾, später *Brücke* und *Kölliker* offenbare Contractionen der Zotten wahrgenommen haben, so kann man kaum daran zweifeln, dass diese Contractionen es sind, durch welche der erste Anstoss zur Fortbewegung des Chylus aus den feinsten Stämmchen gegeben wird. Wenn man aber durch die Entdeckung von Faserzellen in den Zotten die Entleerung der Anfänge der Lymphgefäße zu deuten gelernt hat, so ist man darum noch keinen Schritt weiter in der Frage nach der Art und Weise, wie sich diese kleinsten Lymphgefäßverästelungen füllen. Wir haben schon oben erwähnt, dass eher die Blutcapillaren der Zotten als ihre Chylusgefäße in Bezug auf die Aufsaugungsweise mit den Wurzelfibrillen verglichen werden können. In den Chylusgefäßen ist keine so concentrirte Flüssigkeit oder kein löslicher Stoff enthalten, welcher eine Anziehung der Flüssigkeiten aus dem Darne bedingen könnte; auch flottiren ja die Spitzen der Chylusgefäße nicht etwa in den Darmflüssigkeiten, die letztern müssen mehrere Zellenreihen passiren und dann kommen sie zuvor mit den feinen Capillargefäßen in Berührung, ehe sie bis zu dem eigentlichen Chylusgefäße gelangen. Fast möchte man sich daher wundern, dass bei der so bedeutenden Aufsaugungskraft der Blutgefäße, an denen, wie gesagt, alle Flüssigkeiten vorüber müssen, noch so viel wichtiges Nährmaterial in die Chylusgefäße übertreten kann. Es scheint also, als ob nur dasjenige, was schwer oder gar nicht von den Blutgefäßen aufgesogen wird, von den Chylusgefäßen aufgenommen werde. Durch diese auf den anatomischen Bau begründete Muthmaassung ebensowohl als durch einige Erfahrungen, wornach manche Membranen nur für gewisse Stoffe permeabel sind (z. B. Caoutchouk für Weingeist und nicht für Wasser, Schweinsblase für Wasser und nicht für Weingeist u. dgl. mehr) wird man mit *Lotze*³⁾ zu glauben veranlasst, dass die Membranen der Blutgefäße einerseits und die der Chylusgefäße andererseits spezifische Scheidewände sind, die dem einen Stoffe den Durchtritt gestatten, dem andern nicht. Allein nehmen wir selbst solche spezifische Unterschiede in den betreffenden Membranen an, so ist damit immer noch nicht erklärt, was nun eigentlich die betreffenden Stoffe durch die Lymphgefäßwände hindurchtreibt. Die Chylusgefäßwand leistet Widerstand den Stoffen, die ihr heterogen sind, zieht aber deshalb noch nicht diejenigen an, für die sie permeabel ist. Durch die Annahme einer spezifischen Permeabilität der Membranen ist also das Räthsel der Aufsaugung durch die Chylusgefäße noch nicht gelöst.

Zu der Annahme einer ganz eigenthümlichen (spezifischen) Permeabilität der verschiedenen Membranen dürften wir wohl überdies nicht hinreichende Berechtigung haben; es lässt sich wohl denken, dass die ver-

1) *Lacauchie*, Compt. rend. T. 46, p. 4425.

2) *Gruby* und *Delafond*, ebend. p. 4495.

3) *Lotze*, Allg. Physiologie. S. 260.

schiedene Dichte derselben, ihr verschiedener Spannungsgrad und ähnliche rein mechanische Verhältnisse die in chemischer Hinsicht so analog constituirten Membranen für verschiedene physikalisch und chemisch wohl charakterisirte Substanzen mehr oder minder permeabel machten, so dass nicht gerade eine absolute Impermeabilität für die eine oder die andre Materie stattfände. Abgesehen von der grossen Aehnlichkeit in der chemischen Constitution dieser thierischen Membranen dürften auch jene Versuche über die Resorbirbarkeit gewisser Stoffe (Gifte) durch Blut- oder Lymphgefäße, die zu so viel literarischen Streitigkeiten Veranlassung gegeben haben, gegen eine absolute Widerstandsfähigkeit einer Membran wider den Durchtritt bestimmter Materien sprechen. Dass z. B. auch die Lymphgefäße Strychnin, wiewohl bei weitem langsamer und in geringerer Menge, aufzunehmen und ins Blut überzuführen vermögen, scheint uns gegen *Henle's* und *Dusch's*¹⁾ Ansicht durch die zahlreichen Versuche von *Bischoff*²⁾, *Ludwig*³⁾ und *Stannius*⁴⁾ doch ziemlich entschieden zu sein. Wir glauben daher auch, dass wenigstens gerade die in diesem Theile der Forschung so nöthige Vorsicht uns gebietet, vorläufig noch von einem ganz specifischen Verhalten verschiedener Membranen gegen verschiedene Lösungen abzusehen und einstweilen nur graduelle Unterschiede in dieser Beziehung anzunehmen. Deshalb wagten wir auch schon früher nicht, zu behaupten, dass z. B. Eiweiss und Fett lediglich durch die Lymphgefäße und dagegen Salze und Alkaloide einzig und allein durch die Blutgefäße resorhirt würden. Es ist überhaupt bei diesen Versuchen, sich von der Aufsaugung eine Vorstellung zu machen, gewiss nicht ausser Acht zu lassen, dass es einerseits uns vielleicht noch an der Kenntniss der physikalischen Gesetze fehlt, durch welche jene Molecularbewegungen zu erklären sind, und dass wir andererseits noch nicht genügend im Klaren über den Ablauf der Erscheinungen sind, die sich an den Zotten und ihren Elementen während der Aufsaugung darbieten. Die Auffassung der Erscheinungen ist ja an sich so schwierig, dass die besten Beobachter über so manche derselben noch nicht einig sind. Dazu kommt endlich noch, dass hier neben den molecularen Bewegungen auch die chemischen ihren Fortgang nehmen; wenn wir ein Nebeneinanderbestehen mechanischer und chemischer Bewegungen statuiren, so denken wir dabei nicht an die Umwandlungen, welche der Chylus in den Gefäßen selbst erleidet, ehe er zur *V. subclavia* gelangt, und noch weniger möchten wir an die sehr hypothetische Umwandlung von Zucker in Fett innerhalb der Zotten erinnern: allein dass in der That chemische Veränderungen neben der mechanischen Aufsaugung in den Zotten stattfinden, das möchte wohl aus der auffälligen Verschiedenheit in der optischen Beschaffenheit jener *Weber'schen* Zellen zu schliessen sein; findet man nämlich in einem gewis-

1) *Henle*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 368—374.

2) *Bischoff*, ebendas. Bd. 5, S. 293—305.

3) *Ludwig*, ebendas.

4) *Stannius*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 9, S. 23—25.

sen Theile des Dünndarms viel stark lichtbrechende Blasen, so wird man höher hinauf, wo die Aufsaugung schon halb vollendet, viele derselben granulös und dunkel (im auffallenden Lichte weiss), mehrere derselben zum Theil mit granulöser, zum Theil mit lichter Masse gefüllt finden; weiter hinauf im Darne trifft man dann nur Zellen, die mit granulöser Materie erfüllt sind. Es soll aus diesen Erfahrungen *Weber's* durchaus noch nichts geschlossen werden: sie sollen nur andeuten, dass selbst anatomisch noch manches zu ermitteln ist, ehe wir uns schmeicheln dürfen, mit Glück eine Erklärung des Resorptionsprocesses zu versuchen.

Es ist jedenfalls das Verdienst *Bidder's* und *Schmidt's*, zuerst direct die Mengen von Flüssigkeiten bestimmt zu haben, welche sich als Verdauungsmittel in den Darmcanal ergiessen. Das Resultat dieser Untersuchungen übertrifft fast alle jene Annahmen, die man sich bisher über die Grösse der einen oder der andern Secretion erlaubt hatte, um ein Bedeutendes; wer hätte ahnen können oder auszusprechen gewagt, dass die in 24 Stunden dem Darmcanal zufließenden Säfte fast den sechsten Theil unsers ganzen Körpergewichtes betragen? Ueberträgt man nach den oben angegebenen Daten die von *Bidder* und *Schmidt* an Thieren ermittelten quantitativen Verhältnisse der einzelnen Secretionen auf die Verhältnisse des ausgewachsenen Menschen, so ergibt sich nach deren Berechnung, dass der Mensch bei ungefähr 64 Klgrm. Körpergewicht in 24 St. 1,6 Klgrm. Speichel (worin 15 grm. feste Substanz), 1,6 Klgrm. Galle (mit 80 grm. fester S.), 6,4 Klgrm. Magensaft (mit 192 grm. f. S.), 0,2 Klgrm. Pankreassaft (mit 20 grm. f. S.) und 0,2 Klgrm. Darmsaft (mit etwa 3 grm. f. S.) absondert. Die Flüssigkeitsmenge, welche aus dem Blute innerhalb 24 St. in den Darm tritt, ist also bei weitem grösser, als die Menge Blut, welche nach den wahrscheinlichsten neueren Bestimmungen im Körper eines Erwachsenen enthalten ist. Diese Flüssigkeitsmasse, die nur 310 grm. fester Bestandtheile (also 3,1%) enthält, ist vorzüglich dazu geeignet, die Auslaugung der aufgenommenen Speisen zu vollführen; daher kann man, wie von *Berzelius* schon vor so langer Zeit geschah, die Verdauung als einen wahrhaften Auslaugungsprocess betrachten. Springt uns aber der Zweck dieser reichlichen Absonderung wässriger Flüssigkeit deutlich genug ins Auge, indem sie ebensowohl die Lösung des Nährmaterials als dessen Resorption wesentlich begünstigt, so dürfen wir doch nicht vergessen, dass damit zugleich eine ausserordentliche Bewegung der Flüssigkeitsmassen innerhalb des thierischen Körpers selbst gegeben ist. Das Blut durchströmt nicht blos in wenigen Minuten den ganzen Thierkörper innerhalb seiner Gefässe, sondern es wogt auch eine beträchtliche Masse der Flüssigkeit desselben herüber in den Darmcanal, von wo sie jedoch früher oder später ziemlich vollständig in die Gefässhöhlen zurückgeht. Dieses fortwährende Ab- und Zufließen wässriger Lösungen kann nicht ohne Bedeutung oder Rückwirkung auf die vom Blute ausgehenden Prozesse der Ernährung und des Stoffwechsels überhaupt sein. Wir konnten bereits eine Ahnung von diesem Verhältnisse erhalten, als wir

von den Schicksalen sprachen, welche die Galle, nachdem sie abgesondert ist, im Organismus noch erleidet, und von den Zwecken, welche die Gallenbildung und ihre Secretion für den intermediären Stoffwechsel überhaupt erfüllen dürfte. Wir sahen die Galle sich in den Darm ergiessen, um fast vollständig wieder resorbirt zu werden; nicht nur das Wasser derselben schien uns mehrmals den Kreislauf durch Pfortader, Leber und Darm zu nehmen, sondern auch die fixen Bestandtheile derselben kehrten zum grössten Theile durch die Lymphgefässe ins Blut zurück. Ein Theil der organischen Materie musste also erst die Stufe der Gallenbildung durchlaufen und dann vom Darne aus wieder ins Blut zurückkehren, um dann zu weiteren Zwecken verwendet zu werden. So wie demnach die Galle sich nicht als einfaches Secret, der Verdauung bestimmter Stoffe gewidmet, darstellt, so möchten auch die übrigen Secrete, die doch in so reichlichem Maasse in den Darm sich ergiessen, ohne dass wir von deren festen oder flüssigen Bestandtheilen in den Excrementen eine Spur nachzuweisen vermögen, dazu dienen, manche dem Blute vorläufig unbrauchbare Stoffe in den Darm abzuführen, um sie von dort, umgewandelt und zu weitem Zwecken tauglich gemacht, wieder dem Blute zuzuleiten.

Dieses Ueberströmen gewisser Stoffe in die Secrete und deren Zurücktreten ins Blut nehmen wir nicht blos an den normalen organischen und anorganischen Bestandtheilen der Secrete selbst wahr; wir sehen nach reichlichem Uebertritt von Wasser ins Blut nicht blos die Secrete ihrem Wassergehalte nach vermehrt werden, nein es treten mit diesen zugleich die jedem Secrete angehörigen festen Materien (oft ganz im gewöhnlichen Verhältnisse zu dem Wasser) aus dem Blute; die untauglichen Stoffe durchlaufen dieselbe Bahn gewiss oft mehr als einmal; so sehen wir Iodkalium öfter in den Speichel (der Verf.), Blutlaugensalz in den Magensaft (*Bernard*), Arsen, Blei und Kupfer in die Galle (*Meurer* und *Andre*) und Eisen in dem Darmsaft (*Buchheim*) mit übergehen, und oft genug sehr lange Zeit im Organismus verweilen, ehe sie durch die eigentlichen Excretionsorgane an die Aussenwelt zurückgegeben werden. Unter den zahlreichen interessanten Bereicherungen der Wissenschaft, welche aus *Bidder's* und *Schmidl's* mit ebensoviel Scharfsinn als Ausdauer durchgeführten Forschungen hervorgegangen sind, dürfte die Ermittlung der eben angedeuteten Verhältnisse wohl eine der wichtigsten sein; wir werden später bei der Ernährung, wo der intermediäre Stoffwechsel zu besprechen ist, (jener Umsatz, der im lebenden Organismus bis zu einem gewissen Grade unabhängig von Aufnahme und Ausgabe vor sich geht) auf diesen Gegenstand zurückkommen müssen.

So wichtig auch für die Physiologie die Kenntniss des Einflusses ist, welchen das Nervensystem auf die Stoffbewegungen im thierischen Körper ausübt: so gehört eine Untersuchung dieser Art doch streng genommen um so weniger vor das Forum der physiologischen Chemie, als die chemischen Erscheinungen, welche die Function der Nerven begleiten,

uns durchaus noch unbekannt sind. Da man jedoch chemischerseits bei Aufstellung von Theorien über den thierischen Stoffwechsel die Existenz der Nerven und ihren Einfluss auf einzelne Factoren desselben fast gänzlich ignorirt hat, so dürfte es vielleicht nicht ganz unpassend sein, wenn wir hier daran erinnern, dass neuere physiologische Forschungen die unmittelbare Abhängigkeit gewisser Secretionen von bestimmten Nervenparthien ausser allen Zweifel gesetzt haben.

In Bezug auf die Absonderung des Speichels haben wir schon öfter Gelegenheit nehmen müssen, auf die bedeutungsvollen Untersuchungen *Ludwig's*¹⁾ aufmerksam zu machen. Aus denselben geht hervor, dass ohne Einfluss der Nerven nicht die geringste Menge Speichel abgesondert wird, dass aber die Absonderung nicht etwa von der Nervenirregung indirect d. h. durch Vermittlung contractiler Theile oder durch bedeutendere Druckkräfte von Seiten der Blutgefässe, sondern unmittelbar durch die eigenthümliche Einwirkung der Nerven bedingt werde.

Die directe Einwirkung auf die Secretion der Parotis durch den Facialis, die indirecte durch den dritten Ast des Trigemini (mittelst Anregung zu Kaubewegungen) und die reflectorische durch den Glossopharyngeus ist unter *Ludwig's* Leitung von *Rahn*²⁾ an Kaninchen mit aller Schärfe der Experimentalkritik dargethan worden.

Nach den vortrefflichen Untersuchungen *Ludwig's* hat man einigen Grund zu glauben, dass überhaupt alle diejenigen Absonderungen, welche blos zu gewissen Zeiten oder in Folge bestimmter Reize vor sich gehen, nur unter Einwirkung gewisser Nervencomplexe stattfinden z. B. die des Magensaftes und des pankreatischen Saftes. Für die Richtigkeit dieser Ansicht im Betreff des Magensaftes und des pankreatischen Saftes dürfte die neuerdings von *Bidder* und *Schmidt*³⁾ wieder gemachte Beobachtung sprechen, dass sich diese Flüssigkeit schon in reichlichem Maasse in den Magen von Hunden ergiesst, wenn diesen nüchtern Fleisch oder anderes lockendes Futter vorgehalten wird. Ist aber auch der Nerveneinfluss auf die Absonderung des Labsaftes gewiss nicht wegzuläugnen, so sind wir um so zweifelhafter darüber, von welchem Nerven jene Secretion abhängig sei. Man hat dabei gewöhnlich an den Vagus gedacht und zwar in neuerer Zeit um so mehr, als durch die schönen Versuche von *Ed. Weber*⁴⁾, deren Zeuge ich war, der directe Einfluss des Vagus auf die Contractionen der Muskelhaut des Magens ausser allen Zweifel gesetzt worden ist. Die directen Beobachtungen, die man nach Durchschneidung beider Vagi betreffs der Secretion des Magensaftes gemacht hat, haben indessen zu ganz entgegengesetzten Resultaten geführt. Während nämlich nach den Er-

1) *Ludwig*, a. o. a. O. und Zeitschr. f. rat. Med., N. F. Bd. 4, S. 255—277.

2) *Rahn*, ebendas. S. 285—292.

3) *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 85.

4) *Ed. Weber*, R. Wagner's Handwörterb. Bd. 8, Abth. 2, S. 44.

fahrungen von *Joh. Müller*¹⁾ und *Dieckhoff*²⁾ *Arnold, Reid*³⁾, *Leuret* und *Lassaigne* so wie *Longet*⁴⁾ in Folge der Vagusdurchschneidung keine Veränderung in der Beschaffenheit des abgesonderten Magensaftes statuiren konnten, glaubten sich *Bouchardat* und *Sandras*⁵⁾ so wie später auch *Bernard*⁶⁾ und *Frerichs*⁷⁾ davon überzeugt zu haben, dass nach jener Continuitätsunterbrechung beider Vagi (am Halse) kein saurer Magensaft mehr abgesondert werde und eine wahrhafte Verdauung der Albuminate im Magen nicht mehr stattfinde (während die Dünndarmverdauung nach solcher Operation ihren ungestörten Fortgang nehme). Um auch diesen Gegenstand ins Klare zu bringen, haben *Bidder* und *Schmidt*⁸⁾ an vier mit Magen fisteln versehenen Hunden die sorgfältigsten Versuche angestellt; das Resultat derselben war, dass die Menge und die Zusammensetzung des nach unterbrochener Leitung der Vagi abgesonderten Magensaftes vollkommen dieselben waren, wie des normalen Magensecrets. Zwar zeigte sich in zwei Fällen die Menge und der Säuregehalt des Magensaftes nicht unerheblich verringert, allein nach einer Operation, die, wie die Durchschneidung der Vagi so viele Lebensfunctionen des Thieres beeinträchtigt, darf jene Verminderung wohl nur als eine indirecte Folge jenes Eingriffs betrachtet werden, zumal da in den beiden andern Fällen zeitweise sogar mehr und säurereicherer Magensaft abgesondert wurde, als gewöhnlich bei unverletzten Vagis. Abgesehen davon, dass im Magensaft nach Durchschneidung der Vagi das Verhältniss und die Art der Bestandtheile, organischer sowohl als anorganischer, vollkommen dieselbe war, wie vor jener Operation, so überzeugten sich die genannten Forscher auch davon, dass solcher Magensaft innerhalb wie ausserhalb des Magens ein vollkommen gleiches Verdauungsvermögen wie das gewöhnliche Secret besass. Soll man nun dieser durchaus exacten Versuche halber dem Vagus die Function, für die Secretion des Magensaftes zu sorgen, gänzlich absprechen? Wir glauben nicht; denn auch die Bewegungen des Magens, deren Abhängigkeit vom Vagus nächst *Weber* auch von *Reid, Bischoff*⁹⁾ und *Volkmann* ganz entschieden dargethan worden ist, pflegen nach Durchschneidung der Vagi oft auch bei kaum verminderter Intensität wahrgenommen zu werden. Sollte denn aber ein Nerv, welcher den Magen so reichlich mit seinen Fäden umstrickt weder auf dessen Bewegung noch auf dessen Secretion, irgend einen Einfluss ausüben, zumal da er nicht einmal das

1) *Joh. Müller*, Handb. d. Physiol. Bd. 4, S. 459.

2) *Dieckhoff*, de actione, quam nervus vagus in digestionem ciborum exerceat, Diss. inaug. Berol. 1835.

3) *Reid*, Edinb. med. and. surg. Journ. No. 439.

4) *Longet*, Arch. génér. T. 15, 230—239 u. Compt. rend. T. 14, p. 266.

5) *Bouchardat* und *Sandras*, Revue médic. Févr. p. 459—480.

6) *Bernard*, Compt. rend. T. 18, No. 22 u. 27. 1845.

7) *Frerichs*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 3, Abth. 4, S. 822—825.

8) *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 90—97.

9) *Bischoff*, Müller's Arch. 1838, S. 496.

Gefühl des Hungers vermittelt, wie durch *Bidder* und *Schmidt* ebenfalls erwiesen ist? *Volkmann* ¹⁾ hat die Widersprüche, die sich bei Versuchen über den Einfluss des Vagus auf die Magenbewegung ergeben haben, gewiss mit vollem Rechte aus den anatomischen Verhältnissen abgeleitet, insofern dieser Nerv schon am Kopfe und obern Halstheile den grössten Theil seiner cerebros spinalen Fasern verliert und je weiter er nach dem Zwerchfell herabgeht, desto mehr sympathische Fasern aufnimmt; der Vagus im Abdomen ist daher ein ganz anderer, als bei seinem Austritte aus der Schädelhöhle; der Vagus des Abdomens enthält Fasern, die von dem Halstheile desselben aus nicht gereizt werden können und deren Einwirkung auf Bewegung des Magens also auch nicht mittelst Durchschneidung des Nerven am Halse unterbrochen werden kann. Was von der Bewegung des Magens in dieser Hinsicht gilt, das mag auch von der Lab-saftabsonderung gelten. Es ist aber klar, dass noch weitre mit grossen Schwierigkeiten verbundene Versuche erforderlich sind, um die Frage zu beantworten, von welchem Nerven oder Nervencomplex die Absonderung des Magensafts unmittelbar bedingt werde. Es steht zu hoffen, dass es dem Scharfsinn *Ludwig's* gelingen werde, auch diese Schwierigkeiten, die sich hier der Untersuchung in noch höherm Grade als bei der Speichelsecretion entgegenstellen, in gleicher glänzender Weise zu überwinden.

Nachdem wir den Verdauungsprocess in seinen mannigfachsten Beziehungen und namentlich die Verhältnisse zwischen den Verdauungsobjecten, den Verdauungsmitteln und der Resorption beleuchtet haben, bleibt uns an dieser Stelle nur noch übrig, einige Fingerzeige zu geben über die Verdaulichkeit jener zusammengesetzten Verdauungsobjecte, welche man mit besonderer Beziehung auf die Ernährung und Regeneration des thierischen Körpers zusammengesetzte Nahrungsmittel, den oben erwähnten einfachen Nährstoffen gegenüber, genannt hat. Es war eine Zeit, wo man, ohne nur einige Einsicht in den Verdauungsprocess selbst erlangt zu haben, über die Verdaulichkeit der verschiedenen, mehr oder minder zusammengesetzten Nahrungsmittel sich nicht ausführlich genug verbreiten zu können glaubte. Wir werden aber sehen, dass wir, je weiter wir in der Wissenschaft selbst fortschreiten oder fortgeschritten sind, um desto misstrauischer gegen unsre eigenen Erfahrungen und desto bescheidener in unsern Aussprüchen werden müssen. Während man früher, aller directen Beobachtung baar, nur gestützt auf gewisse Traditionen, die, ohne je näher geprüft worden zu sein, theils aus dem Alterthume, theils aus Edicten mittelalterlicher Schulen, theils aus einseitigen Ahnungen des Volks abstammten, die entschiedensten Lehrsätze oder Behauptungen aufstellen zu dürfen glaubte: wagen wir heutigen Tags, wenn auch durchaus fern von jenem forçirten Skepticismus, der in der Medicin zum Theil Mode geworden ist, kaum auf die einfachsten, alltäglichen Fra-

¹⁾ *Volkmann*, R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2, S. 584.

gen über die Verdaulichkeit dieses oder jenes Nahrungsmittels eine entscheidende Antwort zu geben. Was versteht man denn aber gewöhnlich unter Verdaulichkeit eines Nahrungsstoffes? Am einfachsten wird sich dieser Begriff fassen lassen, wenn man darunter die Leichtigkeit versteht, mit welcher die Verdauungssäfte den Stoff zur Resorption vorbereiten, oder die Kürze der Zeit, nach welcher der fragliche Stoff der Resorption anheimfällt, also aus dem Darmtractus verschwindet. Wie hat man aber früher die Leichtigkeit und Schnelligkeit der Umwandlung der Nahrungsstoffe zu ermitteln gesucht? man hatte sich meistens darauf beschränkt, die Verdaulichkeit der zusammengesetzten Nahrungsmittel nach den subjectiven Gefühlen zu beurtheilen, die Kranko oder Convalescenten nach dem Genusse derselben empfanden. Wenn wir auch ganz davon absehen wollen, dass bei diesem Verfahren unzählige Täuschungen theils von Seiten des sich selbst beobachtenden Kranken, theils von Seiten des eigentlichen Forschers nothwendiger Weise mit unterlaufen müssen: so kann ein Organismus, der sich nicht im Zustande der Gesundheit befindet, in dem nicht alle Functionen ihren regelrechten Gang nehmen, doch gewiss nicht eine Norm für die grössere oder geringere Verdaulichkeit eines Stoffes abgeben; denn je nach der Verschiedenheit des Leidens wird der Kranke auch verschieden befähigt sein, das eine oder das andere Nahrungsmittel zu »vertragen«; lässt es sich doch schon *a priori* einsehen, dass dem einen Patienten dieses Nahrungsmittel leicht verdaulich sein wird, während dasselbe einem anderen Uebelbefinden u. dergl. verursacht; jedem Arzte, der am Krankenbette nicht blos die Wirkungen der Arzneien beobachtet, sondern auch denen der Nahrungsmittel seine Aufmerksamkeit schenkt, werden unzählige Beispiele dieser Art vor Augen schweben. An Gesunden lassen sich aber natürlicher Weise derartige Beobachtungen nicht machen, da derselbe von dem schnellern oder langsamern Ablauf der Verdauung keine Empfindung hat. Erst in der neuern Zeit, als man wissenschaftlich zu experimentiren begann, hat man einige bestimmtere positive Facta zu sammeln gesucht, um die verschiedene Verdaulichkeit der gewöhnlichsten Nahrungsmittel festzustellen. Unter diesen Versuchen sind die von *Gosse* die bekanntesten; derselbe besass nämlich, wie manche Personen, die Fähigkeit, Luft zu verschlucken und dadurch den Magen so aufzutreiben, dass Brechbewegungen entstanden; diese Fähigkeit benutzte *Gosse*, um verschiedene Zeit nach eingenommener Mahlzeit die noch im Magen verweilenden Speisen wieder auszubrechen. *Spallanzani*¹⁾ brachte Katzen durchlöcherter und mit verschiedenen Nahrungsstoffen erfüllte Röhren oder Leinwandsäckchen durch den Schlund in den Magen und beobachtete auf diese Weise die Dauer bis zum Verschwinden des Stoffes aus genanntem Behälter. Sehr ausgedehnte Versuche über die Verdaulichkeit der Speisen stellte *Beaumont*²⁾ an einem

1) *Spallanzani*, Versuche über d. Verdauungsgeschäft Leipzig 1785.

2) *Beaumont*, experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Boston 1834.

Mann (St. Martin) an, welcher im Magen in Folge einer Schusswunde eine bedeutende Oeffnung nach aussen behalten hatte. So viel schöne Resultate aus *Beaumont's* Untersuchungen für die Magenverdauung im Allgemeinen hervorgegangen sind und so sehr diese die Bahn zu weitem Forschungen gebrochen haben, so wenig sichere Resultate geben sie doch über die uns hier vorliegende Frage. Zunächst beziehen sich alle diese Versuche nur auf die Dauer des Verweilens der Speisen im Magen, während wir doch wissen, dass die vegetabilischen Stoffe hauptsächlich erst im Dünndarm umgewandelt werden und dass selbst ein grosser Theil der Animalien den Magen unverdaut verlässt, um erst durch den Darmschleim vollständig verdaut zu werden. Indessen würden jene Versuche immer noch von höherem wissenschaftlichen Interesse sein, wenn nur die Dauer des Verweilens der Nahrungsstoffe genau bestimmt worden wäre; *Beaumont* hat aber gewöhnlich (*Gosse* immer) die Magenverdauung als beendet angesehen, wenn die Speisen im Magen in einen gleichmässigen Brei (*Chymus*) verwandelt worden waren. Allein selbst diese sehr unsichere Bestimmung würde ihren wissenschaftlichen Werth haben, wenn die Versuche *Gosse's* und *Beaumont's* nicht an zwei wesentlichen Mängeln litten; man verwendete nämlich sehr complicirte, verschieden zubereitete und meistens halb vegetabilische halb animalische Speisen zu den Versuchen (so liess *Beaumont* z. B. neben den Animalien gewöhnlich Brod und Gemüse geniessen); es bedarf daher wohl nicht erst eines nähern Hinweises auf die völlige Unzulänglichkeit dieser Methode zur Bestimmung der Verdaulichkeit einzelner Nahrungsstoffe; da *Beaumont* sich weder chemischer Mittel noch des Mikroskops zur nähern Untersuchung des vermeintlich Verdauten bediente, so vermochte er natürlich nie zu bestimmen, welcher Bestandtheil der Speisen aufgelöst, welcher halb verdaut und welcher gar nicht umgewandelt war. Abgesehen von einigen andern zu berücksichtigenden Umständen würde nur dann ein einigermaassen gültiger Schluss aus *Beaumont's* Versuchen zu ziehen gewesen sein, wenn derselbe die einfachern Nahrungsstoffe: Albuminate, Fleisch, Mehl, Brod u. dergl. in Anwendung gebracht hätte. Die etwaigen Schlüsse würden aber auch dann weniger auf die Verdaulichkeit der einzelnen Stoffe, als auf ihr Verweilen im Magen zu beziehen gewesen sein. Das Verweilen der Speisen im Magen ist aber, wie uns die tägliche Beobachtung an mit Magen fisteln versehenen Hunden zeigt, ausserordentlich verschieden selbst für eine und dieselbe Substanz, z. B. für Fleisch, ohne dass man immer die Ursache solcher Verschiedenheit ausfindig zu machen im Stande wäre. Sehr viel hängt in dieser Hinsicht von der Menge der auf einmal aufgenommenen Mahlzeit ab; lässt man z. B. einem Hunde eine grosse Menge Fleisch verschlingen, so findet man nach 6, 8 und 10 Stunden noch Reste davon im Magen, während geringere Mengen oft schon nach weniger als zwei Stunden verschwunden sind. Hierin liegt ein weiterer Grund, weshalb die Resultate der *Beaumont'schen* Beobachtungen weder für die Physiologie noch selbst für die Diätetik sonderlich

verwerthet werden können; denn *Beaumont* hat die Mengen der aufgenommenen Speisen entweder gar nicht oder sehr ungenau bestimmt; daher mögen auch zum Theil die oft grossen Differenzen in seinen unter scheinbar gleichen Verhältnissen angestellten Beobachtungen rühren.

Noch sind die Versuche von *C. G. Schultz*¹⁾ zu erwähnen, welcher Hunde und Katzen eine gewisse Zeit nach der Fütterung mit verschiedenen Nahrungsmitteln tödtete und den Mageninhalt untersuchte. Diese Versuche würden der Methode zufolge, nach der sie ausgeführt worden sind, gewiss grosses Vertrauen verdienen, wenn nicht die Resultate derselben theils von den Erfahrungen *Beaumont's*, theils von den leicht an sich selbst oder Andern zu machenden Beobachtungen so auffallend differirten, dass man fast gezwungen ist, hier wesentliche Irrthümer zu muthmaassen. Dasselbe gilt auch von den Beobachtungen *Lallemand's*, die derselbe an mit Darmfisteln behafteten Menschen anstellte. *Blondlot*²⁾, der zuerst die Operation künstlicher Magen fisteln in die Physiologie einfuhrte, vermochte trotz der Beobachtung bei weitem günstigeren Verhältnisse so wenig zu bestimmten Resultaten zu gelangen, dass er die Ansicht ausspricht, die Verdaulichkeit eines Nahrungsstoffs hänge lediglich von der augenblicklichen Stimmung des Magens ab, und es sei reine Zeitverschwendung, sich mit Ermittlung der Verdaulichkeit einzelner Nahrungsmittel abzumühen.

Aus diesen wenigen Andeutungen dürfte genügend hervorgehen, dass einigermassen genaue Bestimmungen der Verdaulichkeit der Animalien schon für die Magenverdauung allein mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft sind; wir besitzen daher auch bis heute noch wenig Versuche, die einen sichern Anhaltspunkt für Beurtheilung der Verdaulichkeit der Speisen abgeben könnten.

Unsre Erfahrungen, die theils an mit Magen fisteln versehenen Hunden, theils an gewisse Stunden nach der Mahlzeit getödteten Thieren, jedoch fast immer nur nebenbei gelegentlich anderer Untersuchungen, gemacht worden sind, beschränken sich auf folgende die Unsicherheit unserer Kenntnisse eher vermehrende, als vermindernde Thatsachen.

Da wir zuvörderst nur das Verweilen der Nahrungsmittel im Magen berücksichtigten, so wird zunächst die Verdaulichkeit der albuminösen Substanzen in Frage kommen.

Was das lösliche gerinnbare Albumin betrifft, so haben wir bereits (Th. 2, S. 46) erwähnt, dass unseren Erfahrungen nach auch dieses im Magen umgewandelt, und nicht, wie *Frerichs* meint, unverändert resorbirt wird. *Blondlot* sah das Eiweiss von 4 Eiern im Verlauf von 2½ St. gänzlich aus dem Magen verschwinden. Welchen Einfluss die Menge auf die relative Verdaulichkeit der Speisen ausübt, lässt sich gerade hier am deutlichsten beobachten; bringt man einem mit einer

1) *C. G. Schultz*, de alimentorum concoctione experimenta nova. Berol. 1834.

2) *Blondlot*, Traité de la digestion p. 383—409.

Magenfistel versehenen, übrigens gesunden Hund keine Nahrung erhalten hat, das Eiweiss von 6 wird man oft schon nach Verlauf einer Stunde Materie mehr im Mageninhalte vorfinden, siehe Eiweiss von zwei Eiern erhalten hat. Wird die Grösse, ungefähr 5 Klgrm. schwer) das Eiweiss eingebracht, so wird man in den Fällen, wo es wieder erbrochen hat, nach 3 und selbst nach lösliche Stoffe im Magen nachweisen können.

Dicht geronnenes *Blutfibrin* bedarf zur Aufzeit, als dasselbe im feinvertheilten Zustande; es schlang 9,5 grm. feuchte Faserstoffcruste von nach 2 1/2 St. waren noch Bruchstücke derselben dieselbe Menge Blutfibrins, aus dem rothen (erhalten, war schon nach 1 1/2 St. aus dem Magen wenige Flocken verschwunden. Dass die Cohäsion wesentlichem Einfluss auf die mehr oder minder Stoffes sind, liess sich den fast primitiven chemischen erwarten, und findet sich auch bei weitem durchgängig bestätigt. Flüssige, feinvertheilte sind den Verdauungssäften zugänglicher und in dieser Weise leichter verdaulich sein, als andre, die in gleichem Grade besitzen.

Um Versuche über die Verdaulichkeit des Eiweisses anzustellen, hat man in neuerer Zeit das Verfahren in Mousselinsäckchen eingenähte Nahrungsstoffe in den Magen brachte, dahin abgeändert, dass man kleine Eiereiweisses von bestimmter Form und bestimmten Säckchen eingeschlossen, Hunden durch die Fistel brachte. Dasselbe besonders von *Bidder* und *Schheim*¹⁾ eingeschlagene Verfahren ist zu verschiedenen vortheilhaft. Bei diesem tritt für den vorliegenden Fall ein, dass man bloss äusserst kleine Mengen in Anwendung bringen kann, und dass selbst kleine Eiweiss oft sehr ungleicher Zeit bedürfen, um sich zu lösen. Diese Verschiedenheit scheint wieder eben sowohl von der Löslichkeit des Albumins (die sich allerdings schon in den Versuchen zeigt), als von der verschiedenen Lage herzurühren, in der dem Eiweiss zufällig im Magen einnimmt. In den Versuchen von 4 grm. schweren cylindrischen Eiweisskörnern (während noch überdies der Magen mit verzeihlichem Brod und Milchcoagulum erfüllt war

1) *Buchheim*, Beiträge zur Arzneimittellehre. Leipzig

in zwei Stunden sogar 93% des ursprünglich angewendeten, feuchten Eiweisscoagulums aufgelöst, häufig aber auch bei weitem weniger. Hieraus lässt sich wiederum das äusserst Relative in dem Begriffe: Verdaulichkeit erkennen; von den compacten verhältnissmässig wenig Oberfläche bietenden Stücken geronnenen Eiweisses wurde schon in einer Stunde die Hälfte gelöst, während die Magenverdauung schon vorher seit 3 und 4 St. im Gange war. Weitere Versuche lehren, dass weit mehr geronnenes Albumin im Verlaufe einer Stunde im Magen des Hundes verdaut wird, wenn der Magen leer ist, wenn längere Zeit seit der letzten Mahlzeit verflossen, wenn anstatt der Eiweisscylinder von 4 grm. Schwere kleinere oder noch feiner vertheiltes Eiweiss in Anwendung gebracht wurde, wenn den Eiweissstückchen eine freiere Bewegung gestattet ward, als es in den aussen befestigten Säckchen möglich ist, wenn endlich der Versuch in einem völlig unverletzten nicht mit einer Fistel versehenen Magen angestellt worden wäre. Es lässt sich daher auch vorhersehen, dass grössere Stückchen geronnenen Eiweisses, länger gekochtes oder mehr oder weniger getrocknetes Eiweiss einer weit längern Zeit zur Auflösung bedürfen, zumal wenn der Magen schon mit Speisen stark erfüllt war und die Verdauung bereits einige Zeit gewährt hatte. Es wird daher, abgesehen von vielen andern in der Individualität des Organismus liegenden Verhältnissen, wo nicht unmöglich, doch schwer sein, eine gewisse Einheit der Bedingungen zu finden, nach denen sich die Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffe normiren liesse. Und selbst alle Bedingungen gleich gesetzt, würde man immer noch in Zweifel sein, welchen Zeitpunkt man als mittleren Abschluss der Magenverdauung betrachten sollte. Der Anfang der Verdauung kann keine Norm geben, denn sobald einmal Magensaft mit dem Verdauungsobjecte in Berührung kommt, beginnt auch der Lösungsprocess; lässt man z. B. selbst vorher sorgfältig mit Essigsäure ausgelaugtes Eiweiss nur 5 Minuten im Magen verweilen, so wird man gewöhnlich (allerdings nicht immer) nach genauerer Bestimmung einen Verlust finden, der in diesem Falle nur von wirklich verdautem Albumin herrühren kann; ein Theil Eiweiss wird also schon nach 5 Minuten oder $\frac{1}{4}$ St. verdaut, demnach kann Eiweiss offenbar schon in so kurzer Zeit verdaut werden; wir fanden aber, wenn geronnenes Eiweiss in nicht allzu geringen Mengen in den Magen gebracht wurde, zuweilen nach 5 Stunden noch Rudera desselben im Magen; da man den Anfang nicht als Maass der Verdaulichkeit annehmen kann, so würde vielleicht das Ende derselben dazu dienen können. Allein auch das Ende ist unter übrigens gleichen Verhältnissen nicht genau zu ermitteln; denn während gewöhnlich ein Theil der Eiweisskörper den Magen unverdaut verlässt, verweilt ein anderer oft längere Zeit im Magen, da die verdauende Kraft des letzteren während einer Functionsperiode allmählig abgestumpft, d. h. weniger Saft abgesondert wird, ein Umstand, der mehr als andre von der Individualität abhängig ist. Wird doch überhaupt bei manchen Thieren der Magen nie leer; denn wer hat z. B. je einen vollkommen

leeren Kaninchenmagen gesehen? selbst wenn diese Thiere durch Verhungern zu Grunde gehen, findet man in ihrem Magen noch Reste der letzten Mahlzeit. Ist dies nun auch bei den Carnivoren und Omnivoren nicht der Fall, so beweist es doch, dass auch das Ende der Magenverdauung, das Entleertwerden des Magens, für die Bestimmung der Verdaulichkeit einer Substanz kein geeignetes Maass abgeben kann. Es möchte vielleicht überflüssig erscheinen, hier so viel Worte auf diesen so leicht verständlichen Gegenstand verschwendet zu haben; allein dieser Verhältnisse, dieser Unlauterkeit des fraglichen Begriffs muss man eingedenk sein, wenn man den Versuch machen will, auch nur zu rein praktischen Zwecken eine Scale der Verdaulichkeit der einzelnen einfachen und zusammengesetzten Nahrungsmittel zu construiren. *C. Schmidt* hat niemals alles Eiweiss im Magen gelöst werden sehen, und nach 6 stündigem Verweilen des (in Mousselinsäckchen eingeschlossenen) Eiweisses fand er constant die Hälfte desselben ungelöst, während so kleine Mengen Eiweiss, wenn sie frei in den leeren Magen gebracht werden, niemals 6 Stunden lang in demselben verweilen, sondern grossentheils unverändert in den Darin übergehen. *Beaumont* nimmt seinen Beobachtungen nach die mittlere Verdauungszeit hart gesottener Eier zu $4\frac{1}{2}$ St. an.

Dass gekochtes Fibrin weit langsamer im Magen aufgelöst wird, als nicht gekochtes, hat *Frerichs* durch Versuche am lebenden Thiere dargethan; zu demselben Resultate gelangt man, wenn man ausserhalb des Organismus beide Arten von Fibrin mit natürlichem oder künstlichem Magensaft behandelt.

Es ist eine bekannte und früher schon öfter erwähnte Thatsache, dass das lösliche Casein, wie es z. B. in der Milch enthalten ist, durch den Magensaft sehr schnell coagulirt und dann nur allmählig wieder gelöst oder verdaut wird; von den nicht gekochten Proteinstoffen dürfte daher das Casein der schwerstverdauliche sein; indessen findet auch hier ein Unterschied statt je nach der mehr lockern oder mehr dichten Beschaffenheit des Coagulums; denn, wie schon Th. 2, S. 47 erinnert, wird nach *Eltässer* das mehr gallertartig gerinnende Casein der Frauenmilch weit schneller verdaut als das der Kuhmilch, welches im Magen einen compacten, meist zu einem einzigen Ballen geronnenen Klumpen bildet. Aus dem Magen von Katzen und Hunden sah *Frerichs* die Käsestoffklumpen ungefähr nach $2\frac{1}{2}$ Stunden verschwinden. *Beaumont* setzt die Verdauung der Milch seinen Beobachtungen nach auf 2 St. an. *Gosse* zählt die Milch mit zu den leichtest verdaulichen Nahrungsmitteln; das sind nämlich nach ihm solche, die schon nach 4 bis $4\frac{1}{2}$ St. » in Chymus verwandelt werden.

Der Leim gehört zu denjenigen Substanzen, welche sich am leichtesten im Magen verflüssigen; in *Beaumont's* Versuchen war schon nach 20 minutenlangem Verweilen im Magen die gallertartige Beschaffenheit des Leims verschwunden; von 450 grm. genossener Gallert war nach einer Stunde nichts mehr im Magen zu finden. Die Verdaulichkeit der

leimgebenden Gewebe ist aber durchaus von ihrem Aggregatzustande abhängig; daher vorheriges Kochen die Verdauung solcher Gewebe ausserordentlich erleichtert. *Frerichs* sah Bindegewebe und Fettzellgewebe im Magen eines Hundes schon nach $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden (aus einem Tullbeutel) vollkommen aufgelöst werden. Dass Sehnen und Knorpel und überhaupt mit elastischen Fasern stark durchsetzte Gewebe zu den schwerstverdaulichen Substanzen gehören, geht schon daraus hervor, dass wir solche Theile selbst in den Excrementen der Fleischfresser oft wenig verändert wieder finden. Das eigentliche elastische Gewebe und elastische Fasern widerstehen den Verdauungssäften gänzlich.

Das chemisch reine Syntonin ist einigen von mir angestellten Versuchen nach sehr leicht verdaulich und zwar leichter noch als das Blutfibrin vom Rinde: im coagulirten Zustande steht es jedoch dem geronnenen Eiweiss und Casein ziemlich gleich. Obwohl diese Substanz in allen Fleischarten und auch in den glatten Muskeln vollkommen identisch ist (vergl. Th. 4, S. 346), so lehrt doch die Erfahrung, dass die Verdaulichkeit der glatten Muskeln und der quergestreiften und selbst der letztern von verschiedenen Thieren ausserordentlich verschieden ist. Erinnert man sich der histologischen Conformation der beiden Muskelarten, so wird man leicht einsehen, weshalb das Fleisch aus glatten Muskeln bestehender Organe bei weitem leichter verdaulich ist, als das quergestreifte Muskeln; wir wissen, dass die glatten Muskeln jenes dichten und schwerlöslichen (vergl. Th. 3, S. 74), obwohl dünnen Ueberzugs entbehren, von welchem die Primitivbündel (also das Syntonin) der quergestreiften eingeschlossen sind; sie sind meistens nur mit lockerm Bindegewebe umspinnen, welches von den Verdauungssäften leicht durchdrungen und aufgelöst wird. Deshalb sah *Beaumont* Kaldaunen so schnell (innerhalb 1 St.) und Austern wenigstens schneller als Rindfleisch und andre Fleischarten aus dem Magen verschwinden. Die Verschiedenheit in der Verdaulichkeit des Fleisches von verschiedenen Thieren ist wohl grösstentheils von mechanischen Verhältnissen abhängig, die durch die histologische Zusammenlagerung der verschiedenen Elementargewebe bedingt sind. So ist das Fleisch jüngerer Thiere leichter verdaulich, als das älterer; denn (wie wir Th. 3, S. 77 gesehen haben) sind die Primitivbündel der ersteren bei weitem dünner, als die der letztern und deshalb bieten sie im Verhältniss zur Masse dem Magensaft mehr Oberfläche, als ein gleich grosses Stück Fleisch von einem alten Thiere. *Frerichs* fand, dass das Fleisch älterer Thiere durchschnittlich 1 bis $1\frac{1}{2}$ St. länger zur Verdauung brauche als das jüngerer. Das Fischfleisch mag wenigstens für viele Personen (mit nicht allzu kräftiger Verdauung) deshalb schwerer verdaulich sein, weil es in feiner Vertheilung mit Flüssigkeiten in Berührung gebracht einen fast homogenen Klumpen bildet, auf welchen die Verdauungssäfte nur langsam von der Oberfläche her einwirken können. Letzteres findet allerdings, wie namentlich *Frerichs* hervorgehoben, mehr oder weniger bei jedem Fleische statt; denn auch dieses wird nur von

der Oberfläche her allmählig angegriffen, indem zuvörderst das Bindegewebe gelöst wird und dann erst durch die von diesem gelassenen Lücken der Magensaft auf Sarkolemm und Primitivbündel einwirken kann (vergl. Th. 2, S. 104). Daher gehört das eigentliche Fleisch überhaupt nicht zu den leichtverdaulichen Stoffen; *Frerichs* fand im Magen einer Katze 4 St. nach der Fütterung Stücke von rohem Rindfleisch nur in ihren oberflächlichen Schichten erweicht. Fleischstücke, in einem Tullbeutel durch die Fistel in den Magen eines Hundes gebracht, verschwinden daraus erst nach 5 bis 8 Stunden.

Man betrachtet es gewöhnlich als eine ausgemachte Sache, dass rohes Fleisch weit schwerer verdaulich sei, als gekochtes oder gebratenes: allein sehr bedeutend ist der Unterschied nicht; *Frerichs* schätzt die Zeitdifferenz seinen Versuchen nach nur auf eine halbe Stunde. Und in der That darf man sich darüber nicht sehr wundern; denn der Vortheil, den das Kochen oder Braten durch Auflockerung des Bindegewebes und theilweise Zerstörung der organischen Structur hervorbringt, wird dadurch zum Theil wieder aufgehoben, dass das Eiweiss des Fleischsaftes, so wie das Syntonin in den coagulirten Zustand übergeführt wird. Zur schwerern Verdaulichkeit des rohen Fleisches mag das oben erwähnte gallertartige Aufquellen des Syntonins namentlich in säuerlichen Flüssigkeiten sehr viel beitragen.

Wir haben früher (a. e. a. O.) gesehen, dass sich nach Fleischnahrung im ganzen Verlaufe des Darmcanals noch deutlich Muskelfasern, obwohl in verschiedenen Umwandlungsphasen erkennen lassen; wir ersehen hieraus, dass die Verdauung des Fleisches keineswegs im Magen absolvirt wird, und dass gerade der histologisch wichtigste Bestandtheil desselben, die eigentliche Fleischfaser, der Einwirkung der Verdauungssäfte nebst dem Sarkolemm am längsten widersteht; ja mit den Excrementen sehen wir bei reichlicher Fleischnahrung sehr viel Fleischfasern morphotisch unverändert abgehen. Aus der Dauer des Verweilens ist daher gerade beim Fleische nicht auf dessen Verdaulichkeit zu schliessen. Im Magen von Hunden, die nur mit Fleisch gefüttert worden sind, findet man nach 6 bis 8 St. gewöhnlich den grössten Theil verschwunden, geringe Mengen verweilen jedoch oft zu 10 und 12, ja zu 16 und 20 St. in demselben. Aus einer ziemlich in der Mitte des Dünndarms eines Hundes angelegten Fistel sahen *Bidder* und *Schmidt* die meisten Substanzen 5 oder 6 St. nach eingenommener Mahlzeit hervortreten; fast dasselbe wurde an dem im hiesigen Krankenhause verweilenden Manne beobachtet, der an einer am Ende des Ileums befindlichen Darmfistel litt. Man kann also annehmen, dass im normalen Zustande der Magen sich mit der Verdauung des Fleisches nicht viel länger als 4 bis 5 Stunden befasst, was so ziemlich auch mit den von *Beaumont* ausgeführten Untersuchungen übereinstimmt. Gekochtes Lammfleisch sah derselbe z. B. nach 2½ St., gekochtes Rindfleisch nach 2¾ St., geröstetes Rindfleisch nach 3 St. und gebratenes nach 4 St. aus dem Magen verschwinden; dagegen verlor sich geröstetes Schweinefleisch

erst nach $6\frac{1}{2}$ St. aus dem Magen, während gebratenes denselben schon nach $3\frac{1}{4}$ St. verliess. Kann man auch vielleicht für gewisse diätetische Erfahrungen, die einige Uebereinstimmung mit den *Beaumont'schen* Beobachtungen zeigen, wissenschaftliche Erklärungsgründe hebringen: so verbieten dies doch die weit erheblicheren Differenzen, die wir in allen Mittheilungen dieser Art vorfinden; wir wagen daher nicht auf den Einfluss, welchen die verschiedene Zubereitungsweise und die verschiedenen Thierspecies auf die Verdaulichkeit des Fleisches ausüben, näher einzugehen. Nur das dürfen wir hier nicht ganz unerwähnt lassen (was so häufig hervorgehoben zu werden pflegt), dass z. B. in Essig gelegtes Fleisch leichter verdaulich ist, weil, wie jedem Mikroskopiker bekannt, Bindegewebe und Fleischfaser dadurch aufgelockert werden, und dass geräuchertes Fleisch durchschnittlich weit schwerer verdaulich ist, als nicht geräuchertes, da namentlich durch das dem Räuchern vorangehende Pöckeln dem Fleische nicht blos Flüssigkeit und mit dieser gewisse leichtverdauliche Nährstoffe entzogen, sondern die Fasern selbst dichter und unlöslicher gemacht werden.

Im Betreff des Fettes ist man ziemlich darin einverstanden gewesen, dass dieses zu den schwerstverdaulichen Materien gehöre; besonders haben die Aerzte von jeher eine ungewöhnliche Scheu gehabt, irgend welchem Kranken den Genuss fetthaltiger Nahrungsmittel zu gestatten, während sie doch manche Fette, z. B. den jetzt noch so beliebten, meist ranzigen Leberthran so leicht vertragen werden sehen. Dass das Fett im Verhältniss zu andern einfachen Nahrungsstoffen nur langsam zur Resorption gelangt, ist ob seiner physikalischen Eigenschaften, wegen seiner Unlöslichkeit in Wasser und des Widerstandes, den es selbst stärkern Agentien entgegensetzt, leicht zu begreifen; ja hat man doch bis auf die neueste Zeit sich schwer einen Begriff davon machen können, wie das Fett überhaupt zur Resorption gelangt. Dass der Magen nicht der Ort ist, wo das Fett wesentliche Umwandlungen erleidet oder zur Resorption gelangt, ist aus dem Obigen schon genügend bekannt; es pflegt aber, namentlich wenn es in grösserer Menge mit oder ohne Nahrungsstoffe in den Magen gelangt, ziemlich lange darin zu verweilen. *Beaumont* fand Rindstalg noch nach $5\frac{1}{2}$ St. im Magen *St. Martin's*. Es wird im Magen nicht nur nicht verdaut, sondern wirkt hier oft sogar hemmend auf die Verdauung anderer Stoffe ein, indem es einerseits durch die höhere Temperatur sich verflüssigt und so vielleicht einzelne Nahrungspartikel, sie einhüllend, den Verdauungssäften unzugänglich macht, andererseits aber durch sein längeres Verweilen bei jener Temperatur ranzig wird und flüchtige Säuren bildet, die auf noch nicht genügend erforschte Weise die Verdauung erheblich beeinträchtigen. Man muss also zugeben, dass grössere Mengen von Fett der Magenverdauung nachtheilig sind, wenn auch eigentlich von Verdaulichkeit des Fettes bei der Magenverdauung selbst gar keine Rede sein kann. Die Fettverdauung findet erst, wie wir oben gesehen haben, im Dünndarme statt und ist dort selbst an gewisse Gren-

zen gebunden; wir haben aus den übereinstimmenden Experimenten *Boussingault's* einerseits und andererseits *Bidder's* und *Schmidt's* ersehen, dass der thierische Organismus in gewissen Zeiten eine nur beschränkte Quantität Fett aufzunehmen im Stande ist; nach Fütterung der Thiere mit fettreichem Fleische sehen wir aus ihnen beigebrachten Darmfisteln (*Bidder* und *Schmidt*) graue Massen hervortreten, die reichliche Mengen von Fett enthalten, während nur geringere Reste von Muskelfasern darin wahrzunehmen sind. Aus dem Verweilen des Fettes im Magen darf also ebenso wenig auf den Grad seiner Verdaulichkeit geschlossen werden, als aus dem Uebergange desselben in den Dickdarm und die festen Excremente. Kleinere Mengen Fett finden ihre Verdauungsmittel erst im Dünndarme und werden dort äusserst schnell zur Resorption gebracht. Darf man aus der Anfüllung der Darmzotten mit Fett und dem Erscheinen eines weissen Chylus in den betreffenden Milchgefässen etwas schliessen, so muss man das Fett für sehr leicht verdaulich halten; denn schon $\frac{1}{2}$ bis 1 St. nach Aufnahme fettreicher Nahrungsmittel oder Oel findet man im obern Theile des Jejunums von Hunden, Katzen und Kaninchen (wie ich mich sehr oft überzeugt habe) nicht blos die Epithelien mit Fetttröpfchen, sondern auch die Chylusgefässe mit glänzend weissem Chylus erfüllt. Dass aber das Fett, wenn es nicht in allzugrosser Menge den Nahrungsmitteln beigemischt ist, die Verdauung vieler Substanzen, der albuminösen sowohl als der stärkeartigen, wesentlich befördert, davon ist schon früher (Th. 1, S. 248) die Rede gewesen.

Dass die meisten vegetabilischen Substanzen gleich den Fetten der Magenverdauung nicht anheimfallen, davon ist im Obigen schon ausführlicher gesprochen worden; es kann also nicht in dem Sinne, wie bei den eiweissartigen Stoffen, von deren Verdaulichkeit nach ihrem längern oder kürzern Verweilen im Magen die Rede sein. Wir haben uns in dem Obigen unsern Erfahrungen nach für die von *Bidder* und *Schmidt* abweichende Meinung aussprechen müssen, dass Stärkmehl, der Hauptnahrungsstoff, der in den Vegetabilien enthalten ist, schon im Magen zum Theil in Zucker und selbst in Milchsäure umgewandelt werde; diese Umwandlung des Stärkmehls innerhalb des Magens ist aber, soweit unsre bisherigen Erfahrungen einen Schluss gestatten, allerdings nur von der Menge des zugeflossenen Speichels abhängig; der grösste Theil des Stärkmehls findet seine Umwandlung erst im Darne; dass hier die Umwandlung dieses Stoffs um so schneller von Statten geht, je feiner dasselbe vertheilt, je durchfeuchteter (gekocht) es ist, wurde ebenfalls oben schon genügend besprochen. Beschränken wir daher unsre Frage nur auf die Verdaulichkeit des Stärkmehls, so würde man dasselbe im Allgemeinen für leicht verdaulich zu erklären haben, obgleich wir auch von diesem sehr häufig gar nicht geringe Mengen durch den Mastdarm von Menschen und Thieren abgehen sehen. Diese letztere Erfahrung findet ihren Grund theils in einer übergrossen Menge aufgenommenen und nicht gekochten Stärkmehls (denn die Mengen abgesonderten Speichels, Bauchspeichels und Darm-

saftes sind nicht im Stande, jede beliebige Quantität Stärkmehl zu metamorphosiren; auch die Grösse ihrer Absonderung und ihr Umwandlungsvermögen haben eine Grenze), theils aber auch darin, dass das Stärkmehl in vegetabilischen Zellen eingeschlossen ist, durch welche die Verdauungssäfte nur endosmotisch hindurchdringen können. Daher hängt die Verdaulichkeit der Vegetabilien überhaupt von der Natur der Zellen ab, in welche das Stärkmehl und die vegetabilischen Proteinkörper eingeschlossen sind; sind die Zellen noch mit Epidermis überzogen, so wird aus denselben gar nichts aufgelöst, da die Epidermis der Pflanzen für die Verdauungssäfte vollkommen impermeabel ist. Das Kochen wirkt bei den vegetabilischen Nahrungsstoffen insofern nützlich, als die Intercellularsubstanz der Parenchymzellen dadurch aufgelockert wird und die Verdauungssäfte demnach leichter zwischen die Zellen hineintreten können; ausserdem wird auch durch das Kochen die äusserste, die Stärkmehlkörnchen umgebende Schicht gesprengt; diese ist aber vorzüglich die Ursache, dass das rohe Stärkmehl so schwierig von den Verdauungssäften umgewandelt wird. Da die Proteinkörper in den Pflanzen sich in höchst feiner Vertheilung vorfinden, so setzen sie auch den Verdauungssäften, können diese einmal Zugang zu ihnen finden, weit weniger Widerstand entgegen, als die Animalien. Es ist demnach auch leicht einzusehen, weshalb das Brod verhältnissmässig so leicht verdaulich ist. Doch müssen wir wieder darauf zurückkommen, dass aus dem kürzern oder längern Verharren im Magen bei den Vegetabilien noch weit weniger etwas auf deren Verdaulichkeit zu schliessen ist, als bei den Animalien. Wohl der wichtigste Theil der Verdauung der Vegetabilien fällt auf den Dünndarm und gewiss auch auf den Dickdarm; denn wenn man auch nach *Schmidt's* und *Bidder's* Erfahrungen die Darmsaftabsonderung in dem letztern als nicht sehr erheblich betrachten darf, so spricht doch die enorme Grösse des Coecums bei den meisten Pflanzenfressern dafür, dass hier noch ein wesentlicher Act des Verdauungsprocesses vor sich gehen muss. Der Schwerpunkt der Digestion der Vegetabilien liegt also sicher nicht im Magen, daher kann auch ihr Aufenthalt in demselben streng genommen nicht als Maassstab für ihre Verdaulichkeit angesehen werden; und doch verweilen die Vegetabilien durchschnittlich länger im Magen, als die Animalien; selbst nach Fütterung mit Brod findet man nach 3 St. noch den grössten Theil desselben im Magen, erst nach 4 St. nimmt die Menge desselben ab (*Frerichs*); nach 5 und 6 St. findet man gewöhnlich, oft auch nach 8 und 10 St. noch Brodreste im Magen von Hunden; Kartoffeln und andere Vegetabilien verweilen noch viel länger; *Frerichs* so wie *Bidder* und *Schmidt* haben häufig noch nach 22 St. Reste vegetabilischer Substanzen im Magen von Hunden gefunden; dass der Magen mancher pflanzenfressenden Thiere niemals leer wird, haben wir schon oben erwähnt. Wenn wir uns somit überzeugt halten können, dass die Entfernung eines Nahrungsmittels aus dem Magen keinen Beweis für das Verdauliche desselben abgiebt, so drängt sich uns die Frage auf, unter welchen Bedin-

R e s p i r a t i o n .

Wir haben im zweiten Theile dieses Werks den Ausscheidungen des thierischen Organismus unsre Aufmerksamkeit gewidmet, dabei aber fast nirgends einer der wichtigsten derselben, der durch die Lungen, Erwähnung gethan. Der Grund dieses Schweigens ist an sich klar; die Lungenausscheidung beschäftigt uns als Process, während die Qualität ihrer Ausscheidungsproducte nicht der Art ist, dass sie eine besondere Betrachtung erfordert hätte; wir haben es ja im Wesentlichen nur mit Kohlensäure und Wasser zu thun. Die nähere Erörterung dieses Gegenstandes wurde besonders deshalb bis hieher verschoben, weil sie uns auf den sichersten Uebergang zur Entwicklung dessen führt, was wir früher die Spitze der physiologischen Chemie nannten; ohne genauere Kenntniss der Respiration würden wir dieselbe niemals erklimmen können; denn indem sich gerade in dieser fast alle Zustände des thierischen Lebens, ja selbst jene, die nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit den vegetativen Vorgängen stehen, fast augenblicklich reflectiren, liefert sie uns nicht nur über einzelne die Ernährung und Erhaltung des Thierkörpers betreffende Gegenstände die bündigsten Aufschlüsse, sondern sie bietet uns auch die festesten Stützen zur wissenschaftlichen Beurtheilung des quantitativen Stoffwechsels und des gesammten thierischen Haushaltes. Gerade deshalb möge sie das letzte Glied jener Reihe von Betrachtungen sein, die wir bisher über die festen und flüssigen Theile des thierischen Körpers und über verschiedene Functionen desselben angestellt haben.

Wir würden sehr irren, wollten wir die Lunge einfach als Excretionsorgan gelten lassen; unterscheidet sich doch ihre Function von der der meisten andern Excretionsorgane dadurch, dass sie neben der Ausscheidung von gasförmigen Körpern auch der Aufnahme gewisser elastischflüssiger Stoffe vorsteht. Es findet also in den Lungen ein Austausch von Gasen statt. Obgleich wir nun allerdings in unsrer Betrachtung des Respirationprocesses auf die höheren durch Lungen athmenden Thiere vorzugsweise Rücksicht nehmen müssen, so darf doch nicht unbeachtet bleiben, dass jener Austausch von Gasarten, den wir Respiration nennen, keineswegs bloß an dieses Organ, die Lungen, gebunden ist. Bekannt ist, dass ausser den Fischen viele im Wasser lebende Thiere durch sog. Kiemen athmen, und dass dagegen die Insecten anstatt der Lungen mit einem Systeme von Röhren (Tracheen) versehen sind, welche sich, den Blutgefässen gleich, in alle lebensthätigen Gewebe jener blutgefässlosen Thiere verbreiten, ein für die Theorie des Respirationprocesses sehr beachtenswerther Umstand.

Beruhet der Respirationprocess im Wesentlichen auf einem Austausch gewisser Stoffe innerhalb der Lunge, so versteht es sich von selbst, dass zu seiner wissenschaftlichen Erkenntniss die Materien genau bekannt sein müssen, die ihre Bestandtheile unter einander austauschen. Wenn

also die Lungenrespiration in Frage kommt, so muss uns einerseits die Constitution des Blutes und andererseits die der Atmosphaere genau bekannt sein, ehe wir uns zu einem Urtheile über den Austausch selbst erheben dürfen. Wir gehen jedoch hier auf die nähere Betrachtung dieser beiden Grundlagen des Respirationprocesses nicht weiter ein, da wir einerseits die Constitution des Blutes und namentlich seinen Gehalt an den hier zunächst in Frage kommenden Gasen bereits im zweiten Theile besprochen haben, und da wir die chemische Constitution der atmosphärischen Luft als ebenso bekannt voraussetzen zu dürfen glauben, wie die physikalischen Gesetze der Bewegung elastischflüssiger Körper.

Bei jenem Austausche von Gasarten, wie er in den Lungen der luftathmenden Thiere stattfindet, kann man füglich dreierlei Momente statuiren, welche jenen Process wesentlich bedingen, nämlich anatomisch-mechanische, physikalisch-chemische und rein physiologische, ohne dass man diese jedoch principiell vollständig auseinander halten könnte; denn, wie es in der Natur der Sache liegt, muss ein Moment in das andre überfließen. Kaum bedarf es der Erwähnung, dass die mechanischen Momente sich auf die Art und Weise beziehen, wie die betreffenden Stoffe d. h. Blut und atmosphärische Luft in solche Berührung mit einander gebracht werden, dass jener Austausch ermöglicht und befördert werde. Auf eine ausführliche Darlegung der anatomischen Verhältnisse und des ganzen Mechanismus der Respiration verzichten wir hier um so eher, als einerseits die Kenntniss der Anatomie in einer physiologischen Chemie ebenso gut wie die der reinen Chemie vorausgesetzt werden muss, und andererseits folgende wenige Andeutungen hinreichen werden, um diejenigen Modificationen in den quantitativen Ergebnissen des Respirationprocesses beurtheilen zu können, welche von der Verschiedenheit der mechanischen Verhältnisse abhängig sind.

Zunächst dürfte hervorzuheben sein, dass zwischen den beiden Flüssigkeiten, unter denen ein Austausch stattfinden soll, dem tropfbarflüssigen Blute und der elastisch-flüssigen Atmosphaere keine unmittelbare Communication stattfindet, sondern dass diese durch mehr als eine obwohl äusserst feine, durchfeuchtete Haut von einander getrennt sind. Wird aber durch diese Häute der Austausch der Gasarten einerseits erschwert, so hat die Natur andererseits durch die ausserordentliche Ausdehnung der Berührungsflächen dafür gesorgt, dass im Ganzen jene Schwierigkeit möglichst ausgeglichen werde. In kleinem Raume ist durch die höchst feine Vertheilung der Blut- und der Luftgefässe eine ausserordentlich grosse Oberfläche erzielt werden, an welcher die betreffenden Vorgänge ihren Ablauf nehmen können. Die Flüssigkeiten stagniren aber nicht an jener Oberfläche d. h. an jenen Häuten, welche die Communication zwischen beiden herstellen, sondern beide werden durch sehr verschiedene physikalische Mittel in fortwährender Bewegung, in fortwährendem Wechsel erhalten: also ein weiteres Moment, wodurch jener Aus-

tausch wesentlich erleichtert wird. Das Herz, die Gefäße des sogenannten kleinen Kreislaufs in der Lunge treibt fortwährend neues Blut durch dieselben in die Lunge; Zweifel das wesentlichste Fortbewegungsmittel für das Blut; denn wenn auch der Mechanismus des Ab- und Aufstroms der Bewegung des Bluts in der Lunge einigen Einflüssen unterliegt, gewisse Pathologen sicher zu viel geschlossen, die Respiration allein die Blutbewegung bedingt, die Bewegung der Luft betrifft, so ist durch die Bewegung der Luft auf der Oberfläche im kleinen Raume d. h. durch die Mündung ihre Wechsel in gewisser Beziehung erschwert, wenn wir uns den mit Luft erfüllten Raum innerhalb der Lungenbläschen gleich vorstellen, dessen Basis im Verhältniss zur Mündung deutlich überwiegend ist; die Basis bildet die Mündung der Lungenbläschen, während wir die Spitze der Lungenbläschen setzen; der Wechsel der Luft ist also dadurch erschwert, dass diese nur durch das enge Lumen der Stimmritzen aus dem röhrenförmigen Hohlraume heraus und in ihn hinein durch die Mündung schon das hohe Diffusionsvermögen der Gase hindern; jener engen Mündung ein keineswegs gar zu enges Lumen der Luft innerhalb und ausserhalb jenes Raumes zu bewerkstelligen Zwecke des Lebens (ausser etwa bei wintertrocknen Umständen diese Bewegung völlig unzureichend sein; durch diese Vorrichtungen getroffen, um durch Verminderung der Mündung einem gewissen Grade die darin enthaltene Luft zurück zu halten, die Wiedererweiterung desselben den Zufluss neuer Luft zu verhindern; hierauf bezügliche Mechanismus wird nun zum Zweck der eigentümlichen Bau des Thorax und die Lagerung der Rippen, theils durch die eigentümliche Elasticität der Rippen bedingt. Man würde sich aber von der durch die Rippen bewerkstelligten Bewegung eine ganz falsche Vorstellung machen, wenn man glauben, dass dadurch die gesammte im Thorax befindliche Luft gewissermassen zusammengeschüttelt und durch die Bewegung nissmässig bedeutender Verjüngung jenes Hohlraumes der Bruchtheil Luft ausgetrieben und durch die Bewegung genommen; ein eigentlicher Wechsel der Luft findet nicht in den weitem Luftcanälen statt; in den engeren Canälen wird die Bewegung der Wände nur ein Hin- und Herwogen der Rippen hervorgerufen; dort bleibt also der Wechsel der Luft stehen; Gase nach ihrer verschiedenen Qualität überlassen; letzterwähnte Umstand ist, so gebührt doch ein gewisser Verdienst, diese physikalischen Verhältnisse zu berücksichtigen Licht gesetzt zu haben.

Wenn wir nur diese eben erwähnten Momente in Betrachtung ziehen, so lässt sich schon



jener Austausch durch geringe Veränderung der äussern Bedingungen modificirt werden muss. Wir dürfen also nicht etwa glauben, dass lediglich die verschiedene Beschaffenheit des Blutes und der inspirirten Luft von Belang auf die Endergebnisse jenes Austausches sei; es lässt sich vielmehr als physikalische Nothwendigkeit voraussagen, dass, wenn z. B. Blut in reichlicherer Menge durch die Lungen hindurchgetrieben, wenn die Luft öfter in jenem conischen Raume gewechselt, wenn dieser Raum erheblicher erweitert und verengt wird u. s. w., die Resultate jenes Austausches andre sein müssen, als in den entgegengesetzten Fällen. Nicht immer wird es uns aber bei näherer Untersuchung des Respirationsgeschäftes gelingen, dessen Modificationen auf die nächsten, in den chemischen und mechanischen Bedingungen begründeten Ursachen zurückzuführen; diese Bedingungen sind nämlich häufig genug selbst abhängig von sog. physiologischen Verhältnissen, deren Einfluss auf die Beschaffenheit des Blutes, auf die Bewegung desselben, auf die Frequenz der Athemzüge u. s. w. noch keineswegs sattsam ergründet ist. Wir sind daher, um die Gesetze jenes Gasaustausches ausfindig zu machen, in die Nothwendigkeit versetzt, die Modificationen desselben ebensowohl nach ihren entfernteren als nach ihren nähern Ursachen zu untersuchen. Dass die nähern Ursachen solcher Veränderungen, wie wir sie in den quantitativen Verhältnissen der Respirationsproducte vorfinden, lediglich in den obwaltenden physikalischen und chemischen Bedingungen begründet sind, ist nach dem Obigen von selbst klar; die entfernteren Ursachen aber, d. h. die sog. physiologischen, können aber auf jenen Austausch nur insofern einen Einfluss ausüben, als sie ändernd auf jene wesentlichen physikalischen und chemischen Bedingungen einwirken. Wir werden daher den Einfluss eines gewissen physiologischen Verhaltens auf die Respirationsproducte nur dann uns schmeicheln dürfen erklärt zu haben, wenn wir den Zusammenhang desselben mit den physikalischen und chemischen Grundbedingungen der Respiration ins Licht gesetzt haben. Aus diesem Grunde wollen wir auch in unsrer weitem Betrachtung des Respirationsprocesses zunächst von den Einflüssen ausgehen, welche die rein chemischen und physikalischen Verhältnisse auf den Gaswechsel ausüben, um dann erst später den Einfluss der physiologischen zu erörtern. Wir stossen hierbei freilich auf mannigfache Schwierigkeiten, unter welchen nicht die geringste die ist, dass wir die Constitution des Blutes in den seltensten Fällen genau kennen, ja im Betreff ihres Gasgehaltes fast immer nur errathen müssen; und doch ist dieses, wie aus dem Obigen hervorgeht, gerade einer der beiden Hauptfactoren jenes Processes. Fehlte uns nicht dieser Factor, so würden wir nicht so ausführlich auf die physiologischen Bedingungen einzugehen Ursache haben, als wir dies in dem Folgenden thun werden.

Ehe wir jedoch den causalen Zusammenhang der Modificationen des Gaswechsels mit den einzelnen Bedingungen in nähere Erörterung ziehen können, müssen wir die allgemeinen Ergebnisse der chemischen Unter-

welchen die Bestandtheile der austretenden Luft quantitativ bestimmt werden konnten. So einfache Methode auf den ersten Blick erscheint, so hat sie zahllose Mängel, die nur derjenige genügend zu verstehen selbst in Anwendung gebracht hat. Völlig unannehmlich ist die Untersuchung des Einflusses der mechanischen Bedingungen zur scharfen Ermittlung des Volumenverhältnisses von inspirirter und expirirter Luft u. dergl. m. Ist der Apparat für die Thiere z. B. nicht zu tiefem oder frequentem disponirt werden, ist der Luftwechsel reichlich, kein scharfer Luftzug auf das Thier ein, findet ein immerwährender Wechsel der Luftspannung statt, so kann man immer nur die absoluten Quantitäten des in der Thiere eingeathmeten Kohlendioxid- und Wasserdampfes genau zu bestimmen, die des absorbirten Sauerstoffs lässt sich nur durch die Analyse des Thieres vor und nach dem Versuche und der Menge der abgeathmeten Kohlendioxid- und Wassers enthaltenen unter Vernachlässigung des Stickstoffs ungefähr bestimmen. Die Erhaltung vollkommen trockener Luft, welche, um die Thiere genau zu machen, durchaus nothwendig ist, ist für die Thiere in einer ihnen ungewohnten Atmosphäre athmen, in den gewöhnlichen Verhältnissen verlieren und daher sehr leicht in einen ungesunden Zustand gerathen. Indessen beweisen auch für die thierischen Untersuchungen *Marchand's* Versuche an Frösche, dass sie zu wissenschaftlich höchst verwenden kann.

Von *Valentin* und später unter dessen Leitung ein dritter Weg eingeschlagen; man brachte die Thiere in abgeschlossenen mit atmosphärischer Luft erfüllten Gefässen eine Zeit lang darin athmen; hierdurch wurde die Zusammensetzung der expirirten Luft durch sprügeliche Atmosphäre verglichen werden können. Diese Methode, wie wir aus den Forschungen sehen, höchst befriedigende Resultate; doch kann sie weiter auseinanderzusetzen nöthig ist, zu abzurufen. Zur Ergründung des Einflusses mechanischer Umstände auf die Respiration nicht benutzt werden.

Auf eine höchst geniale Weise ist endlich *Naull* und *Reiset* ein Apparat ersonnen worden, durch den die eben beschriebenen Verfahrensweg vereinigt werden. Die Thiere athmen auch hier in einem Gefäss aus welchem jedoch fortwährend durch Kaliumchlorid ein Theil des expirirten Wassers entfernt wird, so dass eine der absorbirten Sauerstoffmenge entsprechende Menge aus einem andern Recipienten zuströmt, ohne

erheblichen Schwankungen unterliegt; die Vorzüge dieser Methode sind augenfällig, indessen ist auch sie nicht vorwurfsfrei; denn die Sättigung der von dem Thiere zu inspirirenden Luft mit Wasserdämpfen und die Vermehrung des Stickstoffgehalts der Luft bei länger andauerndem Athmen der Thiere in jenem abgeschlossenen Raume sind Momente, die nicht lange ohne Einfluss auf die Athmungsverhältnisse bleiben können.

Gehen wir nun zur Betrachtung der allgemeinsten Ergebnisse der über den Gaswechsel in den Lungen angestellten Forschungen über, so ist zunächst festzuhalten, dass das Blut in den Lungen an die inspirirte Luft Kohlensäure und Wassergas abgibt und aus der letzteren Sauerstoff aufnimmt; gewöhnlich geht auch ein sehr kleiner Theil Stickstoff aus dem Blute in die Athmungsluft über, doch findet unter eigenthümlichen Verhältnissen zuweilen auch das Gegentheil statt. Die nächste Frage, die sich uns hierbei aufdrängt, ist unstreitig die, in welchem Verhältnisse die exhalirte Kohlensäure zu dem in den Lungen verschwundenen Sauerstoff der inspirirten Luft stehe. Es ist bekannt, dass das Volumen des Kohlensäuregases gleich ist dem Volumen des in ihr enthaltenen Sauerstoffgases; würde nun in der expirirten Luft ein Volumen Kohlensäure gefunden, welches dem des aus der inspirirten Luft verschwundenen Sauerstoffs gleich wäre, so würde man mit manchen ältern Forschern schließen können, dass der in den Lungenbläschen aufgesogene Sauerstoff gerade ausreiche, um die daselbst exhalirte Kohlensäure zu bilden. Dies ist aber keineswegs der Fall; denn unter den gewöhnlichen Verhältnissen wird ein weit grösseres Volumen Sauerstoff absorhirt, als Kohlensäure exhalirt; der Sauerstoff dient also nicht allein, wenn man sich so ausdrücken darf, zur Oxydation des Kohlenstoffs, sondern auch zu der des Wasserstoffs der thierischen Bestandtheile. Hat man z. B. Thiere im verschlossenen Raume athmen lassen und analysirt dann die durch das Athmen veränderte Luft, so ergiebt sich, dass in derselben mehr freier Sauerstoff fehlt, als zur Bildung der darin enthaltenen Kohlensäure verwendet worden ist; zu demselben Resultate gelangt man, wenn man, wie *Marchand* verfuhr, den Gewichtsverlust des Thiers während der Versuchsdauer mit dem in der expirirten Luft enthaltenen, auf Kohlensäure und Wasserstoff vertheilten Sauerstoffe vergleicht; man findet in diesem Falle, dass das Thier weniger an Gewicht verloren hat, als man der excernirten Kohlenstoff- und Wasserstoffmenge nach erwarten sollte; es muss demnach vom Körper des Thieres während der Athmung auch ein wägbarer Stoff aufgenommen werden; dies kann aber auch kein andrer als Sauerstoff sein; die Mengen des wechselnden Stickstoffs sind im Ganzen zu gering, als dass sie wesentlich auf dieses Verhältniss influenziren könnten. Es sind über diesen Gegenstand ausserordentlich zahlreiche Versuche und zwar mit den besten Mitteln, welche die Wissenschaft bietet, ausgeführt worden; auf die Einzelheiten derselben kommen wir im Laufe unsrer weitem Betrachtung zurück. Hier sei nur soviel vorausgeschickt, dass durchschnittlich auf 4 Vol. absorhirten Sauerstoffs xxx

ungefähr 0,8516 Vol. Kohlensäure in der au werden. Wir werden später sehen, dass na meisten neuern Forscher dieses Verhältniss ein scheint, während die Versuche von *Brunner* ziemlich genau jene Proportion zwischen beide *lentin* würde daher der Austausch beider Gase sionsgesetze derselben) im umgekehrten Verhä ihrer Dichtigkeiten statt finden.

Man hat öfter versucht, das *Volumen* der der inspirirten zu vergleichen; wenn man bei ser untersucht, so muss sich nothwendigerw absorhirten und nicht in Kohlensäure verv sprechende Verminderung des Luftvolumens e von den geringen Mengen exhalirten Stickstof verhält es sich aber allerdings, wenn man l Zustände mit einander vergleicht: da die insp mit Wassergas gesättigt ist, die exspirirte aber versteht es sich von selbst, dass die Tension d menen Wasserdunstes eine Vermehrung des bedingen muss.

Kaum bedarf es aber noch der Erwähnu höhung, welche die Luft unter gewöhnlichen erfährt (auf 36,2 bis 37,5° *Valentin*), eine ents rung mit sich bringt.

An Wasser werden von einem erwachs der Ruhe nach *Valentin* 506, nach *Vierordt* 36 24 St. exhalirt; von letzteren stellen jedoch (c rirt wird) nur 324 grm. den eigentlichen Verli

Wir haben so eben schon angedeutet, d gehalt der Luft sich beim Athmen nicht völl waren die Ansichten der Forscher über die Fr spiration eine Absorption oder eine Exhalati finde; die neuern Untersuchungen von *Brun* *Regnault* und *Reiset* haben eine Ausscheidung in höchst geringer Menge, ausser Zweifel geset Forschern ist die ausgeathmete Luft um 0,402 stoff reicher, als die eingeathmete; die letzteri an Thieren, dass von diesen auf 10000 Gewiel stoffs zwischen 8 bis 133 Th. Stickstoff in den *Boussingault*¹⁾ hatte schon früher dieses Facti constatiren versucht, indem er an Thieren di nommenen Stickstoffmengen mit denen der f

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 2. T. 44, p. 433 u. T. 42, p. 453.

mente verglich; in den letzteren wurde weniger Stickstoff gefunden, als in der Nahrung enthalten gewesen war; daraus schloss man, dass jene fehlende Stickstoffmenge durch die Lunge wieder aus dem Organismus ausgetreten sein müsse. *Boussingault* fand das Gewichtsverhältniss zwischen exhalirtem Stickstoff und ausgeathmeter Kohlensäure ungefähr wie 1 : 400. Zu demselben Resultate ist *Barral*¹⁾ bei seinen Versuchen an Menschen gelangt; auch nach ihm beträgt die Menge des exhalirten Stickstoffs ungefähr $\frac{1}{100}$ der Menge excernirter Kohlensäure. Dass in der expirirten Luft sich ein Theil des Stickstoffs unter der Form von Ammoniak vorfindet, ist schon früher (Th. 1, S. 448) erwähnt worden.

Ausser den eben erwähnten allerdings nur höchst geringen Spuren von Ammoniak enthält die Expirationsluft nicht selten auch flüchtige Stoffe, welche mit der Nahrung aufgenommen worden sind z. B. Alkohol, Phosphor, Campher und aetherische Oele: allein auch wenn keine solchen Stoffe in der Nahrung nachweisbar waren, pflegt man geringe Mengen eines kohlenwasserstoffigen organischen Körpers in der Expirationsluft zu finden. Die Röthung der Schwefelsäure, wenn man solche zum Austrocknen der expirirten Luft anwendet, deutet schon darauf hin: allein wenn, wie in den meisten mit Thieren ausgeführten Versuchen, der Ausathmungsluft zugleich die Producte der Perspiration beigemischt sind, so kann jene Färbung von den Gasen der Darmexhalationen herrühren, oder wenn dabei die Durchzugsmethode (die zweite der oben angeführten Methoden) in Anwendung kam, so können auch mechanisch fortgerissene organische Theile (sog. Staub vom Felle des Thieres) die Ursache jener Färbung sein. Indessen bemerkt man selbst bei Anwendung reiner Athmungsluft nach längerem Durchstreichen derselben durch einen Schwefelsäureapparat constant eine wenn auch geringe Färbung der Säure. Uebrigens geht auch aus *Regnault's* und *Reisel's* sehr exacten Versuchen ziemlich deutlich hervor, dass der Wasserstoff und der Kohlenwasserstoff, welchen diese Forscher in dem Luftgemenge, welches längere Zeit zum Athmen der Thiere gedient hatte, vorfanden, nicht allein von der Perspiration oder der Darmexhalation herrühren konnte, sondern dass in der That im völlig normalen Zustande von der Lunge ein wägbarer Theil Wasserstoff und Sumpfluft exhalirt werde.

Wir gehen zur Feststellung einiger absoluter Werthe über, welche uns die bisherigen Forschungen betreffs mehrerer der oben ange deuteten Verhältnisse ergeben haben. Ueber die Quantität der von einem erwachsenen Manne innerhalb einer bestimmten Zeit exhalirten Kohlensäure besitzen wir sehr verschiedene Angaben. Der Grund dieser Verschiedenheit ist leicht einzusehen, wenn wir erwägen, auf welche Weise man zu den bezeichneten Zahlen gelangt ist. Ausser *Scharling* und *Vierordt* haben alle andern Beobachter die Luft von nur wenigen Athemzügen gesammelt, deren Kohlensäuregehalt bestimmt und darnach den Kohlen-

1) *Barral*, Compt. rend. T. 27, S. 364.

ersten Versuchsreihe die bei vollkommen ruhigem Athmen ausgeschiedenen Kohlensäurequantitäten zunächst unter einander, um so vorerst gewisse Mittelwerthe und die entsprechenden Schwankungen festzustellen. *Vierordt* stellte alle Versuche an sich an und zwar immer unter möglichst gleichen Verhältnissen; jede einzelne Beobachtung ward auf die Dauer einer Minute ausgedehnt, so dass die während dieser Zeit gesammelte Luft auf ihren Kohlensäuregehalt untersucht wurde. Vor jedem Versuche wurden einige Athemzüge gethan, welche hinsichtlich ihrer Häufigkeit denen während des Versuchs selbst entsprachen, da in den Lungen vom vorangehenden Athmen noch rückständige Luft einen verhältnissmässigen Fehler in dem Resultate der Beobachtung herbeigeführt haben würde. Die Vergleichsbeobachtungen bei verschiedener Athemfrequenz wurden übrigens nie hinter einander, sondern, obwohl zu möglichst gleichen Tageszeiten, in Intervallen von ungefähr einer halben Stunde ausgeführt. Die in dem Folgenden angegebenen Gasvolumina sind übrigens auf 37° C. und 336 Par. Lin. Barometerstand reducirt.

Im Zustande vollkommener körperlicher Ruhe fand *Vierordt* für die respiratorischen Functionen folgende Mittelwerthe, denen wir die Maxima und Minima beifügen, für eine Minute:

	Mittel	Min.	Max.
Zahl der Pulsschläge	= 75,52	54	101
„ „ Athemzüge	= 44,9	9	15
Volumen der ausgeathmeten Luft	= 6034	4206	9331 CC.
„ „ „ Kohlensäure	= 261,52	177	452 CC.
„ „ einer Expiration	= 507	367	699 CC.
Kohlensäure in 100 Th. exp. Luft	= 4,334	3,358	6,220

Nach Bestimmung dieser Fundamentalwerthe gelangte *Vierordt* durch doppelt so schnelles Athmen (ohne Verminderung der normalen Tiefe) zu dem Resultate, dass die relative Menge der Kohlensäure ungefähr um 0,907% geringer war, als bei dem normalen, ruhig vor sich gehenden Athmen, bei der dreifachen Anzahl von Athemzügen um 4,125%, bei der vierfachen Anzahl um 4,292%, bei der achtfachen endlich um 4,600%. Wurden die Athemzüge um die Hälfte vermindert (6 Athemzüge anstatt 12 in einer Minute, wobei bedeutende Athembeschwerden eintraten und dennoch ein nicht ganz reines Resultat erlangt werden konnte), so wurde die Differenz im Kohlensäuregehalte der expirirten Luft um 4,316% gefunden. Deutlicher wird dieses Verhältniss durch folgende übersichtliche Zusammenstellung der von *Vierordt* gefundenen Mittelwerthe sein, wobei die bei verschieden schnellem Athmen erhaltenen mittleren Kohlensäuremengen für eine und dieselbe normale Kohlensäurequantität berechnet sind:

Athemzüge in 1 Minute.	Kohlensäure in 100 Vol. ausgeathmeter Luft.
6	5,528
12	4,262
24	3,355
48	2,984
96	2,662

Nach wenigen Correctionen, die an den in dieser Weise unter verschiedenen Verhältnissen gefundenen Zahlen vorgenommen wurden, ist Vierordt dahin gelangt zu zeigen, dass die Expirationszahlen Functione der entsprechenden die Kohlensäureprocente, ausdrückenden Zahlen sind. Demnach kommt jeder Expiration, sie mag eine Dauer haben, welche sie wolle, ein constanter Kohlensäurewerth von 2,5% zu, dem sich noch ein zweite, der Dauer des Athemzugs genau proportionale Menge Kohlensäure heigesellt. Zum Verständniss dieses Satzes fügen wir folgende Tabelle bei

Expirationen	Kohlensäureprocente	Constante	Zunahme der Kohlensäureprocent für die Dauer des Athemzugs
6	5,7	2,5	3,2
12	4,4	2,5	4,6
24	3,3	2,5	0,8
48	2,9	2,5	0,4
96	2,7	2,5	0,2

Die Formel, welche zur Berechnung der den verschiedenen Respirationen zukommenden relativen Kohlensäuremengen dienen kann, drückt Vierordt folgendermaassen aus: «Ist die bei einer Expiration von der Dauer von $\frac{60}{3} \cdot 2^{-n}$ Secunden gebildete, in 100 Raumtheilen ausgeathmeter Luft vorhandene Kohlensäuremenge gleich $= a$, so wird der Kohlensäurewerth bei einer Dauer von $\frac{60}{3} \cdot 2^{-n}$ Sec. $= a = 3,2 + \frac{6}{2^n}$ sein» oder «bezeichnet a die bei jeder Expiration constante Kohlensäure, T die Dauer der kürzesten Athmungsbewegung, so entspricht allgemeiner der Dauer $T \cdot 2^n$ jeder Athmungsbewegung der Kohlensäurewerth I.) $a + \frac{2^n - 1}{10}$. Da $T \cdot 2^n$ eine Expiration von jeder beliebigen Dauer t darstellt, so wird $2^n = \frac{t}{T}$. Dieser Ausdruck giebt, in I. eingeführt, für irgend eine Dauer t einer Expiration den Kohlensäurewerth II.) $a + \frac{t - T}{10 T}$.

Stürmer¹⁾ ist übrigens bei seinen unter Marchand's Leitung ausgeführten Untersuchungen über denselben Gegenstand zu etwas andern Resultaten gelangt als Vierordt; im Allgemeinen stimmen die von Stürmer gefundenen Verhältnisswerthe ziemlich mit denen Vierordt's überein; sie passen jedoch nicht zu der von letzterem aufgestellten Formel, weshalb Stürmer und Marchand dieselbe modificirt wissen wollen. Man hat dem Verfahren Vierordt's mehrere Mängel nachgewiesen z. B. das Ausathmen in den Expirator bei offenen Nasenlöchern, die Benutzung von Kochsalzlösung als Sperrflüssigkeit unter Vernachlässigung der Differenz der Tension der Dämpfe von reinem Wasser und jener Lösung, die ungenaue Temperaturbestimmung der Luft des Anthrakometers und die Unsicherheit beim Ablesen der Wasserhöhe: allein die meisten dieser Mängel sind von Vierordt selbst schon erkannt und bezeichnet worden und gleich diesem glauben wir nicht, dass dieselben auf die Hauptresultate wesentlich influenziren; denn obgleich wir keineswegs der Ansicht sind, dass eine sehr grosse Anzahl weniger genauer Versuche ein besseres Resultat zu geben im Stande sind, als wenige scharfe Experimente (sonst müsste z. B. auch der Astronom zur Zeitbestimmung lieber das Mittel der Zeitangabe von 100 Uhren

1) Stürmer, Observ. de ac. carbonici respiratione exhalati quantitate. Halis 1848.

ziehen, als sich eines einzigen, zwar kostbaren aber guten Chronometers bedienen), so scheinen uns doch die Versuche *Vierordt's* das Vertrauen völlig zu verdienen, welches ihnen ihr Autor selbst geschenkt hat; eines der wesentlichsten Erfordernisse zum Gelingen der bezüglichen Versuche bleibt die Uebung in Vollführung ruhiger, normaler Athemzüge; in dieser Hinsicht muss aber *Vierordt* jedenfalls der Vorzug vor *Stürmer* zuerkannt werden. *Stürmer* fand übrigens im Mittel von je 8 bis 10 Versuchen in der expirirten Luft

bei 6 Athemzügen in der Minute	=	5,45 % Kohlenäure
„ 12 „ „ „ „	=	4,57 „ „
„ 24 „ „ „ „	=	3,50 „ „
„ 48 „ „ „ „	=	2,65 „ „

Nach den Erfahrungen *Vierordt's* sind 500 Cubikcentimeter ungefähr der Mittelwerth für das Volumen der bei ruhigem Athmen durch eine Expiration ausgeathmeten Luft. Nimmt man nun beim beschleunigten Athmen ein gleich grosses Volumen für die mit jedem Athemzuge ausgestossene Luft an, so lässt sich nach den obigen Daten die innerhalb einer Minute exhalirte (absolute) Kohlensäuremenge sehr leicht berechnen. Folgende Tabelle möge die aus dieser Berechnung sich ergebenden Verhältnisse anschaulich machen.

Zahl der Expirationen in 1 Min.	Kohlensäure in 100 CC. expir. Luft.	In 1 Min. expirirte Luft in CC.	In 1 Min. expir. Kohlen-säure in CC.	Durch 1 Expiration ausgeathmete Koh-lensäure in CC.
6	5,7	3000	171	28,5
12	4,1	6000	246	20,5
24	3,3	12000	396	16,5
48	2,9	24000	696	14,5
96	2,7	48000	1296	13,5

Vierordt knüpft an die eben angedeuteten Verhältnisse eine interessante Betrachtung über die Zahl der Athemzüge, welche innerhalb einer Minute gethan werden müssten, um das die Lungen durchströmende Blut vollkommen von Kohlensäure zu entleeren. Nimmt man nämlich mit ihm die Quantität der Kohlensäure des innerhalb 1 Minute die Lungencapillaren durchströmenden Blutes zu 4300 CC. an, so gehörten obigen Daten zufolge mehr als 300 Athemzüge dazu, um diese gänzlich zu entfernen; denn 192 Athemzüge würden nur 2496 CC. zu entfernen im Stande sein, während die doppelte Anzahl derselben 4896 CC. ausscheiden könnten (wenn überhaupt solche excessive Athemfrequenz im Bereiche der Möglichkeit läge). Einer solchen Annahme zufolge würde aber von der im Blute der Lungencapillaren enthaltenen Kohlensäure innerhalb einer Minute bei 6 Athemzügen nur 3,97%, bei 12 = 5,72% bei 24 = 9,21% und bei 48 = 16,18% ausgeschieden werden.

Wenn auch ausser der Athemfrequenz noch andre Momente auf den Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft den entschiedensten Einfluss äussern, so behält doch jenes Gesetz für übrigens gleiche Verhältnisse seine volle Geltung, wie sich *Vierordt* durch zahlreiche unter den verschiedensten Körperzuständen angestellte Versuchsreihen überzeugt hat. Wir müssen daher mit demselben Forscher den Rhythmus der Athemzüge für den wirksamsten Regulator der Kohlensäureexcretion halten.

Der Einfluss der Athembewegungen auf die Kohlensäureexcretion

zeigt sich aber auch, wenn man die Grösse o
nen Athemzüge berücksichtigt. Trotz der S
gungen von einer gewissen Tiefe zu thun, is
Bezug zu entschieden Resultaten gelangt; d
Tabelle zu übersehen :

Enthält die Luft normaler Athemzüge	=	4,60%
zweimal tieferer	„	= 4,00%
dreimal	„	= 3,70%
viermal	„	= 3,38%
achtmal	„	= 2,78%
ein halbmal	„	= 5,38%

Hieraus geht hervor, dass bei der das n
Doppelte des Volumens übertreffenden Exspir
der exhalirten Kohlensäure ungefähr eben so
Normale um das Dreifache überschreitenden At
auf das deutlichste hervorgeht, dass dem O
zu Gebote stehen, auf einmal grössere Quantit
zuscheiden.

Zur Entscheidung der Frage, ob der Koh
den feinern Verzweigungen der Luftwege zuni
suche von *Allen* und *Pepys*, so wie die *Jurine's* a
zwei Wege ein; der eine derselben war der,
möglichst gleiche Hälften zu theilen; die zwe
tiefern Lungenparthien entsprungen sein; in di
im Mittel von 21 Versuchen 5,44% Kohlensäur
Hälfte durchschnittlich nur 3,72% enthalten v
bestand darin, dass der Kohlensäuregehalt eine
dem einer durch möglichst vollkommenes (ang
haltenen Luft verglichen wurde. Es fand sic
schnittlich, dass, wenn der Kohlensäuregehalt e
(von 574 CC.) 4,63% betrug, eine möglichst v
1800 CC. 5,18% Kohlensäure enthielt. Hierau
tiefern (1226 CC. betragenden) Schichten der
die in beiden Expirationsvolumina enthalter
und 93,34 CC. betragen, = 66,67 CC. Koh
0,80% mehr, als in dem normalen Expiration
Da aber selbst bei der stärksten Ausathmung
CC. Luft in den tiefsten Lungenparthien zur
grösste procentische Gehalt der Luft in den Lur
betragen, also 1,2% mehr, als die Luft einer r

Ueber den Einfluss, welchen die Hem
Ausscheidung der Kohlensäure ausübt, hat V
ausgeführt. Bei allen diesen Versuchen stellte
erhebliche Abnahme der Menge der absoluten

hebliche Zunahme der relativen Kohlensäure heraus, ein Resultat, zu welchem auch *Horn*¹⁾ jüngst bei einigen ähnlichen Versuchen gelangt ist.

Wir gehen nun zur Betrachtung jener Veränderungen über, welche die Ausathmungsluft nach unmittelbarer Einwirkung chemischer Agentien, d. h. besonders durch das Einathmen künstlicher Luftgemenge oder besonderer Gasarten erleidet. Was zunächst das Athmen in einer Atmosphäre betrifft, die reicher an Sauerstoff als die atmosphärische Luft ist, so haben die neuesten von *Regnault* und *Reiset* an Hunden und Kaninchen angestellten Versuche zu keinen vom normalen Zustande erheblich abweichenden Resultaten geführt; die Thiere schienen in einer Luft, welche zwei- und dreimal mehr Sauerstoff enthielt, als unsere Atmosphäre, keine Beschwerde zu fühlen; die Respirationsproducte waren genau dieselben, wie wenn die Thiere atmosphärische Luft geathmet hätten. Um so auffallender ist es, dass frühere Versuche über das Athmen in reinem Sauerstoffgas zu ziemlich entscheidenden Resultaten geführt haben; hierher gehören die Beobachtungen von *Lavoisier* und *Seguin*, so wie die von *Allen* und *Pepys* an Menschen und die von *Marchand* an Fröschen; nach diesen wird die Ausscheidung der Kohlensäure beim Athmen in reinem Sauerstoff allerdings nur wenig oder gar nicht vermehrt, dagegen wird weit mehr Sauerstoff als unter gewöhnlichen Verhältnissen absorbiert; nach *Marchand* blieb z. B. noch einmal soviel Sauerstoff (der nicht zur Kohlensäurebildung verwendet wurde) im Blute zurück, als beim Athmen in gewöhnlicher Luft. Die Versuche von *Allen* und *Pepys* zeigen übrigens eine nicht unbedeutende Stickstoffexhalation an. Die Erfahrungen *H. Davy's*, denen zufolge die meisten Lebensfunctionen nach längerem Einathmen von Sauerstoff sämtlich energischer von Statten gehen, verdienen eine sorgfältige Wiederholung mit bessern Mitteln, als sie *Davy* zu Gebote standen und als sie *Lespasse*²⁾ jüngst benutzt hat.

Ueber das Athmen in kohlenstoffreicher Luft und das wiederholte Einathmen einer bereits exspirirten Luft sind von verschiedenen Forschern ziemlich zahlreiche Versuche angestellt worden. *Marchand* fand an Fröschen, die er in abgeschlossenem Raume athmen liess, dass die Thiere gegen Ende des Versuchs weit weniger Kohlensäure entwickeln und Sauerstoff einathmen, als im Anfange; zuletzt nehmen sie fast nur soviel Sauerstoff auf, als zur Kohlensäurebildung nöthig ist. Die von *Legallois*³⁾ an Thieren angestellten Versuche haben so auffallende, von denen anderer Beobachter abweichende Resultate gegeben, dass man in Verlegenheit ist zu entscheiden, wie weit man ihnen trauen darf. Doch lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit aus ihnen Folgendes abnehmen. In einer kohlenstoffreichen Atmosphäre wird mehr Stickstoff ausgeschie-

1) *Horn*, Neue medic.-chirurg. Zeitung. 1849. S. 33—39.

2) *Lespasse*, Compt. rend. T. 22, p. 4055.

3) *Legallois*, Exp. sur le principe de la vie. Paris 1842.

den, als in normaler Luft, und, wenn der Kohlensäuregehalt der Luft sehr bedeutend ist, wird sogar etwas Kohlensäure vom Blute absorbiert, desto geringer ist aber die Sauerstoffabsorption.

Schon aus *Davy's* Versuchen wissen wir, dass reine Kohlensäure nicht eingeathmet werden kann, da sich die Stimmritze alsbald krampfhaft verschliesst; selbst bei einem Gehalte an 60 bis 40% Kohlensäure ist die Luft nicht athembar, wohl aber kann eine Luft von geringerem Gehalte an dieser Säure einige Zeit ohne Nachtheil geathmet werden; solche Luft bringt aber weniger deshalb bei längerem Athmen Gefahr mit sich, weil sie so viel Kohlensäure enthält, als deshalb, weil sie den Lungen nicht eine genügende Menge Sauerstoff zuführt.

Mit Luft, die reicher an Stickstoff als atmosphärische war, hat *Legallois* Versuche an Meerschweinchen angestellt, aus denen hervorgeht, dass dabei Stickstoff absorbiert und weniger Kohlensäure exhalirt wird; die Sauerstoffabsorption zeigt sich relativ bedeutender als in atmosphärischer Luft.

Das Athmen reinen Stickstoffgases zieht sehr bald suffocative Erscheinungen nach sich; nach *Coulenceau*¹⁾ und *Nysten*²⁾ scheint dabei etwas mehr Kohlensäure als in atmosphärischer Luft exhalirt zu werden.

Ueber das Athmen in Stickstoffoxydulgas hat der Entdecker desselben, *H. Davy*, bereits die sorgfältigsten Untersuchungen angestellt, die in neuerer Zeit von *Ph. Zimmermann*³⁾ vollkommen bestätigt worden sind. Es bewirkt bekanntlich anfangs eine sehr angenehme Empfindung, bedeutende Aufregung und einen rauschähnlichen Zustand, der jedoch bald (nach 5 bis 10 Minuten) in Asphyxie übergeht. Nach *Davy's* Analysen der dabei ausgeathmeten Luft wird sehr viel Stickstoffoxydul vom Blute absorbiert, Kohlensäure wird, so wie Stickstoff, in verhältnissmässig nicht geringer Menge ausgeschieden. *Zimmermann* hat an Tauben und Kaninchen mit diesem Gase mehrfache Versuche ausgeführt, bei denen er an den Thieren sehr bald beschleunigten unregelmässigen Puls und sehr frequente Respiration beobachtete; später traten leichte Convulsionen und Asphyxie ein. Ein kräftiges Kaninchen kam durch Einblasen atmosphärischer Luft wieder zum Leben, nachdem es 3 St. 20 M. in einer Atmosphäre von Stickstoffoxydul verweilt hatte. Bei einem Kaninchen, welches in atmosphärischer Luft stündlich im Durchschnitt 0,8 grm. Kohlensäure producirt, fand *Zimmermann*, dass es in Stickstoffoxydulgas 4,3 grm. Kohlensäure aushauchte.

Das Athmen einer mit Wasserstoffgas gemengten Atmosphäre kann ziemlich lange Zeit ohne Nachtheil ertragen werden, wenn sich in derselben nicht allzugeringe Quantitäten von Sauerstoff vorfinden. *Regnault* und *Reiset* liessen Kaninchen, einen Hund, so wie auch Frösche in

1) *Coulenceau*, Revision des nouv. doct. chem.-physiol. etc. Paris 1844.

2) *Nysten*, Recherches de physiol. et de chim. path. Paris 1844.

3) *Ph. Zimmermann*, dissert. inaug. med. Marburgi 1844.

einer Luft athmen, deren Stickstoffgehalt grösstentheils durch Wasserstoff ersetzt war (55 bis 77% Wasserstoff, 1,1 bis 14,4% Stickstoff und 21,8 bis 28,8% Sauerstoff); das Kaninchen athmete 20 St., der Hund 10 St. ohne sichtlichen Nachtheil diese Atmosphaere ein; nur die Athemzüge wurden kräftiger, was diese Forscher von dem grössern Erkältungsvermögen des Wasserstoffs ableiten zu dürfen glauben. Zu Ende des Versuchs wurde fast dieselbe Menge Wasserstoff wieder gefunden; die Sauerstoffabsorption wurde bedeutender gefunden als beim Athmen in atmosphaerischer Luft; es schien Stickstoff exhalirt worden zu sein; indessen mochte dieser wohl von der Luft herrühren, die in den Lungen der Thiere verweilte, als diese in den Athmungsapparat gebracht wurden. Die Respiration der Thiere ging also in dieser künstlichen Atmosphaere eben so von Statten, wie in gewöhnlicher Luft, eine Erfahrung, die übrigens schon von *Lavoisier* und *Sequin* so wie von *H. Davy* gemacht worden ist.

Aus *Regnault's* und *Reiset's* Versuchen geht deutlich genug hervor, dass das Athmen in reinem Wasserstoffgase nur deshalb nicht lange Zeit ertragen werden kann, weil damit dem Organismus der zum Leben nöthige Sauerstoff entzogen ist. *Marchand* sah Frösche in reinem Wasserstoffgas schon nach $\frac{1}{2}$ bis 4 St. verenden; dieselben athmeten in diesem Gase weit mehr Kohlensäure aus, als in atmosphaerischer Luft; während 1000 grm. Frosch in atmosphaerischer Luft stündlich ungefähr 0,077 grm. Kohlensäure expirirten, entwickelten solche in reinem Wasserstoffgas in der Stunde = 0,263 grm. Kohlensäure.

Das Kohlenoxydgas bewirkt schon in sehr kleinen Mengen, der atmosphaerischen Luft beigemengt, Abspannung, Erstickungszufälle, Betäubung und Tod. Dass dieses Gas derjenige Bestandtheil des Kohlendunstes sei, der dessen tödtliche Folgen bedingt, ist besonders in neuerer Zeit von *Leblanc*¹⁾ nachgewiesen worden.

Dass Schwefelwasserstoff, Selenwasserstoff, Phosphor- und Arsenwasserstoff, Ammoniakgas, schweflige Säure, Chlorgas u. s. w. nicht blos irrespirable, sondern auch giftige Gase gleich dem Kohlenoxyd sind, bedarf hier kaum noch besonderer Erwähnung.

Wie auf alle andern Functionen des thierischen Organismus, so üben auch auf die Respiration eine Menge von Einflüssen der Aussenwelt eine bestimmte Wirkung aus. Durch die Lungen steht der Thierkörper in der nächsten, innigsten Beziehung zur Atmosphaere: die verschiedenen Zustände der letztern werden daher gewiss auch ihren Effect auf den thierischen Organismus zunächst an den verschiedenen respiratorischen Functionen wahrnehmen lassen. Untersuchen wir daher zunächst jene Veränderungen, die wir in der Zusammensetzung der expirirten Luft bei verschiedenen Zuständen der Atmosphaere beobachten. Unter diesen zieht

1) *Leblanc*, Compt. rend. T. 30, p. 488 -- 485.

zunächst die Temperatur unsere Aufmerksamkeit auf sich. Die frühesten in dieser Beziehung angestellten Versuche bezogen sich meist auf solche Thiere, welche bei niedern Temperaturen in einen dem Winterschlaf ähnlichen Zustand verfallen oder deren ganze Lebensthätigkeiten dadurch mehr oder weniger herabgesetzt werden; da *Spallanzani*, *Saissy*, *Treviranus* und *Andre* beobachtet hatten, dass Insecten und Mollusken, so wie Murrethiere, Fledermäuse und Igel in niederer Temperatur weniger Kohlensäure exhalirten, als in höherer, so glaubte man allgemein annehmen zu müssen, dass Sinken der äussern Temperatur bei allen Thierclassen constant diesen Effect hervorbringe. Allein neuere von verschiedenen Seiten her angestellte und vielfach abgeänderte Versuche haben gelehrt, dass bei den höhern Thierclassen wenigstens von dem Eispunkte an mit dem Steigen der Temperatur eine Verminderung der Kohlensäureexhalation stattfindet. In neuerer Zeit hat zuerst *Letellier*¹⁾ eine Reihe von Bestimmungen der Kohlensäurequantitäten gemacht, welche Zeisige, Turteltauben, Mäuse und Meerschweinchen bei verschiedenen niedern oder höhern Temperaturen exhaliren. Es ergab sich, dass zwischen -5 und $+3^{\circ}$ verhältnissmässig am meisten und zwischen $+28$ und $+43^{\circ}$ am wenigsten Kohlensäure von genannten Thieren excernirt wurde. Dieses Verhältniss trat übrigens bei den Vögeln noch schärfer hervor, als bei den Säugethieren; eine Temperatur über $+43^{\circ}$ vertragen die Thiere nicht. Fast gleichzeitig mit *Letellier* hatte *Marchand* an Fröschen ähnliche Resultate erhalten, nur mit dem Unterschiede, dass diese Thiere zwischen $+2$ und 3° C. bereits in einen torpiden Zustand verfallen, bei welchem sie äusserst wenig Kohlensäure excerniren (1000 grm. Frosch in 4 St. nur 0,039 grm.), während zwischen $+6$ und 7° die grösste Menge Kohlensäure exhalirt wird (1000 grm. = 0,424 grm.); mit dem Steigen der Temperatur sank dann die excernirte Kohlensäuremenge immer mehr und mehr herab. Zwischen 28 und 30° hauchten 1000 grm. Frösche innerhalb einer Stunde nur noch 0,077 grm. aus.

Vierordt hat aus seinen äusserst zahlreichen Versuchen über die Kohlensäureexcretion, bei denen er gleich von Anfang an die Temperatur und den Barometerstand so gut wie die Zahl der Pulsschläge, Athemzüge und die Volumina der einzelnen Expirationen berücksichtigte, eine Scala der Werthe der respiratorischen Functionen nach den einzelnen Temperaturgraden zwischen $+3^{\circ}$ und 24° C. entworfen, durch welche weit genügende Aufschlüsse über den Einfluss des Wärmegrades auf die Respiration erlangt wurden, als durch alle frühern Untersuchungen der Art. Um das Verständniss dieser Verhältnisse zu erleichtern, theilen wir die Mittelresultate in zwei Abschnitten mit, wobei der eine die Durchschnittszahlen der bei den niedern Wärmegraden zwischen $+3$ und 13° und die andre die zwischen 14 und 24° erhaltenen Werthe darstellt.

1) *Letellier*, Compt. rend. T. 20, p. 794—798.

	Durchschnittl. Temperatur.		Differenz.
	= 8,47°	= 19,40°	
Pulsschläge in 4 Minute	72,93	71,29	1,64
Athemzüge in 4 M.	12,16	11,57	0,59
Volumen einer Expiration	548,0 CC.	520,8 CC.	27,2 CC.
Luft exp. in 4 M.	6672 „	6106 „	656 „
Kohlensäure exp. in 4 M.	299,83 „	257,81 „	41,52 „
Kohlensäure in 100 Th. Expirationsluft	4,28	4,0	0,20
Barometerstand	334,“60	333,“82	

Indem wir aus dieser Tabelle ersehen, dass mit Erhöhung der Temperatur die Zahl und die Tiefe (das Volumen) der Athemzüge abnimmt, zeigt sich uns der Einfluss der Temperatur auf die Kohlensäureexcretion zunächst als ein indirecter, indem schon durch Verminderung der Zahl und Weite der Expirationen die absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure erheblich verringert werden muss; indessen ist auch der procentische Gehalt der expirirten Luft an jenem Gase vermindert; deshalb muss die Temperaturerhöhung noch auf eine andere Weise als durch Verminderung der mechanischen Functionen der Respiration die Ausscheidung der Kohlensäure beeinträchtigen.

Ähnliche Verhältnisse hat Vierordt auch in Betreff der bei verschiedenen Temperaturen expirirten Quantitäten von Wasser ermittelt; dieselben werden am besten in folgender Tabelle zu übersehen sein:

Lufttemperatur	Inspirirte Luft red. auf die jedesmalige Temp. u. 336“ B.	Expirirte Luft red. auf + 37° C. und 336“ B.	In 4 Min. expirirtes Wasser in grm.	Wassergehalt der in 4 Min. inspirir. Luft in grm.		Wasserverlust des Körpers in 4 Min. in grm.	
				vollkommen gesättigt	von mittlern Wassergehalt	b. Athmen gesättigter Luft	b. Athmen von Luft mittleren Wasserg.
4°	5827	6634	0,27988	0,03997	0,02435	0,23991	0,25553
9°	5680	6334	0,26723	0,03219	0,02471	0,21503	0,24251
14°	5522	6034	0,25454	0,06760	0,02772	0,18696	0,22685
19°	5253	5734	0,24191	0,08682	0,03725	0,15509	0,20466
24°	5234	5430	0,22926	0,11164	0,04156	0,11461	0,18770

Auch der Feuchtigkeitsgrad der Atmosphaere ist nicht ohne Einfluss auf die respiratorischen Functionen und die Kohlensäureexcretion insbesondere. Ueber diesen Gegenstand sind von mir¹⁾ einige Versuche an Feldtauben, Zeisigen und Kaninchen angestellt worden. Die Gewichtsmengen excernirter Kohlensäure fallen in feuchter Luft viel grösser aus als in trockner; so lieferten z. B. 4000 grm. männlicher Feldtaube für eine Morgenstunde in trockner Luft bei 0° = 10,438 grm. Kohlensäure,

1) Lehmann, Abhandl. bei Begründung der k. sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig 1846.

getrocknet und daher wohl für die Perspiration untauglich geworden ist : allein ohne allen Bezug auf die betreffenden Respirationsverhältnisse möchte diese Erfahrung doch wohl nicht sein. Uebrigens dürfte dieselbe uns Vorsicht empfehlen in Betracht der Schlussfolgerungen, die wir aus unsern Respirationsversuchen zu ziehen pflegen, die ja z. B. an Thieren in der Regel nur mit absolut trockner Luft angestellt worden sind. Normale Verhältnisse des Athmens können wir in den Versuchen, die mit trockner Luft ausgeführt worden sind, nicht beobachtet haben, so gering auch vielleicht dieser Factor bei der Betrachtung des Ganzen sein mag.

Unter den atmosphärischen Einflüssen kann ferner auch der Luftdruck nicht ohne Bedeutung für die Respiration sein. Wir thun hier zuerst der in neuester Zeit angestellten Versuche Erwähnung, theils da sie sich auf die Athmung und auf den menschlichen Organismus allein beziehen, theils da sie zu weit richtigerer Anschauung über die Wirkung des Luftdrucks führten, als man aus den frühern Versuchen an Thieren ableiten konnte. Auch hier haben wir hauptsächlich *Vierordt* unsre Kenntnisse zu verdanken. Aus einer Zusammenstellung seiner zahlreichen bei verschiedenem Barometerstande ausgeführten Versuche ergeben sich nämlich folgende Werthe für die einzelnen Functionen der Respiration.

Barometerstand.	Puls	Vol. einer Expiration.	In 1 Minute exspirirt		Relative Kohlensäure
			Luft	Kohlensäure	
333 ^{'''} ,04	70,9	528,9	6121	272,51	4,450%
386 ^{'''} ,71	72,2	529,2	6607	271,16	4,441%

Ein Steigen des Barometers um 5^{'''},67 vermehrt also die Pulsschläge in der Minute um 1,3, die Athemzüge um 0,74 und die ausgeathmete Luft um 586 CC., während der Kohlensäuregehalt der letztern um 0,309% sinkt. *Vierordt* bemerkt übrigens, dass diese Differenzen beim Athmen in höherer Temperatur deutlicher hervortreten.

Legallois hat Hunde, Katzen, Kaninchen und Meerschweinchen in einer um $\frac{1}{3}$ dünnern Atmosphäre athmen lassen, als der mittlere Luftdruck beträgt, und die Resultate dieser Versuche mit den in atmosphärischer Luft bei gewöhnlichem Drucke ausgeführten verglichen; allein wir können diesen Versuchen deshalb kein grosses Vertrauen schenken, da der plötzliche Wechsel des Luftdrucks nothwendiger Weise so störend auf die übrigen Functionen der Thiere einwirken musste, dass dadurch die Reinheit der Beobachtung wesentlich getrübt wurde. Meine über denselben Gegenstand an Kaninchen und Zeisigen ausgeführten Versuche sind zwar auch nicht von allem Vorwurfe frei, indessen habe ich bei der Untersuchung selbst die Wirkungen des Wechsels im Luftdruck und die Wirkungen des stetigen Luftdrucks an sich möglichst auseinander zu halten gesucht. So lehrte z. B. die directe Beobachtung, dass jede schnelle Veränderung des Luftdrucks, bestehe diese in einer schleunigen Vermehrung oder Verminderung desselben, bei Vögeln so wie bei Säugethieren eine

frequenterer Respiration zur Folge habe und rung der Kohlensäureexcretion verbunden daher so angestellt, dass die Thiere zuerst an Druck übersteigenden oder nicht erreichend den, und dass dann die innerhalb einer b höhern oder niedern sich gleichbleibenden I gemessen wurde. Indessen sind die bezüg den Luftdruck bis auf 34" steigen und and dennoch ziemlich schwankend ausgefallen.

Falle 1000 grm. Zeisig (Temp. in beiden Fäl Bar. 5,924 grm., bei 805^{mm}. aber 6,343 gr (Temp. = + 45^o) bei 704^{mm}. = 0,529 gr Kohlensäure exhalirte und demnach der S Kohlensäurewerthes bei vermehrtem Luftd möchte: so bleibt doch den übrigen nicht in abweichenden Versuchen nach das allgemeir Verminderung des Luftdrucks eine geringe V Kohlensäure, die Erhöhung desselben aber e Gases bedingt und demnach der absolute Lu exhalation einen sehr untergeordneten Einflu die zu den Versuchen verwendeten Thiere Bar. ebenso munter und gefrässig wie bei m

Marchand hat einige Versuche über d fast luftleeren Räume angestellt; bei l den die Thiere erst bei einem Drucke von 4^{mm} und zeigten bei 4^{mm} Druck höchstens träge l den sie asphyktisch; indessen waren selbst len im Vacuo die Thiere durch Luftzutritt w Wurden sie durch vollkommne Entziehung sich, dass auf 1000 grm. Frosch ungefähr wickelt worden waren.

Ueber den Einfluss der verschiedenen Proul's hierauf bezüglichen Erfahrungen seh stellt und hat auch in der That (*Scharling*, V Differenzen in den verschiedenen Tagesstu müssen *Scharling* und *Vierordt* darin völlig k fluss weit mehr von innerlichen Zuständen d dauung, Wachen und Schlaf und dergl. abzul Verhältnissen, wenn diese überhaupt dabe Versuchen der eben genannten Forscher na der Tagesstunde nach Abzug der oben ange stens auf ein Minimum. Indessen darf ma

4) *Horn*, a. o. a. O.

die zahlreichen Versuche von *Bidder* und *Schmidt*¹⁾ mit denen *Chossats*²⁾ völlig darin übereinstimmen, dass von hungernden Thieren bis zu ihrem Tode constant des Nachts bei weitem weniger Kohlensäure exhalirt wird, als am Tage. Da nach Erblindung der Thiere in den *Schmidt*'schen Beobachtungen jene Schwankungen aufhörten, so kann man dieselben wohl nicht allein vom Schlafen und Wachen ableiten, wenn auch das Licht an sich einen Einfluss auf diese Körperzustände ausüben mag. Der Einfluss des Lichtes bleibt aber trotzdem immer ein sehr indirecter.

Marchand glaubte anfangs bei seinen Versuchen mit Fröschen gefunden zu haben, dass die Differenzen zwischen täglicher und nächtlicher Kohlensäureexcretion sehr bedeutend seien: allein aus später wiederholten Versuchen ging hervor, dass in seinen frühern Experimenten nur deshalb bei Tage mehr, bei Nacht weniger Kohlensäure exhalirt worden war, weil die frisch eingefangenen Frösche immer zu den Tagsversuchen verwendet worden waren, zu den nächtlichen Beobachtungen aber nur die, welche bereits zu den Tagsbeobachtungen gedient hatten. *Marchand* kommt daher auch zu dem Resultate, dass der Einfluss von Tag und Nacht nur höchst gering sein könne und dass die unbedeutende Verminderung der Kohlensäureexcretion in der Nacht nur von dem ruhigeren Verhalten der Thiere abzuleiten sein dürfte.

Es liess sich voraussehen, dass die innern Zustände des thierischen Organismus, welche mit der Ernährung im nächsten Zusammenhange stehen und daher directen Bezug zur Constitution des Bluts haben, auch die auffallendste Einwirkung auf die Respiration äussern werden. Dies haben in der That auch die Versuche vollständig erwiesen, die man über die respiratorischen Functionen während der Verdauung so wie beim Fasten, nach dem Genusse gewisser Nahrungsmittel und Getränke angestellt hat.

Gehen wir zunächst von dem Verhalten der Respiration bei völliger Abstinenz von Nahrung aus, so finden wir alle Beobachter darin übereinstimmend, dass das Fasten gleich wie andre Excretionen so auch die der Lungen wesentlich beeinträchtigt. *Letellier* machte an Turteltauben die Beobachtung, dass 4000 grm. derselben, die bei gewöhnlicher Körnerfütterung stündlich = 5,687 grm. Kohlensäure aushauchen, nach 7tägigem Hungern stündlich nur 4,120 grm. excerniren. Die gleiche Erfahrung machte *Boussingault*³⁾ an denselben Thieren; bei Fütterung mit Hirse excernirten 4000 grm. derselben stündlich 4,469 grm. Kohlensäure, nach 7tägigem Hungern = 2,050 grm. Sehr sorgfältig hat *Marchand* die Verminderung der Respirationsproducte und ihr Verhältniss zum absorbirten Sauerstoff bei fastenden Fröschen untersucht. Aus den zahlreichen, zum Theil sehr lange Zeiträume umfassenden Versuchsreihen *Marchand's* geht zunächst hervor, dass die Thiere nach und nach immer weniger Kohlensäure exhaliren und weniger Sauerstoff absorbiren; bemer-

1) *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 317.

2) *Chossat*, Recherches experim. sur l'inanition. Paris 1843. p. 67.

3) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Ph. T. 11, p. 433.

kenswerth ist aber, dass dabei das Verhältniss des absorbirten Sauerstoffs zu der ausgeathmeten Kohlensäure immer steigt, bis dasselbe ungefähr 420 : 200 geworden, wo dann natürlich die grosse Menge Sauerstoff zur Oxydation von Wasserstoff verwendet worden sein muss; später ändert sich das Verhältniss (300 : 400, ja 270 : 400) so, dass der Sauerstoff kaum zur Bildung von Kohlensäure ausreicht; nachher bleibt dieses niedrige Verhältniss ziemlich constant.

Aus den ausgedehnten Untersuchungen *Regnault's* und *Reisel's* ergibt sich, dass für die verschiedensten Thiere rücksichtlich der Zusammensetzung der expirirten Luft beim Hungern fast dieselben Verhältnisse gelten; die Sauerstoffconsumtion ist bei fastenden Thieren constant geringer, als bei gesättigten; so absorbirten z. B. 1000 grm. hungrige Kaninchen durchschnittlich nur 0,749 grm. Sauerstoff, während gesättigte 0,877 grm. davon aufnahmen. Im nüchternen Zustande erscheint aber weit weniger vom absorbirten Sauerstoff in der Kohlensäure wieder, als dies bei Sättigung namentlich mit stärkehaltigen Nahrungsmitteln der Fall ist; so wurden z. B. bei mit Möhren gefütterten Kaninchen 84,0 bis 95,0% des absorbirten Sauerstoffs zur Kohlensäurebildung verwendet, bei den nüchternen Kaninchen aber nur 76,2 bis 70,7%. Sehr häufig beobachteten die genannten Forscher bei hungernden Thieren eine Stickstoffabsorption und zwar bei Vögeln fast immer, seltner dagegen bei Säugethieren.

Zwei schöne Versuchsreihen über die Verhältnisse der Respiration bei gänzlicher Entziehung fester Nahrung sind von *Bidder* und *Schmidt*¹⁾ an Katzen angestellt worden. Eine 2464 grm. schwere Katze expirirte während einer 18tägigen Inanitionsdauer 699,52 grm. Kohlensäure (= 190,78 grm. Kohlenstoff) und 525,67 grm. Wasserdampf. Aus der quantitativen Bestimmung und Analyse der andern Ausscheidungen liess sich berechnen, dass hier, fast genau wie bei den directen Beobachtungen *Regnault's* und *Reisel's*, auf je 100 Th. absorbirten Sauerstoffs während der Inanition nur 76,5 grm. mit der expirirten Kohlensäure wieder ausgeschieden wurden; ferner dass mit 100 Th. Kohlensäure 75,15 Th. Wasserdunst expirirt wurden (das Thier hatte nur selten Wasser zu trinken erhalten), und dass von dem überhaupt ausgeschiedenen Wasser 41,72% durch Perspiration entfernt worden waren. Vergleicht man in dieser Versuchsreihe die an den einzelnen Tagen angestellten Beobachtungen, so ergibt sich Folgendes: die Sauerstoffabsorption sinkt stetig bis zum Tode des Thiers, anfangs rascher (die ersten Tage in je 24 St. ziemlich um 2 grm.), dann langsam und regelmässig (bis zum 13. Tage in 24 St. ungefähr um 0,2 grm.), endlich wieder rascher (um 2 grm.) bis zum Schlusse der Inanitionsperiode. Die Menge des inspirirten und nicht zur Kohlensäurebildung verwendeten Oxygens nimmt im Anfange schnell-

1) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte und Stoffwechsel. Leipzig und Mitau 1852. S. 308 ff. u. 340 ff.

ler, später aber ziemlich gleichmässig ab. Im Anfange der Inanition wurden zur Kohlensäurebildung 80% (am 2. Tage 77,4%) verwendet, zu Ende derselben nur 73,0%. Die Menge der täglich excernirten Kohlensäure nimmt in den ersten 6 Tagen ziemlich gleichmässig und schnell ab, in den nächstfolgenden 6 Tagen aber nur langsam, in den letzten 6 dagegen wieder schneller. Vergleicht man aber die Menge der täglich ausgeschiedenen Kohlensäure mit der Menge der (nach *Schmidt's* Berechnung) täglich consumirten Körpersubstanz, so zeigt sich folgendes auffällige Verhältniss: im Anfange beträgt die ausgeschiedene Kohlensäure kaum das Doppelte von der in derselben Zeit zu Grunde gegangenen Körpersubstanz, in der Mitte der Versuchsdauer das $2\frac{1}{3}$ fache und am Schlusse derselben sogar das Dreifache. Die consumirte Körpersubstanz liefert also im Anfange verhältnissmässig weit weniger Kohlensäure als gegen die Mitte der Inanitionsperiode, zu Ende derselben aber am meisten. Da sich aus der Zusammensetzung des Fetts und der der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile (nach Abzug des den Stickstoff in Harn und Faeces begleitenden Kohlenstoffs) leicht berechnen lässt, dass das erstere 78,4%, die Aluminate aber nur etwa 46,4% Kohlenstoff dem Respirationsprocesse liefern: so ist leicht einzusehen, dass man aus den ausgeschiedenen Kohlensäure- und Stickstoffquantitäten leicht berechnen kann, wie viel Fett und wie viel Albuminate mit leimgebender Materie täglich dem Stoffwechsel anheimfielen. Jenes verschiedene Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäurequantitäten zu dem factischen Verlust an Körpersubstanz kann uns also andeuten, in welcher Proportion Fett und Albuminate bei der Inanition consumirt werden, ein Gegenstand, auf den wir weiter unten zurückkommen werden.

Die Menge des täglich expirirten Wasserdampfs sinkt während der Inanition ziemlich langsam und regelmässig, nur zu Anfange und zu Ende des Versuchs geht die Abnahme etwas rascher vor sich.

Auch in der zweiten Versuchsreihe (die mit einem ausgewachsenen Kater durchgeführt wurde und wobei dem Thiere sehr viel Wasser in den Magen injicirt ward) ergab sich das Verhältniss des absorbirten Sauerstoffs zu dem mit der Kohlensäure exhalirten fast genau, wie oben, nämlich = 100 : 75,3; auf 100 Th. Kohlensäure wurden 95,7 grm. Wasserdunst expirirt; von dem überhaupt ausgeschiedenen Wasser traten nur 24,95% durch Haut und Lungen aus. Während aber im ersten Falle (bei Inanition ohne Wasseraufnahme) durchschnittlich im Tage 24,644 grm. Kohlensäure auf 1000 Th. Körper des Thiers und 46,284 grm. Wasserdunst exhalirt wurden, kam im letzten Falle (bei starker Wasseraufnahme) auf 1000 grm. Katze = 46,30 grm. excernirte Kohlensäure und 45,60 grm. expirirten Wassers; bei Wasseraufnahme war also der Verlust bei weitem geringer, als bei gleichzeitiger Entziehung der flüssigen Nahrung.

Schon das Uebergehen einer einzigen Mahlzeit ändert die Verhältnisse der Respiration sehr erheblich, wie aus *Vierordt's* Beobachtungen

über den Einfluss der Verdauung recht deutlich hervorgeht. Dieser Forscher (der 12 $\frac{1}{2}$ Uhr die Mittagsmahlzeit einzunehmen pflegte) fand an sich nach mehreren Beobachtungen folgende Verhältnisse, aus welchen zugleich einleuchtet, wie wenig man berechtigt war, auf den Einfluss der Tageszeit ein so grosses Gewicht zu legen.

Zeitpunkt	Puls- schläge	Athem- züge	Volumen einer Exspir. in CC.	In 4 Min. expirirte		Kohlensäure in 100 Vol. exp. Luft
				Luft	Kohlen- säure	
Um 12 Uhr	63	10	545	5450	270,22	4,69
Um 2 Uhr nach d. Mittagsmahl	73,8	11,22	558,7	6162	307,36	4,74
Um 2 U. ohne vor- herig. Mittagsm.	62,5	9,5	575,0	5479	258,18	4,73
Differenz bei ein- genommener und nicht eingenom- mener Mahlzeit um 2 Uhr ist =	16,8	1,72	16,8	683	49,18	0,01

Zunächst lässt sich aus dieser Tabelle schliessen, dass die einzelnen respiratorischen Functionen nach der letzten Mahlzeit (oder beim Fasten) fortwährend abnehmen, während die Aufnahme der Nahrungsmittel baldigst eine sehr erhebliche Steigerung derselben nach sich zieht; nur das Volumen der einzelnen Expiration wird im letzteren Falle verringert; der Grund davon ist aus den anatomisch-mechanischen Verhältnissen leicht zu errathen. Vierordt hat sich übrigens auch davon überzeugt, dass eine zu andern Tageszeiten aufgenommene Mahlzeit eine ähnliche Steigerung der Kohlensäureexcretion bedingt; dagegen hat er in der kalten Jahreszeit die Zunahme der letztern relativ und absolut stärker gefunden als in der warmen. Hiermit stimmt auch die Erfahrung *Barral's*¹⁾ überein, der nach an sich selbst angestellten Beobachtungen fand, dass er im Winter ein Fünftel mehr Kohlenstoff durch die Lungen excernirte, als im Sommer.

Scharling hat nach seiner Versuchsmethode ebenfalls gefunden, dass der Mensch unter übrigens gleichen Umständen mehr Kohlensäure ausathmet, wenn er gesättigt, als wenn er hungrig ist.

Dass auch die chemische Natur der Nahrungsmittel ihre Wirkung auf die Respirationsproducte äussern muss, ist durch mehrfache Versuche dargethan worden. Zunächst war dies schon aus *Dulong's*²⁾ von *Despretz's*³⁾ neuerdings bestätigten Erfahrungen über die Verschie-

1) *Barral*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 25, p. 465.

2) *Dulong*, Schweigg. Journ. Bd. 38, S. 505.

3) *Despretz*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 27, p. 338.

denheit der Respiration pflanzenfressender und fleischfressender Thiere zu errathen. *Dulong* fand nämlich, dass das Verhältniss des zur Kohlensäurebildung verwendeten Sauerstoffs zu dem im Blute verweilenden oder an Wasserstoff übergehenden bei Pflanzenfressern ein ganz andres sei, als bei Fleischfressern; während nämlich bei ersteren nur ungefähr $\frac{1}{10}$ mehr Sauerstoff absorbiert wird, als in der exspirirten Kohlensäure enthalten ist, wurde bei letztern wenigstens $\frac{1}{3}$, ja zuweilen die Hälfte des absorbierten Sauerstoffs zu andern Zwecken, als zur Kohlensäurebildung verwendet. *Lassaigne* und *Yvart* glaubten sich überzeugt zu haben, dass Meerschweinchen nach stickstoffhaltiger Nahrung $\frac{1}{3}$ mehr Sauerstoff absorbiren, als nach vegetabilischer. *Letellier* sah 1000 grm. Turteltaube bei Fütterung mit Hirse in 24 St. 136,5 grm., nach dreitägiger Fütterung mit Zucker 127,68 grm. und nach fünftägiger Fütterung mit Butter 111,84 grm. Kohlensäure excerniren.

Mehr Aufschluss über die fraglichen Verhältnisse geben die Versuche von *Regnault* und *Reiset*; diese fanden zunächst bei Hunden, dass bei Fütterung mit Amylaceis weit mehr Sauerstoff zur Kohlensäurebildung verwendet wird, als bei Fleischfütterung; bei der letztern wurden von 100 Th. aufgenommenen Sauerstoffs nur 74,5 Th. in der Kohlensäure wiedergefunden, während bei der vegetabilischen Kost von 100 Th. absorbierten Sauerstoffs 94,3 Th. zur Bildung der Kohlensäure verwendet wurden. Stickstoff ward zwar auch bei vegetabilischer Kost ausgeathmet, jedoch in weit geringerer Menge, als bei Fleischfütterung. Auffallend ist die Beobachtung, dass ein Hund nach Fütterung mit Hammeltalg weder Stickstoff ausathmete noch absorbierte, und dass vom absorbierten Sauerstoff nur 69,4% zur Kohlensäurebildung verbraucht worden waren. Bei Hühnern, welche nach mehrtägigem Hungern Fleisch zur Nahrung erhielten, wurde eine nicht unbedeutende Absorption von Stickstoff beobachtet; als die Thiere sich jedoch an diese Kost gewöhnt hatten, fingen sie wieder, wie im normalen Zustande, Stickstoff zu entwickeln an; übrigens zeigte sich auch bei den Versuchen an Hühnern, dass bei Fleischfütterung weit weniger von dem absorbierten Sauerstoff in der Kohlensäure wiedergefunden wurde; in zwei Fällen waren nur 63% des absorbierten Sauerstoffs in der exhalirten Kohlensäure enthalten. Bei einer Vergleichung der bei Hunden und Kaninchen erhaltenen Resultate findet man, dass dieselben mit dem oben ebenerwähnten Ergebnisse der *Dulong'schen* Untersuchung der Respiration der Thiere nach ihren diätetischen Kategorien vollkommen übereinstimmen. Zugleich ergibt sich, dass nach Fleischfütterung der Gasaustausch in den Lungen sich sehr ähnlich dem beim Hungern zeigt, eine Erfahrung, die man ja auch am Urine und andern Excretionen gemacht hat und die leicht darin ihre Deutung findet, dass die hungernden Thiere gewissermaassen von ihrem eignen Fleische leben.

Obgleich uns hier nur die directen Beobachtungen selbst beschäftigen und der Einfluss der Nahrung auf die Stoffbewegungen im Thierkörper

per erst unter »Ernährung« beleuchtet wird: so dürfte doch die Beantwortung der Frage, inwiefern die Natur der Nahrung von Einfluss auf Sauerstoffabsorption und Kohlensäureexcretion sein könne, nicht ganz am unpassenden Orte sein. Wir gehen in unsrer Erwägung dieses Gegenstandes von einem Postulate aus, für welches erst später der inductive Beweis beigebracht werden soll; wir nehmen nämlich an, dass aller Kohlenstoff und Wasserstoff der Fette und Kohlenhydrate, welche von den Nahrungsmitteln herrühren, im lebenden Körper vollständig zu Kohlensäure und Wasser oxydirt werden. Es wird nun jedem, der die Zusammensetzung der genannten Substanzen kennt, klar sein, dass zu deren vollständiger Oxydation sehr verschiedene Quantitäten Sauerstoff nöthig sind. Die mittlere Zusammensetzung der Fette ist ungefähr 78,13 C, 11,64 H und 10,13 O; zur Oxydation des Kohlenstoffs (zu Kohlensäure) und des Wasserstoffs, welche in 100 grm. Fett enthalten sind, werden (208,35 + 93,92 grm.) = 302,27 grm. Sauerstoff erfordert, da nun aber im Fett schon 10,13% Sauerstoff enthalten sind, so hat das Fett nur 292,14 grm. Sauerstoff bei vollständiger Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser aufzunehmen. Hält man mit der Zusammensetzung des Fettes die des Zuckers zusammen, so ergibt sich auf den ersten Blick, dass die Kohlenhydrate bei weitem weniger Sauerstoff zu ihrer vollständigen Oxydation bedürfen als die Fette; in den Kohlenhydraten ist eben kein Wasserstoff zu oxydiren, da der in denselben bereits enthaltene Sauerstoff zu des Wasserstoffs Oxydation gerade ausreicht; es ist also in ihnen nur der Kohlenstoff zu oxydiren, und dieser ist noch überdies bei gleichen Gewichten im Kohlenhydrat in weit geringerer Menge, als im Fett enthalten. In organischen Säuren, wie Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, die bekanntlich in vielen Nahrungsmitteln vorkommen, ist sogar soviel Sauerstoff enthalten, dass derselbe nicht nur zur Oxydation des Wasserstoffs, sondern auch zu der eines Theils des Kohlenstoffs ausreicht.

Bei den stickstoffhaltigen Nährstoffen können wir das Postulat, aller Kohlenstoff und Wasserstoff werde im Thierkörper verbrannt, nicht gelten lassen; denn wir wissen, dass der grösste Theil des Stickstoffs dieser Materien weder frei noch als Ammoniak, sondern in Verbindung mit Kohlenstoff, Wasserstoff und etwas Sauerstoff auf andern Wegen, als durch die Lungen entfernt wird. Es möchte sich demnach fragen, ob überhaupt und wieviel Material die stickstoffhaltigen Nährstoffe zur Oxydation liefern, wie viel sie also für die Respiration an Kohlensäure und Wasser herzugeben im Stande sind. Da die Albuminate und das Collagen, wie schon aus dem Obigen hervorgeht, die Respiration zu unterhalten vermögen, so können wir uns vorläufig, um deren Respirationswerth zu schätzen, blos der Hypothese bedienen, dass diese Stoffe im Thierkörper nur in Kohlensäure, Wasser und Harnstoff zerfallen, obwohl wir wissen, dass noch andre stickstoffhaltige Ausscheidungsproducte, als Harnstoff, gebildet werden: allein, da die Menge des gebildeten Harnstoffs sehr überwiegend ist und in manchen Organismen (z. B. den Carnivoren) fast

nur Harnstoff gebildet wird, so ist jene Hypothese wohl nicht ganz unzulässig zur ungefähren Schätzung der Sauerstoffmenge, welche auf Oxydation der Albuminate und des Collagens verwendet wird. Wir ziehen also von der Zusammensetzung der Albuminate und anderer stickstoffhaltiger Nährstoffe eine deren Stickstoffgehalte aequivalente Menge Harnstoff ab. Nehmen wir z. B. die Zusammensetzung der Albuminate ohne Schwefel und Salze zu 54,36% C, 7,27% H, 16,05% N und 22,32% Sauerstoff an, so bleiben nach Abzug der dem (16,05 Th.) Stickstoff aequivalenten Menge Harnstoff (= 6,88 Th. C, 2,29 Th. H und 9,18 Th. Sauerstoff) von 100 Th. Albuminatsubstanz = 47,48 Th. Kohlenstoff, 4,98 Th. Wasserstoff und 13,14 Th. Sauerstoff übrig. Zur bessern Uebersicht über diese Verhältnisse diene folgende Tabelle:

Substanz	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	An Sauerstoff sind neben dem vorhandenen zur CO ₂ u. H ₂ Obildung noch nothwendig.
100 Th. Fett	78,43	11,74	10,13	292,14
„ „ Stärkmehl	44,45	6,17	49,38	118,52
„ „ Zucker (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)	40,00	6,66	53,34	106,67
„ „ Aepfelsäure (C ₄ H ₂ O ₄)	41,88	3,45	55,17	82,78
„ „ Albuminatsubstanz	47,48	4,98	13,14	152,31
„ „ Collagen	42,52	4,47	13,59	135,56
„ „ Muskelsubstanz (Muskel- fibrin + Collagen) nach C. Schmidt	46,10	4,72	13,66	147,04

Fassen wir die hier angedeuteten Verhältnisse unter dem Gesichtspunkte der Wärmeentwicklung ins Auge, so können wir, wie dies *Liebig* schon vor längerer Zeit gethan hat, eine Scala construiren, welche die Verschiedenheit des Werthes dieser Stoffe für Unterhaltung der Körperwärme anzeigt. Eine solche Berechnung ist sehr leicht auszuführen, wenn man z. B. die *Dulong'schen* Bestimmungen zu Grunde legt, wornach 1 grm. Kohlenstoff bei seiner Verbindung mit Sauerstoff zu Kohlensäure = 7170 Wärmeinheiten, 1 grm. Wasserstoff aber in der Wasserbildung 34700 Wärmeinheiten entwickelt. Wenn auch nicht in Abrede gestellt werden kann, dass in eine solche Gleichung noch eine Menge Functionen aufzunehmen sind, die aus der chemischen Zusammensetzung allein sich keineswegs ergeben, so steht es doch fest, dass nur von diesem Standpunkte aus eine rationelle Theorie der thierischen Wärme geschaffen werden kann. Indessen gehört die weitere Verfolgung dieses Gegenstandes nicht hieher. Halten wir uns nur an den Respirationsprocess, so ergeben sich uns aus obiger tabellarischer Zusammenstellung der Sauerstoffgrößen, welche zur vollständigen Oxydation jener Nährstoffe erforderlich sind, gewisse Verhältnisszahlen, welche als respiratorische Aequivalente angesehen werden können. Denken wir uns z. B. ein Organismus müsse zu seinem Bestehen, zur regelmässigen Vollführung seiner Lebensfunctionen, innerhalb einer bestimmten Zeit 100 grm. Sauerstoff aufzu-

men, so würden von jeder der oben erwähnten Substanzen folgende Mengen nothwendig sein, um im Verein mit jenen 400 grm. Sauerstoff dem Lebenszwecke zu genügen: 34,23 grm. Fett, 84,37 grm. Stärkmehl, 93,75 grm. Zucker, 120,80 grm. Aepfelsäure, 65,23 grm. Albuminatsubstanz, 73,77 grm. Collagen oder 68,04 grm. Fleisch (trocken). Niemand, der bisher unsrer Entwicklung der physiologischen Chemie gefolgt ist, wird wohl auf den Gedanken kommen können, dass jenen Zahlen nach ein einziger jener Stoffe, wenn er nur in der aequivalenten Menge in den Organismus gelange, allein dem Lebenszwecke dienen könne; es wird vielmehr eine Aufgabe unsrer Forschung in dem nächsten Capitel sein, nachzuweisen, in welcher Proportion mehrere der genannten Substanzen gemengt sein müssen, um die Lebensfunctionen zu unterhalten. Jene Zahlen sind und bleiben also nur Proportionszahlen, die den relativen Werth derselben für die durch den Lungengaswechsel bedingten Functionen darthun.

An die obige Tabelle knüpft sich aber noch eine andre Betrachtung, die uns Aufschluss über die Verschiedenheit des Verhältnisses zwischen absorbirtem und in der Kohlensäure exhalirtem Sauerstoff nach vegetabilischer und animalischer Nahrung giebt, so wie wir es nach den Erfahrungen oben genannter Forscher kennen gelernt haben. Denken wir uns nämlich, dass der Gaswechsel in den Lungen eine Zeit lang nur das Resultat der Verbrennung eines einzigen der oben genannten Stoffe sei, so würden, sobald reines Fett der Oxydation anheimfiele, beim Gaswechsel in den Lungen auf 400 Th. absorbirten Sauerstoffs 74,32 Th. in der expirirten Kohlensäure enthalten sein, beim Stärkmehl, wie bei allen andern Kohlenhydraten = 100 Th., bei der Aepfelsäure 110,53 Th., bei der Muskelsubstanz = 83,60 Th. Hält man diese Zahlen mit den von *Regnault* und *Reiset*, *Bidder* und *Schmidt* und andern Forschern gefundenen zusammen, so springt uns der Grund in die Augen, weshalb nach vegetabilischer Nahrung von 400 Th. absorbirten Sauerstoffs sich mehr davon in der expirirten Kohlensäure wieder findet als bei Fleischfressern; in der Nahrung der letztern ist relativ mehr Wasserstoff zu verbrennen, als in der Nahrung der Herbivoren; darum stimmt auch bei hungernden Thieren, die gewissermaassen von ihrem Leibe zehren, jene Proportion so ziemlich überein mit der nach Fleischgenuss beobachteten.

Dass aber nicht blos die Qualität der Nahrung, sondern auch ihre Quantität von erheblichem Einfluss auf die Grösse des in den Lungen vor sich gehenden Gasaustausches sei, ist eigentlich schon aus den oben über den Einfluss der Nahrung überhaupt gemachten Mittheilungen zu ersehen; es muss aber für jeden Organismus eine gewisse Grenze geben, über welche die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausgabe nicht hinausgeht. Wir haben früher gesehen (vergl. Th. 3, S. 219—236), dass die Aufsaugung der Nährstoffe vom Darmcanal aus nur bis zu einem bestimmten Grade statt findet; wir haben uns ferner überzeugt, dass trotz dieser Beschränkung der Resorption doch weit mehr Nährstoffe in die Saft-

masse übergehen können, als zur Unterhaltung der Lebensfunctionen nothwendig sind; wir fanden endlich, dass dieser Ueberschuss aufgesogener Nahrung, wenn er stickstoffhaltige Materien betrifft, sehr bald im Blute zersetzt werde, so dass unter solchen Verhältnissen sehr bald grosse, die normalen weit überschreitende Mengen von Harnstoff ausgeschieden werden. Da nun von den Albuminaten, wie wir so eben gezeigt haben, nur ein abgespaltener Theil durch den Harn entleert, ein anderer aber als Wasser und Kohlensäure durch die Lungen ausgeschieden wird, so ist nicht daran zu zweifeln, dass auch die Lungenausscheidung so wie andre Excretionen nach überreichem Genuss von Nahrungsmitteln diesem entsprechend erhöht wird. Alle Versuche, welche man über die Kohlensäureexcretion an stark gefütterten oder der Mast unterliegenden Thieren angestellt hat, bewahrheiten den oben ausgesprochenen Satz. Wir führen hier (da wir auf diesen Gegenstand noch anderweit zurückkommen müssen) beispielsweise nur ein paar Versuche an, welche *C. Schmidt*¹⁾ an einer und derselben Katze angestellt hat. Während das Thier bei Aufnahme von 142,44 grm. Fleisch (eine Quantität, welche mehrfachen Versuchen zufolge sich gerade hinreichend erwies, um das Thier im vollen Gebrauch seiner Kräfte und bei demselben Körpergewichte zu erhalten) in 24 St. 60,44 grm. Sauerstoff aufnahm und 65,60 grm. Kohlensäure nebst 30,88 grm. Wasser exhalirte, wurden von demselben bei Aufnahme von 247,32 grm. Fleisch 103,84 grm. Sauerstoff absorbiert und dafür 113,52 grm. Kohlensäure mit 47,86 grm. Wasser exspirirt. Aehnliche Resultate findet man in *Regnault's* und *Reiset's* Versuchen auch bei Pflanzenfressern; treffen wir doch dort mehrere Fälle, wo das Uebermaass aufgenommener Kohlenhydrate sich recht deutlich zu erkennen giebt an der Proportion zwischen absorbiertem und mit der Kohlensäure ausgeschiedenem Sauerstoff; wir finden dieselbe in mehrern Fällen = 100 : 95, ja sogar einmal = 100 : 99,7, also fast dasselbe Verhältniss (nämlich 100 : 100), wie es die Theorie nach Aufnahme reinen Zuckers oder Stärkmehls verlangen würde.

Gerade der oben angeregte Umstand leitet uns auf einen Punkt, der zwar erst unter »Ernährung« seine gehörige Würdigung finden muss, den wir aber hier nicht gänzlich übergehen dürfen. Halten wir uns nämlich zunächst an jene Proportion zwischen absorbiertem und (mit der Kohlensäure) wieder ausgeschiedenem Sauerstoff, so haben wir zwar oben gesehen, dass diese im Wesentlichen von der Qualität der Nahrung abhängig ist: allein namentlich nach reichlichem Genusse von Kohlenhydraten wird die nach obiger Betrachtung berechnete Proportion niemals der direct gefundenen entsprechen. Giebt man z. B. einem Thiere reines Stärkmehl zur Nahrung, so wird doch nie die verlangte Proportion von 100 : 100 herauskommen, d. h. es wird niemals in der exspirirten Kohlensäure aller absorbierte Sauerstoff enthalten, immer wird ein Bruchtheil

1) *C. Schmidt*, a. o. a. O.

des absorbirten Sauerstoffs zur Bildung von Wasser verwendet worden sein, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil jene Proportion nicht einzig und allein von der Nahrung abhängt, sondern durch die Verbrennung der während der Lebensthätigkeit zu Grunde gegangenen stickstoffhaltigen Organtheile modificirt werden muss. Während des Lebens werden ja fortwährend stickstoffhaltige Substrate, die den Functionen des Organismus dienen, zu weiterer Benutzung untauglich und fallen der Oxydation anheim, um excernirt werden zu können; dieselben consumiren einen Theil Sauerstoff zur Oxydation ihres Wasserstoffs; dieser Theil absorbirten Oxygens tritt also nicht als Kohlensäure wieder aus, und deshalb muss die Proportion des absorbirten Oxygens zur exhalirten Kohlensäure eine andre werden, als wir sie nach der Zusammensetzung des Kohlenhydrats voraussetzen durften. Es würde sich also nur fragen, wieviel stickstoffhaltiges Material während des normalen Ganges der Lebensbewegungen zu Grunde geht, und welchen Bruchtheil absorbirten Sauerstoffs dieses auf sich nimmt? Die Grösse dieses Coëfficienten für jeden Organismus zu finden ist die Aufgabe der Ernährungsphysiologie. Wir müssen also den typischen Verbrauch der Organbestandtheile kennen, um jene den Repirationsprocess wesentlich ausdrückende Proportion, um diese respiratorische Function zu finden. Gesetzt nun aber, diese typische Grösse des täglichen Gewebsverlustes sei uns bekannt, so würde sich aus der Menge des aufgenommenen Stärkmehls sehr leicht jenes Verhältniss zwischen absorbirtem und exhalirtem Sauerstoff berechnen lassen; der Gewebsverlust, bestehend aus Albuminaten und Collagen, ergibt, so wie es auch die Inanitionsversuche andeuten, jene Proportion = 100 : 83,6; nehmen wir nun die Grösse des typischen Aufwandes an stickstoffhaltigem Material = c und die Menge des aufgenommenen Stärkmehls = a , so würde sich die Proportionszahl für die Kohlensäureexcretion aus der Gleichung $\frac{c \cdot 83,6 + a \cdot 100}{c + a}$ sehr leicht ergeben. Aus den Versuchen an hungernden Thieren lässt sich aber der Schluss ziehen, dass die stickstoffhaltigen Materien allein in jener typischen Grösse (c) nicht ausreichen, um den Lebensfunctionen zu genügen, sondern dass gleichzeitig eine bestimmte (für jeden Organismus besondre) Menge von stickstofffreier Substanz der Oxydation anheimfallen muss; wenn daher keine Kohlenhydrate und die Albuminate nur in der zum Wiederersatz der Organe gerade ausreichenden Menge zugeführt werden, so wird das Fett zur Erfüllung jenes Zweckes verwendet; die Menge desselben, das Minimum des nothwendigen stickstofffreien Verbrennungsmaterials, lässt sich alsdann leicht berechnen, wenn man den typischen Stoffumsatz an stickstoffhaltigem Material kennt und die Proportion zwischen absorbirtem und excernirtem (an Kohlenstoff gebundenem) Sauerstoff im Zustande der Inanition. Aus Obigem wissen wir, dass für reinen Fettgenuss sich die Proportionszahl (für den Sauerstoff in der Kohlensäure) = 71,32 ergibt; sei nun der typische Albuminatverbrauch

= c, die im Zustande der Inanition gefundene Verhältnisszahl = 75,0, so erhält man nach der vereinfachten Formel: $\frac{(83,60 - 75,00 \cdot c)}{75,00 - 74,32} = x$ d. h. die Menge Fett, welche neben c Albuminaten der Verbrennung unterlag.

Wir dehnen diese Betrachtung nicht weiter aus; denn es bedarf wohl kaum noch ausführlicherer Nachweise, um darzuthun, wie ergiebig die eben über das Verhältniss der Nahrung zu der Kohlensäureausscheidung angestellten Beobachtungen für viele weitere Momente des Respirationprocesses verwerthet werden können. Ein sichrer Anhalt zu einer grossen Menge von Forschungen über den Gesamtstoffwechsel ist dadurch mindestens gewonnen.

Wenn wir nun hier bei der Ermittlung des Einflusses der normalen Nahrungsmittel auf die Respiration aus rein chemischen Verhältnissen die Resultate der betreffenden Beobachtungen abgeleitet haben, so würden wir doch sehr irren, wollten wir im Betreff gewisser Substanzen, die zuweilen mit der Nahrung in den Körper gebracht werden, z. B. aetherischer Oele, Alkohol, Thee'n u. s. w. dasselbe Verfahren einschlagen. Es soll damit nicht etwa gesagt werden, dass diese Materien eine Ausnahme von jenem unerschütterlichen Naturgesetze machen: allein die nächste Wirkung dieser Materien erinnert uns daran, dass es im thierischen Organismus Nerven giebt, welche auf alle Functionen desselben, auf die Ernährung und auf die Respiration den wesentlichsten Einfluss ausüben und deshalb den glatten Ablauf der Erscheinungen, wie ihn das chemische Gesetz voraussetzen liess, einigermassen trüben. Wir können uns daher nicht überzeugen, dass Alkohol, Thee'n u. s. w., die so kräftige Reactionen im Nervensystem hervorbringen, zu den Stoffen zu zählen sind, welche der Unterhaltung der Lebensfunctionen zu dienen vermögen. Dies sehen wir z. B. am Alkohol; wird derselbe Speisen zugesetzt, so vermindert er die Lungenexhalation, anstatt sie zu vermehren.

Gleich *Prout* hat nämlich auch *Vierordt* gefunden, dass die Kohlensäureexcretion selbst nach mässigem Genusse von spirituösen Getränken absolut und relativ verringert wird. Von *Vierordt* wurde dabei auch die Erfahrung *Prout's* bestätigt, dass die während der Verdauung eintretende Vermehrung der Kohlensäureexcretion durch Spirituosen erheblich beschränkt wird. Starker Thee soll übrigens nach *Prout* ganz ähnlich geistigen Getränken auf die Respiration einwirken.

Eine sehr erhebliche Verminderung der Kohlensäureausscheidung bewirkt der Schlaf; dies lehren hauptsächlich die Versuche von *Scharling*; so respirirte z. B. ein Mann des Nachts in 4 St. nur 22,77 grm. Kohlensäure, während derselbe am Tage unmittelbar nach der Mahlzeit 33,69 grm. exspirirte; bei einem andern Manne war das Verhältniss der in einer Nachtstunde während des Schlafs exspirirten Kohlensäure zu der am Tage nach dem Essen ausgeschiedenen = 31,39 : 40,74. Bei Versuchen mit Feldtauben fand ich¹⁾, dass von 1000 grm derselben

1) *Lehmann*, Jahresber. der ges. Medicin. 1844. S. 39.

durchschnittlich in 1 St. des Morgens 6,456 grm., des Nachts aber nur 4,950 grm. Kohlensäure ausgeathmet wurden.

Ueber die Respirationsverhältnisse beim Winterschlaf von Murmelthieren haben *Regnault* und *Reiset* Untersuchungen angestellt, die einen enormen Unterschied gegenüber dem wachen Zustande der Thiere ergeben: 1000 grm. Murmelthiere absorbiren im schlafenden Zustande stündlich 0,040 bis 0,048 grm. Sauerstoff, während solche im wachen Zustande 0,774 bis 1,198 grm. consumiren. Von dem absorbirten Sauerstoff geben bei den schlafenden Thieren nur 56,7% in die Kohlensäure über, während bei wachenden ungefähr 73% desselben übergehen. Zweimal unter 3 Versuchen beobachteten jene Forscher an schlafenden Thieren eine keineswegs unbedeutende Stickstoffabsorption, während die wachenden Murmelthiere gleich andern Thieren Stickstoff exhalirten. Da ein grosser Theil des absorbirten Sauerstoffs im Körper der schlafenden Thiere verbleibt, in sofern nur wenig zur Kohlensäurebildung verwendet wird und das gebildete Wasser wegen der niedern Temperatur der Thiere nicht abdunstet und Stickstoff absorbirt wird, so erklärt sich daraus die von *Sax* zuerst beobachtete, wiewohl nicht constante Vermehrung des Körpergewichts der Murmelthiere im Winterschlaf.

Zu ähnlichen Resultaten über den Einfluss des Winterschlafs oder des Schlafs in Folge von Kälteeinwirkung gelangten jene Forscher auch bei ihren Versuchen mit Eidechsen.

Aus dem Verhältniss des in der expirirten Kohlensäure enthaltenen Sauerstoffs zu dem inspirirten ist zu ersehen, dass im Körper der winterschlafenden Murmelthiere nur wenig Fett an der Oxydation Theil haben kann (und noch weniger die stickstoffhaltigen Substrate), sondern es muss eine weit wasserstoffreichere Materie verbrennen, deren Kohlenstoff sich zum Wasserstoff ungefähr = 24,26 : 5,44 verhält, also den Atomgewichten nach ziemlich = 2 : 3 (diese Materie könnte also die in der organischen Chemie selten vorkommende Zusammensetzung = $C_2 H_2 + xHO$ haben). Wenn bei solchem Wasserstoffreichtum Ammoniak oder ein Ammoniakalkaloid gebildet wurde, so wäre die bedeutende Absorption von Stickstoff, die *Reiset* und *Regnault* beobachteten, nicht zu verwundern. Indessen darf man auch hier nicht zu viel schliessen wollen; denn ausser der eben ausgesprochenen Hypothese wäre es auch denkbar und vielleicht wahrscheinlicher, dass der im Winterschlaf dieser Thiere absorbirte Sauerstoff sich (wie es auch die geläufigen chemischen Operationen verlangen) nur mit dem einen Theile des Wasserstoffs eines Körperbestandtheils vereinige und so relativ mehr Wasser als Kohlensäure erzeuge; es würde demnach einer solchen Substanz das Atomenaggregat = $C_2 H_2$ durch den inspirirten Sauerstoff entzogen, die Substanz selbst also nicht vollständig oxydirt.

Gleich wie *Prout* und *Vierordt* bei Menschen unmittelbar nach dem Erwachen eine sehr bedeutende Kohlensäureausscheidung beobachtet haben (die erst nach $\frac{1}{2}$ bis 1 St. wieder abnimmt), so fand auch *Regnault* und *Reiset*, dass die aus dem Winterschlaf erwachenden Murmelthiere ausserordentlich viel Kohlensäure exhaliren, und mehr Sauerstoff consumiren, als wenn sie vollkommen wach sind.

Dass in Folge von Körperbewegung die Exhalation der Kohlensäure ebenso zunimmt, wie wir dieselbe so eben im Zustande der Ruhe

abnehmen sahen, lässt sich schon aus den oben erörterten Verhältnissen der Athembewegungen erschliessen, ist aber auch durch directe Beobachtungen dargethan worden. Schon *Seguin*¹⁾ fand, dass er bei starker körperlicher Anstrengung weit mehr Oxygen consumirte, als im Zustande der Ruhe. *Prout* fand in der expirirten Luft zu Anfange mässiger Bewegung mehr Kohlensäureprocente, bei fortgesetzter starker Bewegung aber weniger, als im Zustande der Ruhe. *Vierordt* überzeugte sich, dass nach mässiger Bewegung nicht blos die relative, sondern auch die absolute Kohlensäuremenge vermehrt wird. Mit diesem Resultate stimmen auch mehrere der von *Scharling* angestellten Versuche überein. *H. Hoffmann*²⁾ fand die Summen der Perspirationsproducte nach längerer Bewegung viel bedeutender, als nach längerer Ruhe. Wer endlich mit Thieren Respirationversuche angestellt hat, dem wird nicht entgangen sein, dass dieselben, sobald sie munter und lebhaft sind, weit mehr Kohlensäure expiriren, als wenn sie sich ruhig verhalten.

Scharling's Beobachtungen schliessen wenigstens den Gedanken nicht aus, dass auch geistige Anstrengung einen Einfluss auf Vermehrung der Kohlensäureexcretion ausübt.

Dass auf das Lebensalter bei der Betrachtung der Respiration kein geringes Gewicht zu legen ist, beweisen Versuche sowohl an Menschen als an Thieren. In Bezug auf die absolute Quantität excernirter Kohlensäure haben *Andral* und *Gavarret* an Menschen ziemlich ausgedehnte Untersuchungen angestellt; es geht aus denselben hervor, dass die Menge der täglich exhalirten Kohlensäure durchschnittlich bis zum 40. oder 45. Jahre, hauptsächlich aber mit der Entwicklung des Muskelsystems zunimmt. In den *Scharling's*chen Versuchen athmeten die von ihm benutzten zwei Kinder (ein 9 $\frac{3}{4}$ jähriger Knabe und ein 10 jähriges Mädchen) fast die doppelte Menge Kohlensäure aus von der, welche von Erwachsenen expirirt wurde, wenn man die Kohlensäureexcretion für ein gleiches Körpergewicht berechnete; nimmt man jedoch dabei nicht auf das letztere Rücksicht, so findet vollkommene Uebereinstimmung in dem Resultate *Scharling's* mit dem *Andral's* und *Gavarret's* statt. Im Einklang mit diesen am Menschen gemachten Beobachtungen stehen die von *Regnault* und *Reiset* an Thieren angestellten; hier zeigte sich, dass bei Thieren derselben Species für gleiche Gewichte von jungen Thieren mehr Sauerstoff verzehrt wird, als von den ausgewachsenen.

Rücksichtlich des Verhältnisses des Geschlechts zur Respiration ergibt sich aus *Scharling's* sowohl als aus *Andral's* und *Gavarret's* Versuchen, dass männliche Personen mehr Kohlensäure expiriren, als weibliche, was sich selbst bis auf die Kindheit erstreckt; denn Knaben produciren mehr Kohlensäure, als Mädchen.

1) *Seguin*, a. a. O. p. 357.

2) *H. Hoffmann*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45, S. 242—249.

Respiration.

In die Ergebnisse der *Scharling'schen* Untersuchungen für jetzt noch gewisse Massen als Normzahlen für die Kohlensäureexcretion bei Menschen gelten müssen, so können wir sie hier indem wir die Grane auf Gramme berechnet haben) in ihren Durchschnittsverhältnissen für 4 St. mit:

Subject	Alter	Körpergewicht	Kohlensäure in 4 St.	von 4000 grm. Körper gew. in 4 St. exp. Koh- len Säure.
Maria	35 Jahr	65,5 Kilgrm.	33,580 grm.	0,5119 grm.
Lucretia	16 ..	57,75 ..	34,28 ..	0,5887 ..
Sarah	33 ..	52,00 ..	36,633 ..	0,4466 ..
Lucretia	17 ..	55,75 ..	25,842 ..	0,4546 ..
Anna	24 ..	32,00 ..	20,338 ..	0,9245 ..
Wachen	10 ..	33,00 ..	19,162 ..	0,8834 ..

Nach *Andral* und *Gavarret* exhalirt ein erwachsener Mann im Durchschnitt zwischen 28,5 bis 30,3 grm., während der Schwangerschaft 29,3 grm. und nach dem Eintritte der Menstruation 27,5 bis 31,3 grm. Kohlensäure. Obgleich *Scharling* die Respirationsproducte zugleich mit den Respirationsproducten, *Andral* und *Gavarret* aber nur die letztern bestimmten, so sind diese Zahlen doch höher ausgefallen, als die *Scharling's*. Aus dem, was wir bereits im Eingange dieses Capitels bemerkt haben, ist leicht zu ersehen, dass die Ursache der höhern Zahlen *Andral's* und *Gavarret's* möglich darin zu suchen ist, dass bei deren Athmungsversuchen immer eine stärkere und jedenfalls frequentere Athmung stattgefunden hat, als bei den von *Scharling* in das grosse Respirationshelminth eingeschlossenen Personen.

Dass die sog. Körperconstitution nicht ohne Einfluss auf die Respirationsfähigkeit sein könne, lässt sich nicht bezweifeln, indessen lehrt es hier an Beobachtungen. Nur dürfte folgende Erfahrung *Regnault's* und *Reis's* sicher gehören: magere Thiere consumiren nämlich mehr Sauerstoff und exhaliren mehr Kohlensäure, als sehr fette, eine Erfahrung, die mit der von *Schmidt* und *Bidder* gemachten Beobachtung, dass fette Thiere weit weniger Galle excerniren als magere, leicht in Einklang zu bringen ist.

Wir geben nun zu den Unterschieden über, welche in der Respiration verschiedener Thierclassen beobachtet worden sind. Da bei weitem die meisten Respirationversuche an Thieren angestellt sind, so liegt hier das reichhaltigste Material vor; indess geben uns von allen die Arbeiten *Regnault's* und *Reis's* auch in dieser Beziehung die reichlichsten Anhaltspunkte. Stellen wir uns bei den Säugethieren zunächst die Frage, welchen Einfluss die diätetische Kategorie, der sie angehören, auf die quantitativ. Verhältnisse des Gaswechsels in den Lungen ausübt, so finden wir darüber zum grössten Theil schon im Obigen dahin beantwortet, dass die Differenzen, welche sich in den erwähnten Verhältnissen der Respiration von Herbivoren und Carnivoren gefunden haben, nicht von der verschiedenen Organisation der Thiere abzuleiten, sondern fast lediglich auf den Einfluss der verschiedenartigen Nahrung zurückzuführen sind. Denn dass so wie man den Harn der Fleischfresser bei Pflanzenkost dem der Herbivoren und den der Pflanzenfresser bei Fleischkost jenen der Carnivoren ähnlich wo nicht völlig gleich werden sieht, so

finden wir auch, dass bei Fleischfressern, wenn dieselben viel Amylacea erhalten, die Verhältnisse der Respiration der Pflanzenfresser auftreten und umgekehrt. Dieser Satz ist, wie schon erwähnt, durch die sorgfältigsten Untersuchungen *Regnault's* und *Reiset's* und letzthin durch die *Bidder's* und *Schmidt's* völlig ausser Zweifel gesetzt worden. Nur der allgemeinen Uebersicht halber deuten wir dieselben noch einmal in tabellarischer Form nach *Regnault* und *Reiset* an.

Thierspecies	Fütterung mit	Von 100 Th. absorb. Sauerstoffs gehen an d. Kohlensäure	Von 1000 grm. Thier in 1 Stunde		
			verbraucher Sauerstoff	exhalirte Kohlensäure	exhalirter Stickstoff
Hund	Fleisch	74,5%	4,488 grm.	4,244 grm.	0,0078 grm.
Kaninchen	Möhren	94,9%	0,888 „	1,116 „	0,0036 „

Die absolute Menge aufgenommenen Sauerstoffs und exhalirter Kohlensäure ist übrigens ziemlich schwankend, was zum Theil die grosse Abweichung der Zahlen erklärt, die andre Forscher bei Versuchen mit Kaninchen- und mit Hunden erhalten haben. Darin stimmen jedoch bei einem Vergleiche der von verschiedenen Forschern gewonnenen Zahlen die Resultate überein, dass Fleischfresser bei ihrer gewöhnlichen Nahrung im Verhältnisse zu ihrem Körpergewichte mehr Kohlensäure und Stickstoff exhaliren, als Pflanzenfresser bei der ihnen eigenthümlichen Nahrung.

Was die Vögel betrifft, so hat man seit langer Zeit ihnen schon eine weit lebhaftere Respiration zugeschrieben, als den Säugethiere: allein von allen Vögeln ohne Ausnahme gilt dies keineswegs; einerseits mag die Lebensweise der Thiere hierauf von Einfluss sein; so consumiren z. B. die Hühner, welche nur selten fliegen, wenig mehr Sauerstoff als die Kaninchen und noch nicht einmal so viel als die Hunde; auch das Verhältniss von absorbirtem Sauerstoff zu dem in der Kohlensäure wieder erscheinenden ist bei mit Hafer gefütterten Hühnern nahezu dasselbe wie bei Kaninchen. Ganz anders verhält es sich aber mit den Respirationverhältnissen sehr lebhafter Vögel, die viel singen und umherfliegen und ausser im Schlafe selten ruhig sind. Diese consumiren mehr als die 10fache Menge Sauerstoff von der, welche verhältnissmässig so träge Thiere, wie die Hühner sind, absorbiren; sie exhaliren auch fast 10mal mehr Kohlensäure als jene. In den Versuchen von *Regnault* und *Reiset* zeigt sich ein grosser Unterschied auch noch darin, dass die lebhaften Vögel bei weitem weniger Sauerstoff (nur dreiviertel des absorbirten) zur Kohlensäurebildung verwenden; indessen dürfte dieses Verhältniss vielleicht daher abzuleiten sein, dass in den betreffenden Versuchen die Vögel nüchtern waren; sie waren scheu und frassen nicht wie in der Freiheit. *Regnault* und *Reiset* leiten übrigens die so bedeutende Sauerstoffabsorption und Kohlensäureexhalation von der Kleinheit der Thiere ab und bringen sie in Zusammenhang mit dem grössern Wärme-

Bedürfniss der kleineren Thiere. Obgleich ich¹⁾ selbst vor längerer Zeit in meinen Versuchen zufolge die Ansicht aussprach, die Kohlensäure exhalation stehe bei Vögeln im umgekehrten Verhältnisse zu ihrer Grösse, so scheint mir das Wärmebedürfniss höchstens als Grund für diese Erfahrung geltend gemacht werden zu können; die Ursache ist aber sicher die grössere Lebhaftigkeit und demzufolge der rapidere Stoffwechsel in den lebendern Thieren, von denen leider gerade nur die kleinen zu solchen Versuchen dienen könnten. Könnten wir Geier oder andere grössere Vögel oder auch fliegende schwebende Raubvögel unter den ihnen natürlichen Verhältnissen auf ihre respiratorischen Aequivalente untersuchen, so würden diese gewiss bei weitem bedeutender finden, als bei Hühnern, Enten, Gänzen u. s. w. Den kleinen Thieren mag immerhin die Natur eine grössere Lebhaftigkeit und regern Stoffwechsel eingepflanzet haben, damit sich ihr Körper auf derselben Temperatur erhalten kann, wie der grösserer Thiere.

Die kleineren Thiere, deren Respirationsaequivalente wir nach den Mittelresultaten *Regnault's* und *Reiset's* in folgender Tabelle geben, waren Grünsücker, Kreuzschnäbel und Sperlinge.

Thiere	Fütterung	Von 100 Th. abs. Sauerstoff treten in die Kohlensäure.	Von 1000 grm. Thier in 4 Stunde		
			verbrauchter Sauerstoff	exhalirte Kohlensäure	exhalirter Stickstoff
Hühner	Haar	80,7%	4,053 grm.	4,320 grm.	0,0079 grm.
Grünsücker	Haar	75,3%	11,473 „	11,879 „	0,1296 „

Auch die Eier der Vögel unterhalten selbst im unbebrüteten Zustande einen Respirationsprocess; beim Liegen exhaliren sie im unbebrüteten Zustande fortwährend Kohlensäure und Wasserdunst; daher sie mit dem Alter nicht unbedeutend an Gewicht verlieren. Sie absorbiren aber auch Sauerstoff; dies ist besonders daraus ersichtlich, dass die in dem Luftvolumen des Eies eingeschlossene Luft mehr Sauerstoff enthält, als die atmosphärische (nach *Bischoff*²⁾ 0,22 bis 0,245, nach *Dulk*³⁾ 0,25 bis 0,27 Volumenprocente), was indessen von *Baudrimont* und *Martin St. Ange* angegeben wird. Weit lebhafter wird der Respirationsprocess nach der Bebrütung, wieschon daraus hervorgeht, dass in Wasserstoff oder Kohlensäureatmosphäre (nach *Vitorg*, *Schwann*⁴⁾ und *Martin St. Ange*) die Entwicklung des Fetus sehr bald aufhört und derselbe abstirbt. Beim Bebrüten schwindet zu-

¹⁾ Lehmann, Jahresber. über die Fortschritte der Medicin, von Göschen. 1843.

²⁾ 40 S. 30.

³⁾ *Archiv*, Schweiggers Journ. N. R. Bd. 9, S. 446.

⁴⁾ *Ibid.*, ebendas. 1830. S. 363

⁵⁾ *Schwann*, de necessitate aëris atmosph. ad evolut. pulli in ovo. Berolini. 1834.

nächst der Sauerstoff aus dem Luftbehälter zum grossen Theile und man findet dann in der Luft desselben oft gegen 6% Kohlensäure. Die neueren Versuche von *Baudrimont* und *Martin St. Ange*¹⁾ haben Folgendes über den Gaswechsel beim Bebrüten der Hühnereier gelehrt: je weiter die Entwicklung des Foetus vorwärts geschritten ist, desto mehr Sauerstoff wird aus der Atmosphaere absorbiert und desto mehr Kohlensäure wird an dieselbe wieder abgegeben. Auch hier wird die Menge des in der Kohlensäure enthaltenen Oxygens bei weitem übertroffen von der Menge absorbierten Sauerstoffs. Dass auch hier die Respiration von einer Wärmeentwicklung begleitet ist, geht aus den Versuchen von *Valenciennes* hervor. Folgende Tabelle enthält die Resultate zweier von genannten Forschern mit befruchteten Eiern angestellter Versuche, in denen aber leider der Totalgewichtsverlust der Eier wegen des im Apparate befindlichen Chlorcalciums die Normalquantität gewiss nicht unbedeutend übersteigt:

4000 grm. Eier	vom 9. bis 12. Tag des Bebrütens.	vom 16. bis 19. Tage des Bebrütens.
verloren an Körpergewicht	26,26 grm.	41,72 grm.
absorbierten Sauerstoff	5,74 „	40,70 „
exhalirten Kohlensäure	4,33 „	41,92 „
„ Wasser	2,88 „	3,66 „
Verh. d. abs. O : O der CO ₂	400 : 54,9	400 : 84,0

Spallanzani hat übrigens gefunden, dass selbst die Eierschalen allein etwas Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure exhaliren, eine Erfahrung, die jedoch nicht mit der Respiration, sondern mit den Zersetzungen anderer Stoffe z. B. des Fibrins u. dergl. zu parallelisiren ist.

Rücksichtlich der Respiration der Amphibien halten wir uns trotz der oft erwähnten schönen Versuche *Marchand's* hier nur an die *Regnault's* und *Reisel's*, da nur diese mit den oben angeführten Tabellen vergleichsfähige Zahlen geben, insofern sie nach einer und derselben Methode ausgeführt sind; übrigens stimmen die genannten Beobachter in den Hauptresultaten völlig mit einander überein.

Thier	Von 100 Th. Sauerstoff treten in die Kohlensäure	Von 4000 grm. Thier in 4 Stunde		
		verbrauchter Sauerstoff	exhalirte Kohlensäure	exhalirter Stickstoff
Frösche	76,0%	0,084 grm.	0,088 grm.	0,0005 grm.
Salamander	82,4%	0,085 „	0,096 „	—
Eidechsen	75,2%	0,1916 „	0,1976 „	0,0025 „

Auch selbst unter den Amphibien zeigt sich, dass die agileren Thiere sich eines regern Stoffwechsels erfreuen und deshalb mehr Sauerstoff consumiren und dafür mehr Kohlensäure und Stickstoff ausathmen, als

1) *Baudrimont* und *Martin St. Ange*, *Compt. rend.* T. 47, p. 4343--4346.

die trägeren Thiere mit weniger regem Stoffwechsel. Dieses Verhältniß tritt in der Tabelle zwischen Eidechsen und Fröschen frappant genug hervor. Für diese Bedingung der Respirationsgrößen sprechen namentlich auch die Versuche an Eidechsen, von denen die des ersten Versuchs vollkommen erstarrten, die des zweiten an nicht vollkommen erstarrt und die des dritten (dessen Resultate in der Tabelle verzeichnet sind) vollkommen wachen und muntern Thieren angestellt waren; die halb wachen consumiren ungefähr die 3fache Menge, die völlig erwachten die 9fache Menge Sauerstoffs, deren die vollkommen erstarrten bedürfen. Dasselbe Verhältniß gilt von der absoluten Quantität excernirten Stickstoffs, der überhaupt bei diesen Thieren oft in das Gegentheil umschlägt, nämlich in Stickstoffabsorption; namentlich an Fröschen ist dies einmal von *Regnault* und *Reiset* beobachtet worden.

Wir gehen nun zur Untersuchung der Athmungsproducte derjenigen Thiere über, welche nicht durch Lungen respiriren, nämlich der Insecten und der Fische. Obgleich die ersteren direct atmosphärische Luft in sich aufnehmen, so ist doch der Mechanismus der Ein- und Ausföhrung der Luft ein anderer, als bei den lungenathmenden Thieren. Der pneumatische Apparat derselben besteht aus äusserst elastischen, sich baumförmig verzweigenden Röhren, zwischen denen aber zum Zwecke der gleichförmigen Vertheilung der Luft Communicationsröhren verlaufen. Die Insecten exspiriren nur durch Muskelaction, das Inspiriren geschieht dagegen nur durch Vermittlung der Elasticität der Tracheenwände, welche nicht nur selbst aus Chitin bestehen, sondern auch noch zur Erhöhung der Elasticität mit einem Spiralfaden von Chitin umwunden sind; durch die sog. Stigmata, an denen selten Musculatur wahrzunehmen, steht die Luft der Tracheen in freiem, unmittelbarem Contact mit der äussern Atmosphäre bei jeder Bewegung des Insectes müssen die überall hin verbreiteten Tracheen comprimirt und so ein Theil ihres Luftgehalts ausgetrieben werden, sobald die Muskelcontraction nachlässt, nehmen die Tracheen (vermöge ihrer grossen Elasticität) ihr früheres Volumen wieder an und es tritt nur frische Luft durch die offenen Stigmata in die verdünnte Luft enthaltender Räume. Es ist zwar auch bei den Insecten ein Muskelapparat speciell für die Expiration vorhanden, allein derselbe beschränkt sich auf die Abdominalringe und zeigt z. B. selbst bei Käfern in der Minute nur 15 bis 25 Contractionen, die denen des Rückengefässes ziemlich entsprechen; der wichtigsten Einfluss auf die Ausscheidung der Luft üben bei den Insecten zweifelsohne die willkürlichen, unrythmischen Bewegungen aus; daher auch die Insecten rücksichtlich der Mengen ausgeschiedener Kohlensäure und der Höhe ihrer Eigenwärme je nach der Lebhaftigkeit ihrer Bewegungen so ausserordentlich differiren; deshalb exspiriren z. B. Puppen nur $\frac{1}{190}$ bis $\frac{1}{160}$ der Kohlensäure, die von einer Raupe gleichen Gewichts exhalirt wird; nach *Regnault* und *Reiset* ist jedoch der Sauerstoffverbrauch der Larven der Seidenraupen nur um $\frac{1}{20}$ geringer, als der der Raupen.

Nach den ältern Untersuchungen von *Spallanzani*, *Saissy* und *Trevi-*

ranus haben *Regnault* und *Reiset*, sowie ich über die Respiration der Insecten experimentirt.

Von Insecten verwendeten *Reiset* und *Regnault* Maikäfer und Seidenraupen, die dem Einspinnen nahe waren, zu Respirationsversuchen; ihre Resultate waren

Thiere.	Von 100 Th. abs. Sauerst. treten an Koh- lensäure	Von 1000 grm. in 4 St.	
		resorbirter Sauerstoff	exhalirte Kohlensäure
Maikäfer	80,8	1,0195	1,1372
Seidenraupen	78,2	0,899	0,960

Bei meinen Versuchen über die Kohlensäureexcretion der Insecten erhielt ich ¹⁾ folgende auf 1000 grm. Thier für 4 St. berechnete Resultate:

Thiere.	Mittel	Minimum	Maximum
Maikäfer (5 Versuche)	0,729	0,650	0,832
Raupen von Phal. Bomb. Neustria (8 Vers.)	0,896	0,603	1,188
Raupen von Phal. Bomb. Dispar (7 Vers.)	1,077	0,835	1,303
Larven von Pap. Nymph. Urticae (2 Vers.)	0,0070	0,0069	0,0071

Die Respiration der durch Kiemen athmenden Thiere, Fische, Crustaceen u. s. w. unterscheidet sich wesentlich dadurch von der Respiration durch Lungen oder Tracheen athmender Wesen, dass bereits gelöster Sauerstoff dem Blute oder Ernährungssaft zugeführt wird, aus welchem die gelöste Kohlensäure entfernt werden soll. Der Mechanismus, durch welchen das sauerstoffhaltige Wasser in die Kiemen getrieben und das mit Kohlensäure beladene wieder entfernt wird, ist so complicirt, dass selbst blosser Andeutungen über denselben uns zu weit führen würden. Leider sind seit den für die damalige Zeit vortrefflichen Untersuchungen von *Humboldt* und *Provençal*²⁾ über die Respiration der Fische nur wenig Versuche mit Kiemenathmern angestellt worden. Es ergibt sich aus diesen Versuchen, dass auch bei dieser Respirationsform mehr Sauerstoff aufgenommen, als Kohlensäure exspirirt wird; die letztere betrug bei diesen Versuchen höchstens $\frac{4}{3}$ des absorbirten Sauerstoffs, oft jedoch nur die Hälfte desselben. Merkwürdig ist übrigens das Ergebniss dieser Versuche, dass die Fische stets erhebliche Mengen von Stickstoff absorbiren sollen. Die Fische athmen gleich andern Thieren diesen Versuchen zufolge auch viel durch die Haut. So lange die Kiemen feucht

¹⁾ *Lehmann*, a. a. O. S. 42.

²⁾ *Humboldt* und *Provençal*, a. o. a. O.

sind, vermögen diese Thiere auch in atmosphärischer Luft zu athmen und liefern die Athmungsproducte in gleichem Verhältnisse zum absorbirten Sauerstoff, wie im Wasser, offenbar ein Beweis dafür, dass die Respiration bei den wasserathmenden Thieren nach denselben Gesetzen vor sich geht, wie bei den luftathmenden. Mittelst eines ingenios construirten Apparats sind erst in jüngster Zeit von *Baumert*¹⁾ einige interessante Versuche über die Respiration der Schleien (*Cyprinus Tinca*), der Goldfische (*Cyprinus aureus*) und der Schlammpeizger (*Cobitis fossilis*) angestellt worden. Aus diesen Versuchen ergab sich zunächst, dass 1000 grm. Schleien stündlich im Durchschnitt 0,0143 grm. Sauerstoff inspiriren und 0,0138 grm. Kohlensäure expiriren, während dagegen die lebhaftern Goldfische zu gleichem Gewichte und in gleicher Zeit 0,0409 grm. Sauerstoff aufnehmen und 0,0419 grm. Kohlensäure produciren. Was das Verhältniss der Volumina absorbirten Sauerstoffs zu denen exhalirter Kohlensäure betrifft, so ist dasselbe ziemlich = 10 : 7; auf 100 Gewichtstheile absorbirten Sauerstoffs werden mit der Kohlensäure 72,3 grm. wieder ausgeschieden. Rücksichtlich des Stickstoffs fand *Baumert* ebenso oft eine geringe Absorption als Exhalation desselben. Bei Versuchen mit dem Schlammpeizger wurden in mehrfacher Hinsicht von den eben erwähnten verschiedene Resultate erlangt. Den Schlammpeizgern ist nämlich so wie einigen andern Fischen eine besondere Darmrespiration eigen; diese pflegen nämlich ausser durch die Kiemen auch durch die Mundhöhle Luft aufzunehmen, indem sie diese an der Oberfläche des Wassers verschlucken und so dem Magen zuführen. *Baumert* hat die durch den Darmcanal wieder excernirte Luft untersucht und in ihr bedeutend weniger Sauerstoff, als in der Luft gefunden, die zum Verschlucken diente; an die Stelle des Sauerstoffs ist aber bedeutend weniger Kohlensäure getreten, als dies bei Kiemen- oder Lungenrespiration zu geschehen pflegt. Der vom Darne absorbirte Sauerstoff geht also in die Blutmasse über und die durch ihn gebildete Kohlensäure wird nicht durch den Darm, sondern durch die Kiemen ausgeschieden; daher finden wir auch nach *Baumert's* Versuchen, dass bei der Kiemenrespiration dieser Thiere weit mehr Kohlensäure im Verhältniss zum inspirirten Sauerstoff exhalirt wird, als bei den vorerwähnten Fischen. Specielle Versuche zeigten übrigens, dass die Schlammpeizger in frischem, also sauerstoffreichem Wasser nur selten von der Darmrespiration Gebrauch machen, während sie in sauerstoffarmem Wasser oft an die Oberfläche kommen, um Luft zu verschlucken; doch scheinen diese Thiere bei einer einzigen dieser Functionen allein nicht bestehen zu können; sie kränkeln, wenn ihnen blos die Kiemenrespiration gestattet ist, eben sowohl als wenn ihnen blos die Darmrespiration möglich ist. Die Versuche, welche mit Schlammpeizgern nach derselben Methode angestellt wurden, wie die mit Schleien und Goldfischen,

1) *Baumert*, Chem. Unters. über d. Respiration des Schlammpeizgers. Heidelberg 1852.

ergaben folgende Resultate: 4000 grm. Schlammpeizger inspirirten durchschnittlich in 1 St. = 0,0316 grm. Sauerstoff und exhalirten = 0,0543 grm. Kohlensäure; diese Thiere scheiden also unter der Form von Kohlensäure mehr Sauerstoff ab, als sie durch die Kiemen aufgenommen haben; es gehen nämlich auf 100 Th. durch die Kiemen aufgenommenen Sauerstoffs mit der Kohlensäure 124,9 grm. Sauerstoff fort; dies stimmt mit den von *Baumert* ausgeführten Vergleichsanalysen der zum Verschlucken verwendeten und der durch den Darm wieder ausgeschiedenen Luft völlig überein, denn während diese Luft im Darne eine Verminderung des Sauerstoffs um 8 bis 11 Volumenprocente zeigte, hatte der Kohlensäuregehalt höchstens um zwei Volumenprocente zugenommen. Sehr wahrscheinlich ist übrigens durch *Baumert's* Analysen geworden, dass die Schlammpeizger bei der Respiration immer eine gewisse Quantität Stickstoff absorbiren.

Von denjenigen Thieren, die keine besonderen Respirationsorgane besitzen, sondern den auch ihnen nöthigen Gasaustausch nur durch die Haut bewerkstelligen, sind nur die Regenwürmer zu Versuchen verwendet worden und zwar von *Regnault* und *Reiset*. Darnach zeigt sich die Respiration derselben derjenigen der auch durch die Haut so stark athmenden Frösche sehr ähnlich; der Sauerstoffverbrauch und das Verhältniss des in der Kohlensäure enthaltenen Sauerstoffs ist nahezu dasselbe wie bei den letztern; 1000 grm. Regenwürmer absorbirten stündlich 0,1013 grm. Sauerstoff und exhalirten 0,0982 grm. Kohlensäure; Verhältniss des absorbirten Sauerstoffs zu dem der Kohlensäure = 100 : 77,5.

Zwar ist bei allen diesen Versuchen an Thieren zugleich mit der *Lungenexhalation* auch die *Hautperspiration* untersucht worden und somit dürfte man glauben, für die erstere kein scharfes Resultat erlangt zu haben: allein für die Thiere der höhern Classen, Säugethiere und Vögel, behalten die oben mitgetheilten Zahlenwerthe doch ihre Geltung; denn die betreffende Ungenauigkeit ist dort so gering, dass sie von den Schwankungen in den Beobachtungsfehlern und von andern uns nicht zugänglichen oder nicht berechenbaren Bedingnissen meist übertroffen wird. Für Kaninchen, Hunde und Hühner ist nämlich von *Regnault* und *Reiset* auch der Theil der Gasexcretion des Thierkörpers, der seinen Weg durch die Haut nimmt, näher bestimmt worden, und zwar auf zweierlei Weise; in beiden Fällen wurden die Thiere in einen luftdichten Sack so eingebracht, dass nur ihre Mundhöhle mit der Atmosphaere in Berührung stand; in dem einen Falle wurde die Luft innerhalb des Sacks gewechselt, in dem andern nicht. Nach dem erstern Verfahren lieferten Hühner nur 0,0047 bis 0,18 von der ganzen bei der Gesamtperspiration gebildeten Kohlensäure, Kaninchen nur 0,0102 bis 0,0173 und Hunde 0,0035 bis 0,0044. Auch die zweite Versuchsweise zeigte, wie unbedeutend der Einfluss der Hautperspiration und Darmexhalation im Verhältniss zur Lungenfunction bei den warmblütigen Thieren ist.

Das Verhältniss der Hauttransspiration zur Lungenexhalation ist

dessen gewiss nicht so gering zu achten, als wie es aus diesen an stark behaarten und befiederten Thieren angestellten Untersuchungen hervorzugehen scheint: die gasigen Exhalationen der Haut des Menschen sind fast noch gar nicht untersucht; so viel geht aber aus den bis jetzt vorliegenden quantitativen Forschungen z. B. denen von *Valentin* hervor, dass die menschliche Haut einen sehr erheblichen Theil des vom Körper ausgeschiedenen Wasserdunstes auf sich nimmt. Aus gewissen diätetischen und andern Erfahrungen hatte man übrigens schon früher dasselbe schliessen zu dürfen geglaubt; dazu kommen noch jene Versuche, wo man nach Art *Magendie's* die Haut der Thiere durch Leim, Kleister, Firniss u. dergl. vollkommen impermeabel gemacht hat; kann auch der nach solchem Verfahren erfolgte Tod der Thiere keineswegs bloss von Zurückhaltung der gasigen Flüssigkeiten abgeleitet werden, so wird die letztere, wenn auch quantitativ unbedeutend, doch physiologisch nicht ohne Bedeutung sein. Kurz es bleiben hier noch eine Menge Probleme zu enträthseln übrig. Wenn aber bei unterdrückter Hautausdünstung das Leben eines höhern Organismus einige Zeit relativ normal fortbestehen kann, so beweist dies eben so wenig für die Bedeutungslosigkeit der gasigen Hauttransspiration, als die an sich sehr interessanten Versuche *Regnault's* und *Reisel's* mit Fröschen, deren Lungen extirpirt waren, beweisen können, dass die Lungen bei Fröschen überflüssige Organe seien. In diesen Versuchen lebten die Frösche nicht nur sehr lange fort, sondern sie verbrauchten auch ziemliche Mengen Sauerstoff (wiewohl fast um die Hälfte weniger, als die unversehrten Frösche, nämlich 4000 grm. Frosch stündlich = 0,047 grm.); das Verhältniss des Sauerstoffs zur transspirirten Kohlensäure und zum Stickstoffgas war übrigens nahezu gleich dem bei unverletzten Fröschen.

Eben diese Betrachtung führt uns nun auf die abnormen Erscheinungen, welche in Folge von Fehlen, Nichtfunctioniren oder Leiden einzelner Organe oder schlechthin von Krankheiten in den Verhältnissen des Gasaustausches durch die Lungen hervorgerufen werden. Leider bieten aber die Untersuchungen dieser Art so grosse Schwierigkeiten, dass man sich bis jetzt mit Bestimmung der absoluten oder relativen Quantität excernirter Kohlensäure hat begnügen müssen, und dass selbst derartige beschränkte Versuche noch nicht zu erheblichen Resultaten geführt haben.

Als Einleitung zu den *pathologischen* Verhältnissen dürfen wir eine exacte Beobachtung von *Bidder* und *Schmidt*¹⁾ hier nicht übergehen, obgleich wir im folgenden Abschnitte ausführlicher darauf zurückkommen müssen; diese betrifft nämlich die Respiration bei Hunden, welchen durch Gallenfisteln alle Galle nach aussen abgeleitet wurde. Ein Kilogramm eines solchen Thiers, welches übrigens fast vollständig fastete, absorbirte stündlich 1,146 grm. Sauerstoff und exhalirte 1,146 grm. Kohlensäure (also fallen von 100 Th. absorbirten Sauerstoffs 77,07% auf die Kohlen-

1) *Bidder* und *Schmidt*, a. a. O. S. 363—386.

säure); 4 Klgrm. eines in gleicher Weise operirten, aber mit Fleisch vollkommen gesättigten Hundes absorbirte stündlich 4,153 grm. Sauerstoff und excernirte 4,327 grm. Kohlensäure (also von 100 Th. absorbirten Oxygens sind 83,7 Th. in der Kohlensäure enthalten). Wir geben diese Zahlen hier nur als Thatsache, da wir ohnedies später deren genauere Analyse versuchen werden.

Um über den Gasaustausch in den Lungen bei krankhaften Zuständen Aufschluss zu erhalten, hat man bisher drei verschiedene Wege betreten, von denen jedoch leider fast einer eben so viel Inconcinuitäten mit sich führt, als der andre. Man hat zunächst an Thieren experimentirt, in denen man durch Operation (wie *Regnault* und *Reiset* so wie *Bidder* und *Schmidt* theilweise verfahren) den Anlass zu gewissen abnormen Processen gab; bei solchen Versuchen hat man, wie meistentheils bei Thieren, die Gesamtperspiration bestimmt, indem man sie in einen Recipienten einschloss und frische Luft zuleitete, die verbrauchte aber in ein System von Absorptionsapparaten abführte. Derartige Versuche sind von mir¹⁾ über den Entzündungsprocess angestellt worden. Bei den Versuchen an Thieren ist der Uebelstand der wichtigste, dass man gerade viele solcher Krankheiten, die für den Arzt von der grössten Bedeutung sind, nicht künstlich durch Operation oder auf andre Weise hervorrufen kann. Reihen von Untersuchungen an spontan erkrankten Thieren anzustellen, findet sich überdies nur an wenig Orten hinreichende Gelegenheit. Man hat daher bis jetzt auch öfter noch an Menschen, als an Thieren experimentirt, um in Krankheiten den Athmungsprocess und seine Effecte auf die Ausscheidung der Kohlensäure zu studiren. Nur *Ad. Hannover*²⁾ hat zum Theil im Verein mit *Scharling* sich des letzteren Methode bedient und somit Lungen- und Hautperspiration gleichzeitig bestimmt. Dieses Verfahren ist ohne allen Zweifel das Beste, um die Respiration Kranker zu untersuchen, sobald dieselben nur so weit transportabel sind, dass sie, ohne die Menschlichkeit zu verletzen und ohne ihren Zustand zu verschlimmern, einige Zeit in dem verschlossenen Kasten verweilen können. Dass übrigens auch bei diesem Verfahren die geistige Aufregung des Kranken unvermeidlich ist und demnach wenigstens bei kurzer Versuchsdauer Modificationen in dem wahren Effecte der Krankheit auf die Gasaushauchung hervorbringen muss, ist nicht zu läugnen; allein in weit höherem Grade und zwar völlig unvermeidlich ist dies bei dem *Proul'schen* Verfahren, welches *Malcolm*³⁾ *Hervier* und *St. Sager*⁴⁾ und *Doyère*⁵⁾ eingeschlagen haben. Es bedarf viel zu langer Zeit, ehe man sich die Fertig-

1) *Lehmann*, Abhandl. b. Begründ. d. k. sächs. Ges. der Wiss. 1846. S. 465—485.

2) *Ad. Hannover*, de quantitate ac. carbonici ab homine sano et aegroto exhalati. Havniae 1845.

3) *Malcolm*, Monthly Journ. Jan. 1843.

4) *Hervier* und *St. Sager*, Compt. rend. T. 28, p. 260. Gaz. des Hopitaux. 1849. p. 85.

5) *Doyère*, Compt. rend. T. 28, p. 636—638.

keit eines Vierordt in dieser Hinsicht aneignet, völlig ruhig in einen selbst gut construirten Apparat hineinzuthmen; oft würde die Krankheit darüber abgelaufen sein, ehe der Patient die nöthige Fertigkeit erlangt hat; und wer möchte so grausam sein, Fieberkranke lange Zeit hindurch mit solchen Versuchen zu quälen? Alle vorliegenden Versuche dürften daher nur mit grosser Vorsicht zu wissenschaftlichen Schlüssen benutzt werden. In den nach dem letzterwähnten Verfahren ausgeführten Versuchen hat man übrigens meist nur den relativen Kohlensäuregehalt der Luft bestimmt, ohne auf das Volumen der Athemzüge Rücksicht zu nehmen; wie unergiebig solche Versuche sind, braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden.

Ueber den Entzündungsprocess und dessen Einfluss auf die Perspiration habe ich leider nur an Kaninchen zu experimentiren vermocht, an denen es äusserst schwer hält, eine durchgreifende Entzündung hervorzurufen. Blosser Verwundungen reichten meistens nicht aus; ich musste daher zu gleichzeitigem Einspritzen reizender Substanzen in die Wunden meine Zuflucht nehmen, und trotzdem wurden immer noch viele vergebliche Versuche gemacht, ehe ein Individuum sich zu den Respirationsversuchen eignete. Von den Experimenten, denen ich noch am meisten Vertrauen schenke, in sofern die krankhaften Erscheinungen so wie auch die *Blutmischung* dem Entzündungsprocess entsprachen, führen wir nur folgende an:

In *a* und *b* waren Lungenentzündungen, in *c* und *d* Entzündungen über mehrere Muskelparthien hervorgerufen worden.

a) In je 3 Stunden excernirte ein Kaninchen bei mittlerer Temperatur an Kohlensäure:

Vor der Verwundung in 3 Morgenstunden	= 3,820	gramm.
Unmittelbar nach der Verwundung in 3 Morgenst.	3,877	„
Den 1. Tag „ „ „ „	2,954	„
„ 2. „ „ „ „	3,217	„
„ 3. „ „ „ „	2,808	„
„ 4. „ „ „ „	4,888	„
„ 4. „ „ „ Nachmittags	4,734	„

b) In je 3 Stunden excernirte ein Kaninchen bei mittlerer Temperatur an Kohlensäure:

am 2. Tage vor der Verwundung	= 3,470	gramm.
unmittelbar nach „ „	3,392	„
am 1. Tage „ „	3,499	„
„ 2. „ „ „	2,944	„
„ 3. „ „ „	4,877	„

c) In je 3 Stunden excernirte ein Kaninchen bei mittlerer Temperatur an Kohlensäure:

am 2. Tage vor der Verwundung in 3 Stunden	= 3,592	gramm.
unmittelbar nach „ „ „	3,947	„
am 1. Tage „ „ „	3,533	„
„ 2. „ „ „	2,744	„
„ 3. „ „ „	2,470	„
„ 4. „ „ „	2,098	„

d) In je 3 Stunden excernirte ein Kaninchen bei mittlerer Temperatur an Kohlensäure:

unmittelbar vor der Verwundung =	3,004	gramm.
12 Stunden nach „ „	2,944	„
am 2. Tage „ „	2,986	„
„ 3. „ „	2,213	„
„ 4. „ „	2,347	„
„ 5. „ „	2,066	„

Nach *P. Hervier* und *Saint Sager* geben viele ausgesprochene Entzündungen, wie Meningitis, Peritonitis, Metritis, acuter Gelenkrheumatismus mehr (*Hypercrinie carbonique*) und alle, in denen die Athmung beeinträchtigt ist, wie Pneumonie, Pleuresie, Perikarditis weniger Kohlensäure (*Hypocrinie carbonique*).

Was soll man aber von Versuchen halten, welche, wie die von *Hervier* und *Sager*, zu den auffallendsten, den besten Beobachtungen widersprechenden Resultaten geführt haben, und die zu so feinen Distinctionen Anlass gegeben haben, dass andere Forscher selbst mit weit exactern Methoden bei weitem nicht jene Feinheit erlangen konnten? Was soll man davon denken, dass diese Experimentatoren während der Verdauungszeit weniger Kohlensäure expirirt werden sahen, als im nüchternen Zustande, wenn sie zwei Maxima der Kohlensäureausscheidung und zwei Minima unterscheiden, von denen das eine Maximum 9 Uhr Morgens, das andre 44 Uhr Abends, das eine Minimum 3 Uhr Nachmittags, das andre früh 5 Uhr eintritt, wenn sie die Menge excernirter Kohlensäure constant mit dem Luftdrucke steigen sahen, nach thierischer Nahrung stets mehr Kohlensäure, als nach vegetabilischer fanden und dies ohne alle Untersuchung der nähern coincidirenden Ursachen?

Nach diesen Experimentatoren nimmt übrigens die Kohlensäureexcretion zu im Kältestadium der Wechselfieber und noch mehr im Hitzestadium. »Schwitzen die Kranken, so weicht ihre Athmungsluft von der gewöhnlichen fast gar nicht ab. Ferner: die regelrechten Kohlensäureverhältnisse erhalten sich in allen chronischen Krankheiten, die mit Fieber verbunden sind: wie in der Chlorose, der Harnruhr, dem Anfange des Krebses (?), den Nervenleiden, den chronischen Entzündungen. Die Mengen des verbrannten Kohlenstoffs sinken in den Blättern, den Rötheln, dem Scharlach, der Rose (?), dem Erythem, während der Eiterungsperiode, im Skorbut, in der Purpura, der Anaemie, der Hautwassersucht, den letzten Stufen der krebsigen, scrophulösen oder syphilitischen Entartungen, im Typhus, in der Dysenterie, chronischen Diarrhoe und der Lungenschwindsucht. Die Wärme der Ausathmungsluft steigt und fällt mit der Zahl der Athemzüge.« Schon bei diesem wirren Durcheinander von Krankheits- und Symptomenamen, von veralteten und neuen Krankheitstiteln muss jedem ein wahrhaftes Grausen befallen, der etwas von deutscher Medicin gehört hat. Der naturwissenschaftlichen Seite dieser Untersuchung sieht man es aber auf den ersten Blick an, dass dieselbe zu jenen specialistischen Fabrikarbeiten gehört, mit denen die Wissenschaft durch die iatrochemische und iatromathematische Schule französischer Medicin von Zeit zu Zeit belastet zu werden pflegt.

Hannover hat die Menge der perspirirten Kohlensäure in der Chlorose zu bestimmen gesucht; er machte an 4 Mädchen Beobachtungen, von denen 3 mit denen *Scharling's* insofern vergleichbar sind, als diese ziemlich gleiches Alter mit dem von letzterm Forscher verwendeten Mädchen hatten; das letztere expirirte (wie oben S. 320 erwähnt) im Zustande voller Gesundheit und im Alter von 17 Jahren auf 1000 gramm. ihres Körpergewichts stündlich = 0,4546 gramm. Kohlensäure; die drei chlorotischen Mädchen *Hannover's*, die im Alter von 15, 16 und 18 Jahren standen, exhalirten bei gleicher Berechnung 0,6666 gramm., 0,6105 gramm. und 0,5876

2, 492% ; bei 7 schweren Fällen von Typhus sank dieselbe durchschnittlich auf 2,232%. Prout giebt als Mittelzahl für den Gesunden = 3,96% an; also wird die relative Kohlensäuremenge in der Expirationsluft beim Typhus ausserordentlich vermindert. Weder mit der Zahl der Athemzüge noch der der Pulsschläge lassen sich die Grössen des Kohlensäuregehalts der Luft in irgend eine bestimmte Proportion bringen.

Wir finden also auch hier wieder, dass dasjenige, was man pathologische Chemie zu nennen pflegt, nicht einmal Stückwerk heissen kann: denn es fehlt dieser Disciplin, wenn wir eine solche einmal statuiren wollen, selbst an solchen Bruchstücken, aus denen wir einmal ein System aufzubauen die Hoffnung hätten. Andererseits dürfte aber gerade dieses Capitel der physiologischen Chemie die Vorwürfe, die man dieser Disciplin ob ihrer Unanwendbarkeit auf die Praxis von gewissen Seiten her gemacht hat, noch weniger rechtfertigen, als die Lehre von der Verdauung (vergl. S. 270). Was waren durchschnittlich die Bestimmungen der Zahl der Athemzüge und der Herzcontractionen am Krankenbette bisher anders, als inhaltslose Merkzeichen, welche nur in Folge der rohesten Empirie eine Bedeutung für Erkennung, Unterscheidung und Vorhersage der Krankheiten hatten, während wir jetzt durch die Kenntniss des Gasaustausches und des Einflusses der Athem- und Blutbewegungen wenn nicht immer Aufschlüsse doch mindestens die sichersten Fingerzeige über die wesentlichsten Bestandtheile des pathologischen Processes so wie über die Art und Weise erhalten haben, wie wir unsre ärztliche Behandlung einzurichten und speciell zu modificiren haben. Auf den Process des Fiebers wirft die genauere Erkenntniss der respiratorischen Functionen ein ganz neues Licht, wie wir uns dessen früher trotz der endlosen Verhandlungen über dasselbe nicht zu erfreuen hatten. Welche Aufschlüsse erhalten wir nicht schon durch die rein physiologischen Forschungen über manche Symptomgruppen, denen wir in gewissen Krankheiten begegnen, z. B. in der Lungentuberculose, im Emphysem, in gewissen Herzkrankheiten, im Diabetes u. s. w. Niemand wird läugnen können, dass durch die bedeutenden Fortschritte, welche die neuere Zeit in der Kenntniss der Respiration herbeigeführt hat, eine tiefere Einsicht in die erwähnten und viele andre pathologische Prozesse erlangt worden ist. Doch wir würden zu weit gehen, wollten wir noch weiter auf die Ausbeute hinweisen, welche die reine Physiologie in dieser Hinsicht der Pathologie geboten hat. Gerade für das praktische Verhalten am Krankenbette giebt die Physiologie der Respiration dem Arzte die bedeutungsvollsten Winke. Wir übertreiben keineswegs, wenn wir behaupten, dass in diesem über die Respiration handelnden Capitel auch nicht eine Seite zu finden ist, auf der nicht aus den dort besprochenen Thatsachen die handgreiflichsten Anhaltspunkte für das Wirken des Arztes am Krankenbette namentlich Lungenleidender zu entnehmen wären.

Wenn die heutige Medicin zu der Ueberzeugung geführt hat, dass aus dem reichen Schatze von Arzneimitteln, die in Jahrhunderten allmählig aufgestapelt worden sind, nur sehr wenige am Krankenbette wirklich zu verwerthen sind, wenn die einsichtsvollsten Praktiker einer rationell diaetetischen Behandlung der Krankheiten mindestens eben so grosse Rechte und gleichen Erfolg einräumen, wie der specifisch therapeutischen; so wird man den Werth der Forschungen über normale Respiration für die eigentliche Heilkunde nie überschätzen können; denn wenn man darin einverstanden ist, dass es in vielen Krankheiten vor allem darauf ankomme, dem mit unvollkommen zersetzten Stoffen erfüllten Blute reichlich Sauerstoff zuzuführen und die sich darin ansammelnde Kohlensäure möglichst bald zu entfernen, so sind uns in jenen Forschungen wahrhafte Heilmittel geboten, die an sicherer Wirkung fast jedes andre übertreffen. Wir werden z. B. einem Tuberculösen durch Empfehlung des Athmens von feuchtwarmer Luft mindestens eben so viel nützen, als vielleicht durch *Lichen Carrageen* oder *Ol. jecoris Aselli*. Anstatt einem Emphysematiker, der

über Congestionen und Haemorrhoidalbeschwerden klagt, mit Abführmitteln und salzreichen Mineralwässern zu quälen, werden wir ihm weit mehr Erleichterung verschaffen, wenn wir ihm künstliche Vermehrung oder Erweiterung der Athemzüge (alle Stunden mehre Lungen voll Luft) oder entsprechende Bewegung anrathen; wir werden ihm spirituöse Getränke abrathen und ihn nicht mit Tincturen belästigen, welche die ihm so nöthige Kohlensäureexcretion beeinträchtigen könnten. So theoretisch dies dem Empiriker klingen mag, so halten wir es doch für unpassend und überflüssig, diese Anführungen noch durch weitere Beispiele zu vermehren: denn der denkende Arzt bedarf keines Führers, dem er blind zu folgen hätte, und der Empiriker wird auch mit aller Physiologie und pathologischen Chemie nie eine Krankheit wahrhaft heilen lernen.

Wir haben bereits im Eingange dieses Capitels eine allgemeine Vorstellung von dem Wechsel der Gase, der in den Lungen vor sich geht, zu geben versucht, indem wir die Bewegungen der atmosphärischen Luft bis in die Lungenbläschen, d. h. bis dahin verfolgten, wo ein entgegengesetzter Strom von Gasen sich aus dem tropfbarflüssigen Blute entwickelt. Was wir früher bei diesem Zusammentreffen zweier entgegengesetzter Luftströme gewissermaassen *a priori* als physikalische Nothwendigkeit ansahen, das ist namentlich durch die *Vierordt'schen* Versuche *a posteriori* als Factum dargethan worden. Die mechanischen Kräfte (im engern Sinne des Worts) reichten nicht aus, um den Sauerstoff bis in die Lungenbläschen und die Kohlensäure bis in die Trachea zu führen; die lehrreichen Versuche eines *Hutchinson*¹⁾ und Anderer haben darüber die bündigsten Aufschlüsse gegeben. Einen Theil ihrer Bahn in den Luftwegen haben Sauerstoff und Kohlensäure mit Hilfe der Diffusion zu durchlaufen; dass die letztere nach denselben Gesetzen vor sich geht, welche *Graham*²⁾ in so meisterhafter Weise für dieselbe entwickelt hat, dürfte *Vierordt* gerade durch die mannigfache Abänderung seiner Athmungsversuche zur Evidenz erwiesen haben. Wir dürfen uns also wohl schmeicheln, den Austausch der Gase, insoweit er in den Luftwegen statt hat, erkannt und physikalisch erklärt zu haben; wir sind somit in unsrer theoretischen Betrachtung bis an die Grenze des Bluts angelangt; demnach bleibt uns nur das Problem zu lösen, nach welchen physikalischen oder chemischen Gesetzen die im Blute gelösten Gase entweichen und die der Luft sich im Blute verdichten. Haben wir die Constitution der Luft an dem Orte des Austausches, d. h. in den Lungenbläschen kennen gelernt, so müssen wir nun die Beschaffenheit des Blutes ermitteln, welches zunächst bei jenem Gaswechsel theilhaftig ist; denn ohne dessen Beschaffenheit vor und nach dem Wechsel der Gase zu kennen, dürfte kein gültiges Urtheil über die Principien selbst zu fällen sein, nach denen der wesentlichste Theil des Respirationsprocesses, d. i. der Gasaustausch zwischen Blut und Lungenbläschenluft seinen Ablauf nimmt.

1) *Hutchinson*, Medico-chirurgical Transact. T. 29, p. 437—452 und »Von der Capacität der Lungen« u. s. w. Braunschweig 1849 und *Todd's* Cyclopaedia Part. 48 u. 49, p. 4046—4087.

2) *Graham*, Poggend. Ann. Bd. 48, S. 334 ff.

Bei Anstellung einer solchen Betrachtung über die Art und Weise, wie auf der Grenze von Luft und Blut der Austausch von Kohlensäure gegen Sauerstoff erzielt werden soll, müssen sich uns zunächst zwei Fragen aufdrängen: die eine, *woher das Blut seinen Kohlensäuregehalt bezieht* und in welcher Form es denselben den Lungen zuführt, die andre, in welche physikalische oder chemische Beziehungen der Sauerstoff bei seinem Uebertritte in das Blut zu diesem oder einzelnen Bestandtheilen desselben tritt. Zur Beantwortung der ersten Frage, die Quellen der Kohlensäure im thierischen Organismus betreffend, müssen wir uns zunächst daran erinnern, dass alle thierischen Flüssigkeiten Gase und unter ihnen hauptsächlich Kohlensäure enthalten. Wir haben im zweiten Theile dieses Werks gefunden, das nicht blos, wie früher bekannt, im Blute Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff vorhanden sind, sondern auch in der Lymphe, den Transsudaten, den parenchymatösen Säften vieler Organe, ja selbst im Harn. Vermittelst der Säfte sind auch alle thierischen Gewebe so wie das Parenchym der Organe von den fraglichen Gasen durchdrungen; es giebt im ganzen Thierkörper kein einziges lebensthätiges Organ, aus welchem sich nicht mittelst der Luftpumpe freie Kohlensäure, Stickstoff und wenigstens Spuren von Sauerstoff extrahiren liessen. Eine in meinem Laboratorium schon vor längerer Zeit begonnene Untersuchung hat auch dieses Verhältniss, welches *a priori* leicht zu erwarten war, durch positiven Nachweis der Qualität der Gase völlig ausser Zweifel gesetzt, nur fehlt es noch für einzelne Organe an genauern quantitativen Bestimmungen.

Wenn wir aber der Quelle der Blutkohlensäure nachforschen und diese zum Theil wenigstens nach dem generellsten Ueberblick über die vegetativen Lebensfunctionen in der Thätigkeit der verschiedenen Organe selbst suchen zu müssen glauben, so möchte doch der Einwurf nicht ganz von der Hand gewiesen werden können, dass die Kohlensäure, im Blute selbst gebildet, mit des letztern Transsudaten in das Parenchym jener Organe gelange. Es würde daher vorerst nothwendig sein, die *Praeexistenz jener Kohlensäure in den Gewebsflüssigkeiten* nachzuweisen. Die Wahrscheinlichkeit dieser Praeexistenz ist durch Analogie leicht zu erkennen; die Wirklichkeit derselben aber durch positive Beobachtungen fast direct erwiesen worden. Wir haben in dem Obigen nicht ohne Grund dem Respirationsmechanismus der Insecten eine grössere Aufmerksamkeit zugewendet, als wir sonst hier den mechanischen Verhältnissen thierischer Vorgänge zu widmen pflegen; denn gerade bei diesen Thieren, die kein wahres Blut, sondern nur parenchymatöse Säfte, keine wahrhaften Blutgefässe, sondern höchstens rudimentäre Herzen oder ein sehr beschränktes Analogon derselben, das sog. Rückengefäss, besitzen, dringt die atmosphärische Luft durch die feinsten Tracheenverzweigungen unmittelbar bis zu den Elementen der Organe; hier trifft die Luft nicht erst auf Blut, mit dem es, eine Zeitlang in Röhren kreisend, Umwandlungen, von Kohlensäureentwicklung begleitet, einleiten könnte; die Kohlensäure

muss hier im Parenchym der Organe selbst und durch deren **Lebenthätigkeit** gebildet werden; denn ihre Menge in der **exhalirten Luft steigt** und füllt, wie die directen Versuche lehren, **fast in gleicher Proportion** mit der Grösse der Thätigkeit jener Organe. Es wird demnach **wahrscheinlich**, dass auch in den blutbegabten höhern Thieren die **Kohlensäure** nicht in der Blutflüssigkeit, sondern in den **functionirenden Organen** mindestens zum grossen Theil gebildet wird. Und würden wir denn so grosse vom Gasgehalt abhängige Unterschiede in der Beschaffenheit des den Organen zuströmenden und des von denselben abfliessenden Blutes (des arteriellen und venösen) finden, wenn alle **Kohlensäure** des ins rechte Herz strömenden Blutes in der ganzen Ausdehnung der sich vom linken Herzen bis ins rechte durch die Capillaren erstreckenden **Blutsäule** allmählig und einzig und allein gebildet würde? Doch es bedarf keiner **Wahrscheinlichkeitsgründe** weiter, um den Sitz der **Kohlensäurebildung** im Parenchym der Organe darzuthun, da wir durch die **vortreffliche Untersuchung Georg Liebig's**¹⁾ die handgreiflichsten Beweise für die **Richtigkeit** dieser Ansicht erhalten haben. Mag auch manches noch an der von **G. Liebig** eingeschlagenen Versuchsmethode zu bessern sein, so werden die Hauptresultate derselben doch unerschütterlich fest stehen. Wir haben bereits früher (Th. 3, S. 83) die **wesentlichsten Thatsachen** bemerklich gemacht, welche durch diese Arbeit ans Licht gestellt worden sind. Wir wiederholen hier nur, dass **auspraeparirte Froschmuskeln** Sauerstoff absorbiren und **Kohlensäure** exhaliren, so lange die **Reizbarkeit** oder **Zuckungsfähigkeit** derselben andauert, dass die letztere in **irrespirabeln Gasen** verloren geht, und dass endlich selbst ein **völlig blutleerer Muskel** jenen Gaswechsel so lange unterhält, als er noch **zuckungsfähig** ist. Wir haben also hier nicht das Bild, sondern den vollen Ausdruck einer **Respiration** des Organs eines höhern Thieres ohne Blut und selbst ohne besondere luftzuführende Gänge; der **Gaswechsel** und die **Bildung** der **Kohlensäure** geschieht hier unmittelbar von dem Organ aus, von dem sonst erst auf vielen Umwegen (und zwar nothwendiger Weise durch Blut und Lungen) die **Kohlensäure** zur **Atmosphäre** gelangt. Da ferner diesen Versuchen nach die **Thätigkeit** der Muskeln ohne freien Sauerstoff nicht vollführt werden kann, so muss wenigstens ein grosser Theil des von den Lungen aufgenommenen Sauerstoffs im freien, ungebundenen Zustande durch das Blut und die **Capillargefässwände** bis zu den Muskeln selbst gelangen. Das Blut ist also eben so wohl dazu bestimmt, den Muskeln den zu ihrer Function nöthigen freien Sauerstoff zuzuführen, als die bei dieser Function gebildete **Kohlensäure** wieder fortzuleiten; der **erste Gaswechsel** hat demnach **im Parenchym der Organe** selbst statt oder, wenn wir den Austausch von Gasen zwischen zwei differenten Medien schon **Respiration** nennen wollen, der erste Act derselben, der erste Austausch geschieht zwischen **parenchymatösem Saft** und dem **Blute der Capillaren**. Dieser Act ist dem

1) **G. Liebig**, Ber. d. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1850. S. 339—347.

der Respiration der wasserathmenden Thiere zu vergleichen; der Unterschied besteht fast nur darin, dass hier das sauerstoffzuführende Medium durchschnittlich dichter ist als das Medium, welches den Sauerstoff aufzunehmen bestimmt ist, oder dass die Differenzen in der Dichtigkeit beider im Ganzen sehr gering sind, während beim wahrhaften Wasserathmen die Dichtigkeit des receptiven Mediums jene des Wassers um ein Bedeutendes übertrifft; hauptsächlich aber in dem Umstande, dass das Blut sich durch seine grosse Absorptionsfähigkeit für Sauerstoff und Kohlensäure vor der des Wassers wesentlich auszeichnet. Dieser Unterschiede ungeachtet steht zu erwarten, dass, wenn namentlich die Respiration der durch Kiemen athmenden Thiere (mit deren Untersuchung *Valenciennes* beschäftigt ist) genügend erforscht sein wird, es gelingen kann, auch jenen Gaswechsel, der durch die Wände der Capillaren des grossen Kreislaufs statt findet, in Einklang mit den Gesetzen der Transfusion der von Flüssigkeiten absorbirten Gase zu bringen. Dann erst werden wir im Stande sein, die Theorie dieses Theils der Respiration physikalisch zu begründen.

Ehe wir uns aber zu dem zweiten Acte der Respiration höherer Thiere wenden, d. h. zu jenem Gasaustausche in den Capillaren des kleinen Kreislaufs und der Lungenbläschen, dem Austausch zwischen Blut und Luft: dürfen wir die Frage nicht umgehen, *ob aller Sauerstoff im arteriellen Blute frei* und alle Kohlensäure im venösen nur mechanisch gebunden sei oder nicht. Nach den voranstehenden Erfahrungen sowohl als nach den früher erwähnten Versuchen von *Magnus* und von *Marchand*, die im frischen Blute keine chemische Anziehung zum Sauerstoff finden konnten, möchte man geneigt werden, zu glauben, dass aller vom Blute in den Lungen aufgenommene Sauerstoff unverändert, d. h. ungebunden in die Capillaren des grossen Kreislaufs und von dort in das Parenchym der Organe gelange. Dies ist jedoch keineswegs der Fall; wir haben bereits früher (Th. 2, S. 195, 223 und 240 ff.) die Gründe angeführt, die uns nicht daran zweifeln liessen, dass ein Theil des absorbirten Sauerstoffs im arteriellen Blute schon chemische Verbindungen eingehe; wir erinnern hier nur an das eigenthümliche Verhalten der Krystallsubstanz des Blutes gegen Gase und an *Liebig's* apodiktischen Beweis, wornach, da das Blut als Flüssigkeit mechanisch nur einen sehr geringen Theil Sauerstoff absorbiren kann, nothwendiger Weise der grösste Theil des bei der Respiration verschwindenden Sauerstoffs chemisch absorbirt werden muss.

Für den ersten Blick möchten die mit grosser Sorgfalt und Umsicht durchgeführten Versuche *G. v. Liebig's*¹⁾ gegen eine chemische Absorption des Sauerstoffs

1) *G. v. Liebig*, Ueber d. Temperaturunterschiede d. venösen u. arteriellen Bluts. Inaug.-Abh. d. med. Fac. zu Giessen vorgel. 1853.

in den Lungen zu sprechen scheinen. Derselbe fand nämlich, dass die Temperaturdifferenzen in den verschiedenen Provinzen des Blutgefäßsystems, mochte diese dem arteriellen oder venösen Systeme angehören, lediglich auf die physikalischen Gesetze der Wärmeausstrahlung u. s. w. zurückzuführen sind, und dass namentlich in den Lungen das Blut nicht nur keine Temperaturerhöhung, sondern eine geringe Erniedrigung erleidet. Demnach haben wir durch *G. v. Liebig* zum ersten Male eine directe Bestätigung der früher den ältern Wärmetheorien gegenüber aufgestellten Hypothese erhalten, dass in den Lungen das Blut durch die Respiration abgekühlt werde. Diese Erfahrung scheint, wie gesagt, in directem Widerspruche mit der Annahme einer, wenn auch nur theilweise, chemischen Absorption des Sauerstoffs im arteriellen System zu stehen. Allein der Widerspruch ist allerdings nur scheinbar, wenn man erwägt, dass nur ein Theil des ins Blut gelangenden Sauerstoffs chemisch absorbirt wird, dass zur Vergasung der Kohlensäure und zur Verdunstung des Wassers ein grosser Theil freier Wärme consumirt wird, dass die spezifische Wärme des Wassers an sich sehr erheblich ist, die Temperaturdifferenz des Bluts im linken Herzen von der des rechten aber ausserordentlich gering. Verfolgt man *G. v. Liebig's* Versuche in ihren Einzelheiten, besonders in Bezug auf die Prüfung der Beobachtungsmethoden, und findet, wie abhängig von äussern physikalischen Einwirkungen die Temperatur des Bluts in einzelnen Gefässen ist, so möchte man sich eher über die zu geringe Temperaturverminderung im arterialisirten Blute wundern, und diese gerade zu Gunsten der Annahme einer chemischen Absorption des Sauerstoffs deuten.

Wenn man nun kaum den leisesten Zweifel mehr hegen kann, dass ein grosser Theil des absorbirten Sauerstoffs schon im arteriellen Blute chemische Verbindungen eingeht, so ist man deshalb noch nicht zu der Annahme berechtigt, dass im arteriellen Blute auch schon Kohlensäure und Wasser gebildet werde, eine Annahme, die vordem zu vielen irrigen Theorien über die Respiration geführt hat. Da das Serum nur wenig Sauerstoff zu absorbiren im Stande ist, da wir die Blutkörperchen sich gerade in den Capillaren so wesentlich verändern sehen, so bleibt immer die Ansicht die wahrscheinlichere, dass der Sauerstoff von den Blutkörperchen in lose gebundenem Zustande den Capillaren zugeführt werde und von da in die parenchymatösen Flüssigkeiten übertrete, um dort erst Oxydationen zu bewerkstelligen, unter deren Producten Kohlensäure und Wasser mit auftreten. Wir haben schon früher zu zeigen gesucht, dass, wo auch immer der Sauerstoff sich mit organischen Materien verbinde, diese doch nicht ohne Weiteres zu Kohlensäure und Wasser verbrennen und dass diese einfachen Oxyde (wie bei der Fäulniss und Verwesung) oft nur von dem oxydirten Körper einfacher Weise abgespalten werden, ohne dass der organische Stoff wie bei der Verbrennung gänzlich zerstört würde. Wir müssen uns jedoch auch hier hüten, einer exclusiven Meinung uns hinzugeben, wie die wäre, wenn wir behaupten wollten, dass nach der Sauerstoffaufnahme ins Blut nicht schon innerhalb der Lungen oder auf dem Wege vom linken Herzen zu den Capillaren gar keine Kohlensäure, gar kein Wasser gebildet werde. Denn eher möchten wir Beweise für die Bildung eines Theils von Kohlensäure schon nach dem ersten Contacte des Bluts mit der Atmosphaere beibringen können, als für das Gegentheil. *Magnus* hat im venösen Blute zwar relativ weniger, aber absolut mehr Kohlensäure gefunden, als im arteriellen; mag man nun

auch diese einzelne Erfahrung nicht als constant ansehen, so ist sie doch kaum anders zu deuten, als dass wenigstens in diesem Falle nach dem Zutritte von Sauerstoff zum venösen Blute Kohlensäure entwickelt worden sei. Und in der That müsste man sehr hartnäckig auf einer vorgefassten Meinung bestehen, wollte man den neuerdings uns bekannt gewordenen erheblichen Differenzen gegenüber, die arterielles und venöses Blut zeigt, noch behaupten, dass das Blut völlig unberührt von dem Sauerstoff bliebe, mit dem es in den Lungen beladen wird, und dass nicht ein Bestandtheil des Blutes sich den Sauerstoff fester aneigne, ohne ihn in den Capillaren wieder zu verlieren. Wenn wir die Unterschiede des Blutes vor und nach der Aufnahme von Sauerstoff in den Lungen uns vergegenwärtigen (vergl. Th. 2, S. 213 und 223), so hält es wenigstens schwer, sich der Meinung hinzugeben, dass das Parenchym lebensthätiger Organe der einzige Bestimmungsort des Sauerstoffs sei.

Schlüsslich sei nur noch bemerkt, dass der so entschiedene Einfluss der einzelnen Nährstoffe auf den Respirationprocess, wie wir ihn im Obigen kennen gelernt haben, nicht recht wohl mit der Ansicht zu vereinigen wäre, dass alle Oxydation erst im Parenchym der Organe vor sich gehe. Die Kohlenhydrate ebensowohl als die überschüssig aufgenommenen Albuminate werden sehr bald oxydirt, wie aus Lungen- und Harnexcretion zu ersehen war; diese Stoffe, bei sog. Luxusconsumtion aufgenommen, werden nicht erst Bestandtheile der Organe, um alsbald wieder ausgeschieden zu werden; sollten sie aber, um verbrannt werden zu können, erst aus dem Blute heraus und in die innersten Theile der Organe geleitet werden müssen? bis heute wenigstens würden wir keinen Grund finden, diese Frage zu bejahen; die Umsetzung und Oxydation des grössten Theils der Kohlenhydrate, Fette und überschüssigen Albuminate innerhalb der Blutbahn hat bis jetzt den höchsten Grad der Wahrscheinlichkeit für sich.

Nachdem wir nun im Verlaufe unsrer Betrachtung uns überzeugt haben, dass jener Austausch von Sauerstoff und Kohlensäure, den wir schlechthin Respiration nennen, nicht etwa auf eine einzige Stelle des thierischen Körpers beschränkt sei, nachdem wir gesehen haben, dass einerseits schon in den Luftwegen auf doppelte Weise: durch mechanischen Transport und durch Diffusion, ein Luftwechsel bewerkstelligt werde, und dass von der andern Seite im Parenchym aller Organe und in deren Blutcapillaren ein lebhafter Gasaustausch statt finde: bleibt uns nur noch die Ermittlung der *Gesetze* übrig, *nach welchen auf der feuchten Schleimhaut der Lungenbläschen der Wechsel* zwischen den elastischen Gasen der zugeführten Luft und den verdichteten Gasen des Blutes der Lungencapillaren vollführt wird.

Wir übergehen hier die ältern *Theorien* über den Respirationprocess gänzlich, da diese fast ohne Ausnahme nur einfache Anschauungen waren, gestützt auf wenige Thatsachen, demnach nichts als Hypothesen,

aber keine Erklärungen im naturwissenschaftlichen Sinne; die letzteren waren aber in der That zu jener Zeit auch nicht möglich; denn noch hatte man damals kaum eine Ahnung von den Gesetzen der Absorption, der Diffusion und mehrerer anderer in diesen Gegenstand einschlagender physikalischer Lehrsätze. Wenn wir uns aber auch heute noch nicht schmeicheln dürfen, alle physikalischen Gesetze zu kennen, welche bei dem Austausch der Gasarten in den Lungen in Frage kommen mögen: so dürfte doch schon aus unsrer Darlegung des die Respiration betreffenden positiven Thatbestandes zu folgern sein, dass wir nahe daran sind, die einzelnen Abschnitte, in die sich der Respirationsprocess spaltet, auf ihre physikalischen Grundbedingungen zurückzuführen. Der erste Versuch, das physikalische Gesetz zu ermitteln, nach welchem Blut und Luft in den Lungen ihre Gase wechseln, wurde von *Valentin* im Verein mit *Brunner* unter Aufwand eben so grossen Scharfsinns als unerschütterlicher Ausdauer durchgeführt. *Valentin* gelangte nämlich zu dem Resultate, dass jener Austausch der Gase vollkommen entsprechend dem (oben erwähnten) von *Graham* ermittelten *Diffusionsgesetze* der Gase vor sich ginge, und dass demzufolge Sauerstoff und Kohlensäure sich in umgekehrtem Verhältnisse der Quadratwurzeln ihrer Dichtigkeit austauschten. Da es völlig ausser dem Plane dieses Werkes liegt, ausführlicher auf theoretische Erörterungen einzugehen: so beschränken wir uns hier darauf, kurz anzudeuten, welche Schwierigkeiten der unbedingten Annahme dieser Theorie entgegenstehen. Bei dem Wechsel der Gase des Blutes und der Lungenluft sind die äussern Verhältnisse gänzlich verschieden von den Bedingungen, unter welchen *Graham* den Austausch der Gase studirte und wornach er jenes Gesetz aufstellte; nach dem, was wir eben erst besprochen, ist es fast überflüssig daran zu erinnern, dass bei der Respiration ein absorbirtes Gas einem elastischflüssigen gegenübersteht, dass bei der Diffusion beide Gase im elastischflüssigen Zustande und noch überdies unter gleichem Drucke sich befinden müssen, was bei der Respiration doch nicht der Fall sein dürfte. Diese und einige andere Punkte, welche der unmittelbaren Uebertragung des Diffusionsgesetzes auf die Respiration ungünstig sind, würden aber vielleicht von geringerer Bedeutung sein, wenn nur immer der Austausch von Kohlensäure und Sauerstoff in dem von dem Diffusionsgesetze verlangten Verhältnisse statt fände, dass nämlich auf 100 Vol. Sauerstoff 85,16 Vol. Kohlensäure ausgetauscht würden. Trifft auch dieses Verhältniss namentlich bei Fleischkost sehr oft zu, so haben wir doch in dem Obigen Thatssachen genug kennen gelernt, die jenem Gesetze schnurstracks entgegenlaufen; ein Gesetz duldet aber keine Ausnahme; wo die letztere sich wirklich zeigt, da hat eben das Gesetz keine Geltung. Uns scheint es wenigstens, als ob viele durch die neuesten Untersuchungen ausser Zweifel gesetzte Thatssachen, trotz aller Concessionen, die man den eigenthümlichen thierischen Verhältnissen machen möchte, nicht völlig mit der *Valentin'schen* Theorie in Einklang zu bringen seien.

Auf eine den positiven Thatsachen sowohl als den bis jetzt bekannten physikalischen Gesetzen völlig entsprechende Weise hat *Vierordt* den Gaswechsel auf der innern Lungenoberfläche aufgefasst; es wird in der That wenige Theorien in der Physiologie geben, die durch so vielseitige und sorgfältige Versuche getragen werden, als die von *Vierordt* aufgestellte; derselbe stützt sich nämlich auf die *Henry-Dalton'schen Absorptionsgesetze*. Durch *Henry* wissen wir, dass die Menge oder das Volumen eines absorbirten Gases lediglich von dem Drucke abhängt, unter welchem das über der Flüssigkeit befindliche Gas nach vollendeter Absorption steht; durch *Dalton* aber, das bei gemengten Gasen der Druck jedes einzelnen Gases, der bekanntlich von dem der beigemengten Gase völlig unabhängig ist, lediglich die Proportion bestimmt, in welcher dieses von einer Flüssigkeit absorbirt wird. Ist also in dem Blute mehr Kohlensäure enthalten, als der Druck, unter welchem die Kohlensäureatmosphäre in den Lungenbläschen steht, in dem Blut condensirt zu erhalten vermag: so wird aus dem Blute eine entsprechende Quantität Kohlensäure entweichen, aber nur so viel von derselben, bis die Menge der im Blute enthaltenen Kohlensäure auf die Zahl herabgesetzt ist, welche kohlenstoffreies Blut unter einer dem Kohlensäuredrucke der Lungenbläschen entsprechenden Tension an Kohlensäure absorbiren würde. Die Menge der in die Lungenbläschen übertretenden Kohlensäure würde demnach einerseits von der Menge der im Blute condensirten Kohlensäure und der Tension der in der Lungenbläschenluft schon enthaltenen, gasigen Kohlensäure abhängen. Unter den in dem Thierkörper gegebenen Verhältnissen würde für den Sauerstoff durch jenes Gesetz gerade die entgegengesetzte Bewegungsrichtung bedingt werden. Das in die Lungen gelangende Blut ist noch nicht mit Sauerstoff gesättigt; es ist unter dem Drucke, unter dem es in den Lungen steht, eine grössere Menge Sauerstoff aufzunehmen im Stande; die Tension des in den Lungenbläschen enthaltenen Sauerstoffs ist so bedeutend, dass dadurch noch ein Theil Sauerstoff in das Blut hinübergetrieben, condensirt wird. Beide Gase sind also, wie es die richtigere physikalische Anschauungsweise verlangt, völlig unabhängig von einander; ihr Austausch geschieht nicht durch eine gegenseitige Verdrängung, sondern wird für jedes einzelne durch den Gehalt des Bluts an condensirtem Gase und durch die Tension des entsprechenden in der Lungenbläschenluft enthaltenen, elastisch-flüssigen Gases bedingt.

Dass dieses *Dalton'sche* Gesetz für die wirklich frei in dem Blute enthaltenen (mechanisch gebundenen oder absorbirten) Gase seine volle Geltung haben müsse, und dass dieses demnach auch einer der wichtigsten Factoren des Gaswechsels in den Lungen sein wird, daran ist nicht im mindesten zu zweifeln: allein wir haben so eben erst gesehen, dass ein sehr grosser Theil des sog. freien Sauerstoffs und Kohlensäuregases im Blute sich im Zustande einer wenn auch lockern chemischen Verbindung befindet; das *Dalton'sche* Gesetz kann also streng genommen nur

auf den Bruchtheil des im Blute enthaltenen Kohlenstoffgases Bezug haben, der nur mechanisch oder physikalisch vom Wasser des Blutes absorbiert ist. Nicht nach dem Absorptionsgesetz von der höchsten Bedeutung (Henry'sche Gesetze); man kann oder muss sich (wie bei der Respiration; man kann oder muss sich (wie bei der Respiration) aller Sauerstoff erst mechanisch absorbiert (wie bei der Respiration) erwähnten Gesetze), ehe er jene lose chemische Verbindung (wie bei der Respiration) dass die Kohlensäure, ehe sie das Blut verlässt (wie bei der Respiration) schen Verbindung in mechanische Lösung über (wie bei der Respiration) äussere Druck ihr Entweichen begünstigt oder (wie bei der Respiration) übrigen die Membranen, welche Blut und Luft (wie bei der Respiration) sie auch noch so dünn sind (sie bestehen aus (wie bei der Respiration) Gewebslagen, nämlich aus Plattenepithelium (wie bei der Respiration) brana propria derselben und Capillargefässen (wie bei der Respiration) die damit gesättigten Flüssigkeiten keine Verschiedenheiten (wie bei der Respiration) sitzen und darum ohne allen Einfluss auf die (wie bei der Respiration) Gesetze geleiteten Gasaustausch seien, dürfte doch (wie bei der Respiration) sein. Bei der grossen Verschiedenheit der (wie bei der Respiration) sachen Membranen für Flüssigkeiten selbst (wie bei der Respiration) dürfte es nicht ungereimt sein zu glauben, (wie bei der Respiration) durch eine generelle Formel den Gaswechsel in (wie bei der Respiration) auch diese Function in der letztern eine Stelle (wie bei der Respiration)

Von den Effecten der Respiration auf den Stoffwechsel und dessen einzelne Functionen. Capitel der Thatbestand zur Erörterung gelangt die Theorie der Respiration zugleich die der Verbrennung zuzuknüpfen, da man seit *Priestley* und *Lavoisier* bloss als dichterisches Symbol des Lebens zu betrachten im Leben und in der Verbrennung zwei verschiedene Acte zu finden glaubte. *Lavoisier's* Theorie der Respiration jedoch gleich der der Verbrennung, obgleich die Thatsachen wahren, im Laufe der Zeiten und im Drange der Wissenschaft mancherlei Modificationen erlitten. Wir sind ausführlicher auf die Lehre von der thierischen Respiration mancherlei exacte Unterlagen ihr auch zu Grunde liegen sich doch im Ganzen auf dem immerhin unsicher bewegt, und da wir andererseits durch Zusatzenartigen Thatsachen und der an diese sich knüpfenden das ohnedies vielleicht zu bedeutende Volumen anzuschwellen fürchten müssten. Ueberdies ob die Lehre von der thierischen Wärme, in chemische und rein physiologische Gesetze streng genommen als ein Gegenstand der physikalischen Betrachtungen sei; wollte man dies, so würde man die Rechte der Lehre von der thierischen Electricität

örterung widmen müssen, da diese nicht minder als die Wärmelehre auf chemischem Boden fusst. Es soll nämlich und darf nicht geläugnet werden, dass die Eigenwärme jedes thierischen Organismus nur das Resultat chemischer Verbindungen ist, welche innerhalb desselben vor sich gehen. Niemand hat diesen Satz consequenter, scharfsinniger und geistreicher durchgeführt, als *Liebig*; nur die übertriebenste Zweifelsucht und damit verbundene, unzureichende Kenntniss physikalischer Gesetze könnte dazu verleiten, die Richtigkeit jenes Satzes noch fernerhin in Frage zu stellen. Leider besitzen wir aber an positiven, den Kernpunkt dieses Gegenstandes treffenden Untersuchungen fast nur die von *Dulong*¹⁾ und *Despretz*²⁾; diesen Untersuchungen nach sind nur sieben bis neun Zehntel der im Organismus gebildeten Wärme durch Oxydation zu erklären. Allein dass man auf diese Resultate keinen allzuhohen Werth legen darf, geht nicht bloß daraus hervor, dass die Versuchsmethode beider Forscher nicht eben tadelfrei ist, sondern auch besonders daraus, dass sie selbst ausserordentlich schwankend sind in ihren Angaben über die Zahl der vom Kohlenstoff und auch vom Wasserstoff bei der Oxydation entwickelten Wärmeeinheiten. Sollten aber fernere Forschungen uns besser die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs kennen lehren (und zwar auch in den Fällen genau, wo die zu verbrennenden Elementaratome wie im thierischen Organismus nur allmählig aus sehr complicirten Verbindungen durch den Sauerstoff gelöst werden müssen), sollten wiederholte zoocalorimetrische Untersuchungen, die frei von den Mängeln der von jenen Forschern gewählten Methode wären, selbst zu dem erwünschten Resultate führen, dass die entwickelte Thierwärme vollkommen den Mengen der im Körper verbrannten Kohlenstoff- und Wasserstoffatome entspreche: so würde es in der That wunderbar erscheinen müssen, dass andre chemische Wärmeerregungsmittel vom thierischen Organismus ganz ausgeschlossen sein sollten, während sie doch in ihm zu Tage liegen; sollte denn die chemische Verbindung von Säure und Base, sollten nicht manche Zersetzungen und andre Processe, die wir sonst als von Wärmebildung begleitet kennen, im Thierkörper dieser Eigenschaft verlustig gehen? So viel steht fest und ist durch die Arbeiten der bewährtesten Forscher ausser Zweifel gesetzt, dass die chemischen Bewegungen im lebenden Körper mehr als ausreichend sind, um die Eigenwärme desselben zu erklären, und dass namentlich der durch die Respiration vermittelte Oxydationsprocess bei weitem den bedeutendsten Beitrag zur Erregung der Thierwärme liefert. Man hat dem Nervensystem einen Antheil an dieser Erzeugung von Wärme zuschreiben wollen: allein (wie wir schon im Eingange dieses Werks Th. 1, S. 16 ausgesprochen haben) uns ist eine Thätigkeit des Nervensystems ohne chemische Actionen undenkbar. Wer sollte freilich nicht das Sinken der Tempera-

1) *Dulong*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 26, p. 1—86. 1844.

2) *Despretz*, ibid. 2. Sér. T. 26, p. 54—110. 1824.

tur in solchen Theilen beobachtet haben, deren Nervenstamm ausser Zusammenhang mit dem Centralnervensystem gesetzt worden ist? Wir kennen ferner sehr wohl jene neuen Versuche französischer Forscher, denen zufolge nach Durchschneidung des Sympathicus an einer gewissen Stelle bestimmte Theile eine die Eigenwärme erheblich übersteigende Temperatur erlangen und haben uns selbst davon überzeugt; wir verkennen endlich die Schwierigkeiten nicht, welche sich der Erklärung solcher Erfahrungen im speciellen Falle entgegenstellen: allein trotz dem Allen halten wir jede Ansicht für unphysikalisch und darum für unrichtig, welche den Ursprung der Thierwärme, wenn auch nur partiell, aus andern als chemisch-physikalischen Kräften ableiten will.

Will man aber der chemischen Wärmetheorie, so wie sie bisher gewöhnlich aufgefasst worden ist, durchaus einen Einwand machen, so dünkt uns nur der möglich zu sein, dass man dabei oft dieselbe weniger als Folge, denn als Zweck wo nicht aller, doch der meisten chemischen Bewegungen im Organismus angesehen hat. Man hat bei der Betrachtung des thierischen Stoffwechsels die Eigenwärme vielleicht zu sehr in den Vordergrund geschoben, so dass es fast den Anschein gewinnt, als ob eine grosse Anzahl thierischer Processe lediglich der Wärmeerregung halber im lebenden Körper absolvirt würde. Fragt man nach Zwecken im thierischen Organismus, so gewinnt der der Körperwärme allerdings eine besondere Bedeutung durch die Erfahrung, dass der Organismus der meisten höheren, wenn auch noch so verschiedenen, Thiere mit einem so sorgfältig angelegten Compensationsvermögen ausgerüstet ist, wodurch selbst bei den differentesten, äusseren oder inneren Verhältnissen kaum die geringsten Temperaturschwankungen von Einfluss werden. Der Schluss, den man aus dieser Erfahrung auf die Wichtigkeit der thierischen Wärme für die Lebensfunctionen zu ziehen sich veranlasst sieht, wird freilich wieder etwas wankend gemacht durch die Erwägung, dass viele der sog. kaltblütigen Thiere durch Agilität in ihren Bewegungen, durch die Natur ihrer Nahrungsmittel, durch ihre Respirationsaequivalente, durch die Energie des Wachstums und der Ernährung, kurz durch die Grösse ihres Stoffwechsels sich keineswegs in dem Grade von den Säugethieren und Vögeln unterscheiden, um jenen hohen Temperaturgrad für das Leben und die energische Vollführung der wesentlichsten Lebensfunctionen als durchaus nothwendig hinzustellen. Und ist es nicht eigentlich ein Schluss im Kreise, wenn man die thierische Wärme des Stoffwechsels wegen und den grössten Theil des Stoffwechsels wiederum der Wärme wegen da sein lässt? Wollte man annehmen, dass zur Bildung der Gewebe aus den stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln und zur Function der Organe jener hohe Temperaturgrad nothwendig sei, und dass die Amylacea nur genossen würden, um jenen Temperaturgrad hervorzurufen: so würden eben die kaltblütigen Thiere, die an Schnelligkeit des Wachstums jenen keineswegs nachstehen und an Energie der Lebensfunctionen nicht selten gleichen, jene Schlussfolgerung auch unter dieser

Beschränkung noch widerlegen. Wenn die Kohlenhydrate bloß der Erwärmung wegen von Thieren verzehrt würden, so möchte teleologisch genommen nicht zu begreifen sein, weshalb z. B. gewisse Fische, deren Eigenwärme selbst nach den lebhaftesten Bewegungen sich nie über die des umgebenden Mediums erhebt, fast nur von Amylaceen leben (man denke nur an jahrelang mit Oblate gefütterte Goldfische). Wir versuchten in dem Obigen (Th. 3, S. 190—195) anzudeuten, welche Zwecke wohl die Kohlenhydrate ausser dem der Wärmeerregung im thierischen Körper zu erfüllen haben mögen. Diese Erwägungen sollen und können der Wichtigkeit der Eigenwärme für das thierische Leben keinen Eintrag thun. Alle jene herrlichen Forschungen, welche uns gewissermassen dazu treiben, einen inneren Zusammenhang zwischen der Respiration, gewissen Nahrungsmitteln und der thierischen Wärme anzuerkennen, haben uns einen tiefern Blick in die vitalen Vorgänge gestattet; es ist darum keine dichterische Ahnung mehr, wenn wir das Leben respirirender Wesen in Bezug auf die Wärmeerzeugung mit der Verbrennung zusammenstellen. Die thierische Wärme steht uns aber darum nicht höher, als jede andre Erscheinung, jeder andre Erfolg, der sich uns am lebensthätigen Organismus kund giebt; Wirkung und Ursache zugleich geht sie, wie bei der Verbrennung, aus Processen hervor, auf die sie rückwärts wieder begünstigend einwirkt, ist sie nur eines aber nicht das höchste der Glieder jener unabsehbaren Reihe von Erscheinungen, welche den wahren Inhalt des körperlichen Lebens ausmachen, ist sie für gewisse Organismen nichts als die unvermeidliche Consequenz der chemischen Vorgänge im thierischen Organismus, nichts als die Resultirende einer nach bestimmten Normen ablaufenden Bewegung.

Wir haben in dem Obigen den Theorien über Respiration geflissentlich nur wenige Worte gewidmet; dem ganzen Plane des Werks nach liegt (wie schon in der methodologischen Einleitung angedeutet) ein näheres Eingehen auf theoretische Fragen und Discussionen ausser unserm Bereiche; uns kam es darauf an, hauptsächlich nur die Thatsachen, welche Eigenthum der Wissenschaft geworden sind, hier niederzulegen und nach ihrer Geltung wo möglich experimentell kritisch zu beleuchten

Wir bemühten uns daher nur, die wissenschaftlichen Unterlagen möglichst gesichtet hier aufzustellen, durch welche die physiologische Chemie wurde, was sie heute ist. Wir werden daher auch namentlich in dem folgenden, letzten Capitel dieses Buchs eine Menge theoretischer Tagesfragen nicht ausführlich ventiliren, sondern nur die *Facta* erörtern, welche der einen oder der andern theoretischen Folgerung zu Grunde liegen. Wir halten es für durchaus noch nicht an der Zeit, in einem Lehrbuche der physiologischen Chemie ein abgerundetes, geschlossenes System des thierischen Stoffwechsels niederzulegen; man würde aber selbst die weitest gezogenen Grenzen eines solchen überschreiten, wollte man darum sich mit in den geistigen Kampf stürzen, der heute noch über viele der Cardinalpunkte des thierischen Stoffwechsels geführt wird; haben wir es doch oft schon ausgesprochen, dass uns selbst nach den grossartigen Arbeiten vieler ausgezeichneten Forscher noch die ersten Unterlagen zu einer exacten Physik und Chemie des thierischen Stoffwechsels fehlen. Wir stehen aber um so eher von einem solchen Unternehmen ab, als wir sonst gezwungen sein würden, diesen drei Bänden mindestens noch einen vierten beizufügen, in welchem trotz aller in den den 3 ersten Theilen niedergeleg-

jene Stoffe in den mannigfachsten Proportionen vereinigt enthalten. Die Sache ist an sich so klar, dass jedes weitere Eingehen auf dieselbe nach unsern frühern Deductionen vollkommen überflüssig erscheinen möchte. Sind aber die Nahrungsmittel wirklich so ausserordentlich verschieden in ihrem Gehalte an jenen vier Gruppen von Nährstoffen, so dürfte es nicht unpassend erscheinen, ihren Werth nach der der Ernährung günstigsten Proportion zu beurtheilen, in welcher jene Stoffe in ihnen vereinigt sind. Mit so viel Recht auch die eiweissartigen Stoffe histogenetische oder organoplastische genannt werden, so unentbehrlich sie gerade den lebensthätigen Organen sind: so würden wir doch dem Nahrungsmittel, welches neben dem Albuminate kein Fett oder kein Kohlenhydrat enthielte, eine nur höchst bedingte Nährkraft zuschreiben dürfen; aber selbst wenn diese Materien alle mit einander in einem Nahrungsmittel vereinigt wären ohne Phosphate und einige andere Salze, wir müssten mit vollem Rechte Anstand nehmen, selbst diesem Complexe hohe Nährkraft zuzuschreiben; denn keine Zelle, keine Faser würde sich bilden oder wiederersetzen ohne Beistand solcher Salze. Wenn also alle vier Gruppen von Nährstoffen gleich nothwendig sind, um dem thierischen Organismus Ersatz für das Verlorengegangene zu bieten oder ihm Material zu gewähren, um neue Kraftäusserungen zu bewerkstelligen: so wird dasjenige Nahrungsmittel das beste, das kräftigste zu nennen sein, in welchem jene Stoffe in der dem Thierkörper zutrüglichsten Proportion mit einander gemengt sind. Man sieht schon hieraus, dass der Begriff der *Nährhaftigkeit eines Nahrungsmittels* ein äusserst relativer ist, abhängig theils von der Proportion, in welcher die vier Grundlagen der Ernährung in ihm gemischt sind, theils von dem individuellen Bedürfnisse des zu nährenden Organismus.

Wir haben also, um ein wissenschaftliches Urtheil über die Nahrungsmittel überhaupt und ihr Nährvermögen insbesondere zu gewinnen, hauptsächlich zwei Punkte in nähere Erwägung zu ziehen, nämlich einerseits ihren Gehalt an jenen vier Elementen der Ernährung und andererseits die Umstände, unter denen der Organismus zur Erhaltung seiner Integrität sowohl als zur Hervorbringung gewisser Kraftwirkungen einen grössern oder geringern Bedarf an allen oder einzelnen jener Nahrungselemente zeigt. Die Beantwortung beider Fragen läuft im Wesentlichen auf quantitative Untersuchungen hinaus; eine physiologisch-chemische Statistik des lebenden Organismus kann allein hierüber Aufschluss geben. Dass indessen bei der Beurtheilung des Nährvermögens eines Nahrungsmittels auch die Qualität der den verschiedenen Gruppen angehörigen Nährelemente nicht aus dem Auge verloren werden darf, ist kaum zu erwähnen nöthig, da die Qualität des Nährstoffs zum grossen Theil dessen Verdaulichkeit bestimmt; hart gesottenes Eiweiss, lange Zeit hindurch ausgekochtes Fleisch, harter, fett- und salzreicher Käse sind schwerer verdaulich, als weichgesottenes oder frisches Eiweiss, in Essig gelegtes Fleisch und locker geronnener feuchter und fetter Käse; gekochtes Stärkmehl

wird viel schneller in Zucker verwandelt als ungekochtes; dieses wird, wie wir oben sahen, oft zu einem grossen Theile unverändert ausgeschieden, während ein anderes Kohlenhydrat, die Cellulose, nur unter besonderen Verhältnissen von gewissen Thieren als Nahrungsstoff verwerthet wird. Vollkommen gleicher Constitution ungeachtet bieten also die Glieder derselben Gruppen oft wesentliche Unterschiede dar, je nach dem sie den Verdauungsmitteln mehr oder weniger zugänglich sind. Ein Nahrungsmittel kann daher wegen der schweren Verdaulichkeit seiner Bestandtheile oft einen weit geringern Nahrungswerth besitzen, als man nach der Mengung und der Zusammensetzung seiner Nährelemente erwarten sollte. Dass also die Verdaulichkeit auch einer der Factoren des Nährvermögens eines Nahrungsmittels ist, darf durchaus nicht ganz übersehen werden. Da jedoch dieser Gegenstand ziemlich zusammenfällt mit dem, was wir früher über die Verdaulichkeit der Nährstoffe und Nahrungsmittel gesagt haben: so kehren wir wieder auf die Beantwortung der obigen beiden Hauptfragen zurück, von denen die erstere die gehörige Mengung der einzelnen Nährelemente im Nahrungsmittel betraf. Ehe wir jedoch zur Entscheidung der Frage übergehen, welches wohl das günstigste Verhältniss jener vier Grundnährstoffe in dem Nahrungsmittel sein möge, wie also das Normalnahrungsmittel constituirt sein müsse, um unter den gewöhnlichen Verhältnissen dem thierischen Organismus zur Vollführung aller seiner Functionen sowie zum Wiederersatz das nöthige Material zu liefern: wird es nicht unpassend sein, die Zusammensetzung der gewöhnlichen Nahrungsmittel von diesem Gesichtspunkte aus in Betracht zu ziehen.

Da die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrungsmittel d. h. die Albuminate hauptsächlich zur Reproduction der Gewebe und eigentlichen Organe des thierischen Organismus verwendet werden, so wandten die Forscher, und unter diesen zuerst *Boussingault*¹⁾, ihre Aufmerksamkeit zuvörderst auf den Gehalt der Nahrungsmittel an diesen Stoffen. Weil die Pflanzennahrung gewöhnlich nur sehr geringe Mengen von andern stickstoffhaltigen Materien als Albuminaten enthält, so glaubte man in dem Stickstoffgehalte derselben einen ungefähren Maassstab zu finden für den Werth, den diese Materien auf die Reproduction der Gewebe und somit auf einen der wichtigsten Theile des Stoffwechsels hätten. Nächst *Boussingault* haben *Thompson*²⁾ und besonders *Schlossberger*³⁾ und *Horsford*⁴⁾ zum Theil unter *Liebig's* Leitung ziemlich ausgedehnte Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt. *Liebig* hat jedoch auch, mit Rücksicht auf die andern Kategorien der Nährstoffe, Veranlassung ge-

1) *Boussingault*, *Economie rurale*. Paris 1844, p. 483.

2) *Thompson*, *London med. Gaz.* 1843, p. 323.

3) *Schlossberger*, *Ann. der Ch. und Pharm.* Bd. 52, S. 406—420 und *Arch. für physiol. Hlk.*, Bd. 5, S. 17—28.

4) *Horsford*, *Ann. der Ch. und Pharm.* Bd. 58, S. 466—212.

Nahrungsmittel	Stickstoff	Schwefel	Asche	Berechnete albuminöse Substanz	Berechnete stickstofffreie Substanz	Wassergehalt des frischen Nahrungsmittels
Weizenmehl aus Wien Nr. 1 . . .	3,00	0,23	0,70	19,16	79,77	43,85
- - - Nr. 2 . . .	2,12	0,15	0,66	13,54	85,37	43,65
- - - Nr. 3 . . .	3,44	0,25	1,10	21,97	78,03	42,73
Talaveraweizen aus Hohenheim	2,59	0,18	2,80	16,54	80,78	45,43
Whittingtonweizen ebendaher . . .	2,68	0,19	3,13	17,11	78,58	43,92
Sandomierweizen ebend.	2,69	0,19	2,40	17,18	78,89	45,48
Roggenmehl aus Wien Nr. 1 . . .	1,87	0,13	1,33	11,94	85,65	43,78
- - - Nr. 2 . . .	2,93	0,21	1,07	18,71	78,97	44,68
Staudenroggen aus Hohenheim	2,78	0,15	0,86	17,75	80,86	43,94
Schilfroge aus Hohenheim	2,47	0,18	2,37	15,77	82,67	43,82
Polentamehl aus Wien	2,14	0,15	0,86	13,66	84,90	43,36
Welschkorn aus Hohenheim	2,30	0,16	1,92	14,68	84,52	44,96
Einkorn aus Giessen	2,07	0,15	2,01	13,22	84,52	44,40
Jerusalemgerste aus Hohenheim	2,31	0,16	2,84	14,74	84,80	46,79
Gemeine Wintergerste aus Hohenheim	2,79	0,20	5,52	17,81	80,64	43,80
Kamtschatkahafer aus Hohenheim	2,39	0,17	3,26	15,26	86,05	42,71
Weisser, früher Rispenhafer aus Hohenheim	2,82	0,20	4,14	18,00	83,08	42,94
Gemeiner Reis	1,16	0,08	0,36	7,40	91,60	45,14
Buchweizenmehl aus Wien	1,08	0,07	1,09	6,89	91,52	45,12
Tartarischer Buchweizen aus Hohenheim	1,56	0,11	2,30	9,96	90,38	44,19
Tischerbsen aus Wien	4,42	0,14	3,18	28,02	67,31	43,43
Felderbsen aus Giessen	4,57	0,14	2,79	29,18	66,23	49,50
Tischbohnen aus Wien	4,47	0,14	4,38	28,54	66,70	43,41
Grosse, weisse Bohnen aus Wien	4,59	0,14	4,01	29,31	66,17	45,80
Linzen aus Wien	4,77	0,15	2,60	30,46	65,06	43,01
Weisse Kartoffeln aus Giessen	1,56	0,11	3,61	9,96	86,36	74,95
Blaue - - - - -	1,20	0,08	3,36	7,66	88,20	68,94
Möhren aus Giessen	1,67	0,12	5,77	10,66	84,59	36,10
Rothe Rüben aus Giessen	2,43	0,17	6,43	15,50	78,18	81,61
Runkelrüben	1,81	0,13	5,02	11,56	78,49	82,25
Gelbe Rüben	1,45	0,10	4,01	9,25	90,32	83,28
Kohlrüben	1,98	0,14	7,02	12,64	81,23	87,78
Zwiebeln	1,18	0,—	8,58	7,58	—	93,78

Die in der fünften Columne gegebene Berechnung des Gehalts an stickstofffreien Materien bezieht sich nicht etwa blos auf das Stärkmehl, sondern begreift auch neben diesem noch die Cellulose, Wachs oder Fett u. dergl.; daher war es es wichtig, den Stärkmehlgehalt dieser Nahrungsmittel noch direct zu bestimmen; diese Bestimmungen hat *Krocker* ausgeführt; sie geben für 100 Th. wasserfreier Substanz folgende Zahlen :

	Th. Stärkmehl			Th. Stärkmehl	
Reine Stärke aus Bohnen	99,96	—	Kamtschatkahafer	39,55	40,17
Weizenmehl Nr. 1	65,24	66,46	Gerstenmehl	64,63	64,48
- Nr. 2	66,93	67,42	Gerste	38,62	37,99
- Nr. 3	57,70	57,24	Jerusalem-Gerste	42,66	42,08
Talaveraweizen	55,92	56,59	Buchweizenmehl	65,05	—
Whittington Weizen	53,06	54,84	Buchweizen	43,80	44,45
Sandomierweizen	53,83	52,92	Maiswehl	77,74	—
Roggenmehl Nr. 1	64,26	60,56	Mais	65,88	66,80
- Nr. 2	54,84	54,42	Einkorn	55,54	53,76
- Nr. 3	57,07	57,77	Reis	85,76	86,63
Staudenroggen	44,89	44,80	Bohnen	37,74	37,79
Schilfroggen	47,74	47,43	Erbsen	38,84	38,70
Rispenhafer	37,93	36,90	Linsen	39,62	40,08

Aus diesen und mehreren ähnlichen Bestimmungen hat *Liebig*¹⁾ eine Scala entworfen, welche in den gewöhnlichsten Nahrungsmitteln des Menschen die Proportion zwischen Albuminaten und stickstofffreien Nährstoffen (erstre als Einheit gesetzt) übersichtlich angiebt. Da *Liebig* hierbei die stickstofffreien Materien hauptsächlich als Vermittler der thierischen Wärme betrachtet, diese aber, d. h. Fette und Kohlenhydrate, je nach ihrem Gehalte an Sauerstoff einen verschiedenen Einfluss auf Wärmeerregung ausüben, so war es zur Vereinfachung der Proportion erforderlich, den Werth der Fette durch Zurechnung von Sauerstoff dem der Kohlenhydrate gleich zu machen; 10 Theile Fett müssen nämlich in Bezug auf die Wärmeerzeugung ungefähr 24 Th. Stärkmehl entsprechen; der Milchzucker und Krümelzucker wird natürlich durch Abrechnung von Wasser auf den entsprechenden Stärkmehlwerth reducirt. Unter dieser Voraussetzung ist das *Gewichtsverhältniss der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrungsmittel*

	plastische.	stickstofffreie	{ 8,8 Fett
in der Kuhmilch	= 10	: 30	= { 10,4 Milchzucker
- - Frauenmilch	= 10	: 40	
- den Linsen	= 10	: 21	
- - Pferdebohnen	= 10	: 22	
- - Erbsen	= 10	: 23	
- dem Schaaffleisch (gemästet)	= 10	: 27	= 11,25 Fett
- - Schweinefleisch (gemästet)	= 10	: 30	= 12,5 -
- - Ochsenfleisch	= 10	: 47	= 7,08 -
- - Hasenfleisch	= 10	: 2	= 0,83 -
- - Kalbfleisch	= 10	: 4	= 0,44 -
- - Weizenmehl	= 10	: 46	
- - Hafermehl	= 10	: 50	
- - Roggenmehl	= 10	: 57	
- der Gerste	= 10	: 57	
- den Kartoffeln, weissen	= 10	: 86	
- - - blauen	= 10	: 115	
- dem Reis	= 10	: 123	
- - Buchweizenmehl	= 10	: 130.	

1) *Liebig*, Chem. Briefe. 3. Aufl., 1854. S. 463.

Ueber den Nahrungswerth verschiedener Viehfutter hat *Anderson*¹⁾ in neuerer sehr ausgedehnte Analyse ausgeführt.

Werfen wir einen Blick zurück auf das, was wir oben bei der generellen Betrachtung des thierischen Stoffwechsels über die physiologische Dignität der einzelnen Gruppen von Nährstoffen und insbesondere über die der Fette und Kohlenhydrate gesagt haben: so werden wir uns veranlasst fühlen, die Nahrungsmittel auch nach ihrem Gehalte an Fett und an Kohlenhydraten zu distinguiren, d. h. in dem relativ besten Nahrungsmittel muss eben sowohl ein Gehalt an Fett als an Kohlenhydraten vorhanden sein; zwar bereitet sich der Thierkörper unter günstigen Verhältnissen selbst die ihm nöthigen Fette aus den Kohlenhydraten: allein abgesehen davon, dass diese Fettproduction allen unsern positiven Erfahrungen nach nur eine ziemlich beschränkte ist, so beweist doch schon die Zuckerproduction im thierischen Organismus, dass Fett und Zucker sehr differente und nicht unwesentliche Zwecke in demselben zu erfüllen haben (vergl. oben S. 193). Darf man übrigens dem thierischen Instincte überhaupt folgen, so ist diesem rücksichtlich der Auswahl der Nahrungsmittel gewiss am wenigsten zu misstrauen. Die überall ausgesprochene Neigung, amyloreiche Nahrungsmittel mit Fett und fettreiche mit Amylon zu versetzen und die unzweifelhaft grössere Verdaulichkeit solcher Gemenge dürfte eben so sehr als das gleichzeitige Vorkommen von Fett und Zucker in dem allgemein als solches anerkannten Normalnahrungsmittel, der Milch der Thiere, dafür sprechen, dass beide Stoffe für sich zur Vervollständigung eines den Zwecken des Thierorganismus vollkommen genügenden Nahrungsmittels gehören. Kann also auch einer dieser Stoffe dem andern in gewissen generellen Beziehungen und namentlich betreffs der Wärmeentwicklung zum Ersatz dienen, so ist damit noch keineswegs die besondere Nützlichkeit eines jeden widerlegt. Wenn aber *Liebig* jene differenten Stoffe (Fette und Kohlenhydrate) unter der gemeinsamen Beziehung »Respirationsmittel« zusammenfasste, so war er weit davon entfernt, sie abgesehen von der Verschiedenheit ihrer Wärmeerzeugungsfähigkeit oder ihres sogenannten Respirationswerthes im thierischen Stoffwechsel für gleichwerthig zu erachten; durch ein aufmerksames Lesen der neuesten *Liebig'schen* Deductionen über die Umwandlungsformen der Fette und des Zuckers wird man sich leicht hiervon überzeugen. Wenn *Liebig* in Bezug auf die Wärmeentwicklung der Thierkörper und deren Ursache die Thiere »wandelnden Oefen« vergleicht, so gehört wahrhaftig ein starker Glaube dazu, um diesen Ausdruck in des Wortes verwegenster Bedeutung zu nehmen oder um gegen diese vermeintlich crass physikalische Ansicht *Liebig's* eine Polemik zu eröffnen. *Liebig* reißt bei der Betrachtung der Nahrungsmittel die Fette mit den Kohlenhydraten zusammen, einerseits weil beide dazu dienen, um Ersatz für den durch die Lungen verloren gegangenen Kohlenstoff und Wasserstoff zu bieten,

1) *Anderson*, Journal of agriculture, 1853, p. 508—518.

andererseits aber weil, so viel auch für eine systematische Trennung dieser beiden Glieder spricht, wir doch deren spezifische Functionen im thierischen Stoffwechsel noch keineswegs durch entscheidende Experimente, durch schlagende Beobachtung scharf genug umschrieben haben. Es wird aber die Zeit kommen und sie ist sicher nicht sehr fern, wo man bei Aufstellung der Verhältnisse günstigster Mischung der Nahrungsmittel Fett und Kohlenhydrat gehörig auseinander und die Proportionen jedes einzelnen zu dem andern und den übrigen Nahrungselementen zu ermitteln suchen wird. Für jetzt müssen wir uns noch bei der Beurtheilung der günstigsten Proportionen in der Mischung der Nährstoffe an jenes Normalnahrungsmittel halten, welches die Natur selbst für den kindlichen Organismus bereitet. Nehmen wir die mittlere Constitution der Frauenmilch als die Mischung jener vier Körpergruppen an, welche dem Gedeihen des menschlichen Organismus am besten zusagt, so würden wir in dem passendsten Nahrungsmittel die Proportion von 10 Th. plastischen Stoffs, 10 Th. Fett, 20 Th. Zucker und 0,6 Th. Salzen voraussetzen müssen.

Wenn wir der günstigsten Mischung der Nährstoffe nachspüren, dürfen wir nicht vergessen, dass die Verhältnisse derselben sich werden ändern müssen, je nach dem Zustande, in welchem der zu nährenden Organismus sich befindet; die Bedürfnisse desselben werden nämlich eben so wenig immer eine und dieselbe Proportion jener Mischung erfordern, als etwa das Bedürfniss nach Nahrung überhaupt sich im Betreff der absoluten Quantität gleich bleibt. Schon bei der Betrachtung der Milch fällt uns auf, dass die Natur unter verschiedenen Umständen für eine verschiedene Mischung derselben gesorgt hat, während unter gleichen Umständen die Proportion immer dieselbe bleibt. Das Verhältniss der Bestandtheile jener Nahrungsflüssigkeit, welches die Natur dem Neugeborenen, welcher eben zu athmen begonnen hat, darbietet, ist ein ganz anderes (obwohl für diesen immer dasselbe) als jenes, welches wir in dem dem länger luftathmenden Thiere zufließenden Saft vorfinden. Auch für die verschiedenen Thierclassen ist das Verhältniss der Milchbestandtheile ein verschiedenes; die Kuhmilch enthält relativ weniger Zucker und mehr Fett und Casein, als die Frauenmilch, die Eselsmilch enthält sehr wenig Casein, dagegen aber viel Zucker und noch weit mehr Fett. Es lässt sich nicht läugnen, dass (wie Th. 2, S. 296 erwähnt) auch die zufällige Nahrung der Mutterthiere von einem gewissen Einfluss auf die Proportion in den Bestandtheilen der Milch ist; doch lässt sich aus einer Vergleichung der einschlägigen Untersuchungen leicht erweisen, dass für jede Thierspecies eine gewisse Proportion der Bestandtheile in diesem primitiven Nahrungsmittel feststeht. Schon aus diesen Andeutungen dürfte einleuchten, dass die Bedürfnisse des thierischen Organismus, bedingt durch die verschiedenartigen einander bald mehr, bald weniger überwiegenden Thätigkeiten desselben, eine Verschiedenheit in der Mischung der erforderlichen Ersatzmittel voraussetzen. Die Einwirkung verschiedener Einflüsse der Aussenwelt, die höhere oder niedere Anregung einzelner thierischer Functionen, geistige

Thätigkeit und dergl. müssen nothwendiger Weise einen qualificirten Ersatz für die Verluste der materiellen bei den verschiedenen Processen verloren gegangenen Theile erfordern. Dieser Gegenstand ist an sich so klar, dass wohl kaum ein Zweifel darüber aufkommen kann: allein im Dunkeln sind wir noch gänzlich über genauere Bestimmungen der Proportionen, welche erfordert werden, um für jeden speciellen Fall die passendst construirte Zusammensetzung der Nahrung zu berechnen. So wie der Hüttenmann, nachdem er das zu verarbeitende Erz durchprobt hat, seine Schmelzmittel in einer der Zusammensetzung des Erzes entsprechenden und zu dessen Verhüttung geeigneten Proportion zu mischen versteht: so muss auch der Physiolog noch dahin gelangen, für einen gegebenen Organismus unter gewissen gegebenen Bedingungen die Proportion zu berechnen, in welcher die eigentlichen Nährstoffe gemischt sein müssen, damit jenem ein erfreuliches Fortbestehen gesichert werde. Auch in dieser Beziehung hat übrigens die Physiologie die beste Aussicht, zu bestimmten Zahlenwerthen zu gelangen; aus diesen müssen sich dann generelle Formeln construiren lassen, mittelst deren es gelingen wird, den Erfolg einer gewissen Einwirkung auf den thierischen Organismus bis zu einem hohen Grade mit mathematischer Sicherheit vorherzusagen. Freilich sind es der Functionen sehr viele, die man in eine solche Formel nicht aufnehmen müssen, und der Forschungen sind noch unzählige erforderlich, ehe dieses Ziel erreicht werden kann. Ist dies aber auch ein weites Feld, welches einer gedeihlichen Bearbeitung noch grosse Schwierigkeiten entgegensetzt, so verspricht es doch die reichlichsten Früchte zu tragen, die nicht blos der Theorie erspiessen, sondern auch tief ins praktische Leben eingreifen. Die Diaetetik würde auf einer festern Basis begründet, und der Gedanke wäre nicht mehr illusorisch, dass auch die Heilkunde exacter Forschung zugänglich sei.

Näher, als die Ermittlung der Mengungsverhältnisse der Nährstoffe, lag den Forschern eigentlich die Frage nach den absoluten Quantitäten von Nahrung, welche zur Erhaltung des Lebens und zur energischen Vollführung aller Functionen desselben erforderlich seien. In der That sind auch eine sehr grosse Anzahl Untersuchungen an Menschen sowohl als an Thieren ausgeführt worden, welche zur Beantwortung dieser Frage beitragen. Diese Untersuchungen sind aber gewöhnlich mehr in der Absicht gestellt worden, die Ausgaben des thierischen Organismus im Allgemeinen mit einander zu vergleichen und überhaupt ein Maass für die Grösse des thierischen Stoffwechsels zu finden, als im speciellen Bezuge auf die Frage, welche Mengen von günstig gemischter Nahrung der Organismus zu seinem naturgemässen Bestehen nöthig hat. Sehen wir jetzt auf einen Augenblick von den erwähnten Untersuchungen gänzlich ab, und fragen wir nach den Wegen, auf welchen wir zur Bestimmung der den Organismus nöthigen Nahrungsmengen gelangen können, so stehen uns hauptsächlich zwei derselben offen. Der eine würde darin bestehen, dass man an sich selbst oder an Thieren so lange mit verschiedenen, möglichst geringen Mengen verschie-

den gemischter Nahrung herumprobirte, bis man endlich für den individuellen Fall das passende Maass und die richtigste Proportion gefunden hätte: allein dieses Probiren würde grosse Mühe und viel Zeit kosten und doch liefe es fast nur auf ein Tappen im Dunkeln hinaus. Wir müssen uns dagegen nach einer Leuchte auf diesen Versuchswegen umthun, und diese finden wir in der Untersuchung und quantitativen Bestimmung der Ausscheidungen des Thierkörpers. Können die letztern wirklich ein Maass des thierischen Stoffwechsels abgeben, können wir aus ihrer Menge und Beschaffenheit den wahrhaften Verlust beurtheilen, den der Thierkörper bei der Thätigkeit seiner Organe erlitten hat: so dürfte sich daraus auch die Quantität und Qualität der Stoffe ergeben, deren der Organismus als Ersatz für das Untauglichgewordene bedürftig ist. Dieses letztere Verfahren, begründet auf den Satz, dass das Nahrungsbedürfniss sich nach der Grösse des Verlustes richte, erscheint für den ersten Blick so einfach, dass man sich fast wundern möchte, warum namentlich nach den Arbeiten eines *Boussingault*, *Liebig*, *Valentin*, *Barral* und anderer ausgezeichneten Forscher das Problem noch nicht vollständig gelöst ist: allein es treten der Forschung gerade hier eine Menge Schwierigkeiten entgegen, die hauptsächlich durch die fortwährenden Schwankungen der Lebensthätigkeit und die unberechenbaren Einflüsse der Aussenwelt auf diese bedingt, bisher noch selbst für die einfachsten Verhältnisse eine scharfe Bestimmung vereitelt haben. Zur Vereinfachung der Beobachtung musste man vor allem darauf sehen, dass der Organismus, der als Untersuchungsobject dienen sollte, in den Gewichtsverhältnissen seiner Organe keine Zunahme erlitte, dass also derselbe sich nicht noch im Alter des Wachstums befände, um mehr Stoffmaterial zu verbrauchen, als sich in den Ausscheidungen wieder nachweisen liess; man musste ferner die Art von Ernährung vermeiden, die wir bei den Thieren mit dem Namen Mästung bezeichnen; kurz der Organismus musste nach allen Richtungen hin in seiner Integrität erhalten werden, damit man aus der Grösse der Ausgaben einen bündigen Schluss auf die nöthige Höhe der Einnahmen ziehen konnte. Das passendste Verfahren, um wenigstens das Minimum der zur Erhaltung des Lebens nöthigen Zufuhr zu finden, schien daher dieses, dass man nach Abschneidung aller Zufuhr von Aussen die Mengen von Stoffen bestimmte, welcher der Organismus durch Ausscheidung von Harn, Faeces und der Perspirationsproducte verlustig ging. Die zahlreichen Inanitionsversuche, die man schon früher an verschiedenen Thieren angestellt hatte, schienen bereits gute Stützen zu dieser Beobachtungsweise zu bieten. So wichtig aber die Kenntniss der Minimalquantitäten ist, deren der Organismus zum Fortbestehen des Lebens bedarf, so wenig bieten noch derartige Versuche Garantien für die Mengen von Nahrung, welche nothwendig sind, um das Thier in völligem Wohlbefinden und in vollem Gebrauch seiner nach aussen wirksamen Kräfte zu erhalten. Wenn wir einem Thiere alle Nahrung entziehen, so werden alle Functionen desselben in ihrer Intensität sowohl als in ihrer Extensität beeinträchtigt; ja es

treten oft abnorme Erscheinungen, wie Diarrhoe, Stockungen des Bluts in einzelnen Systemen der Capillargefässe u. s. w. auf; wollen wir daher aus den Ausscheidungen solcher Thiere ein Maass für die zum Leben unentbehrliche Menge Nahrungsstoff entlehnen, so müssen wir uns erinnern, dass dieses Maass eben nur ausreichen dürfte, um dem fraglichen Organismus ein mehr als kümmerliches Dasein zu gestatten; denn die Functionen der Organe, die Kraftäusserungen und der damit verbundene Stoffumsatz sind, wie gesagt, im Zustande der Sättigung durchaus andere, als im Zustande der Inanition. Nichts desto weniger behalten derartige Versuche ihren hohen Werth für die Wissenschaft.

Wie soll nun aber das geringste Maass von Nahrungsmitteln gefunden werden, welches dem Organismus den vollen Gebrauch seiner Kräfte gestattet? Wäre die Aufnahme der Nahrungsstoffe im Darne, d. h. die Aufsaugung der verdauten Stoffe in höherm Grade beschränkt, als dies wirklich der Fall ist, gingen in das Blut nicht mehr Nährstoffe über, als zur Reproduction der Gewebe und der übrigen Functionen nothwendig wären, so möchte sich einiger Schwierigkeiten ungeachtet doch wohl ziemlich aus dem Vergleiche der Ausscheidungen und des unverändert in die Faeces übergegangenen Nahrungsstoffs die Grösse des erforderlichen Nahrungsmaterials berechnen lassen. Nun wissen wir zwar aus unsern frühern Betrachtungen, dass der Organismus in der That nicht jede beliebige Quantität von Nahrungsstoff in Blut zu verwandeln vermag; von allen Nahrungsstoffen fanden wir nach reichlicher Aufnahme derselben immer eine Quantität unverändert wieder; die genauen Wägungen *Boussingault's* haben aber rücksichtlich des Fetts, die *Bidder's* und *Schmidt's* rücksichtlich der Albuminate und die *v. Becker's* rücksichtlich der Kohlenhydrate erwiesen, dass innerhalb einer gewissen Zeit nur bestimmte Quantitäten dieser Stoffe der Darmresorption anheimfallen. Allein die Natur hat auch hier den thierischen Bewegungen sehr weite Schwankungen gestattet; sehr viele Versuche lehren nämlich, dass der Organismus durch Darmcapillaren und Lymphgefässe eine weit grössere Menge Nahrungsmaterial oder Chylus aufzunehmen vermag, als er zur Restitution des Untauglichgewordenen und zur Ausführung gewisser Lebenszwecke bedarf. Bei Uebersättigung des zu den Versuchen verwendeten Thieres geht also allerdings ein Theil der Nahrungsmittel unverändert in die Excremente über, allein ein anderer Theil tritt als überschüssiger Nährstoff in das Blut, von wo aus er nicht zur Ergänzung des Verlorenegegangenen, nicht zur Zunahme der Masse des Körpers oder einzelner Organe, nicht zur Erfüllung anderweiter Zwecke des Lebens verwendet, sondern nachdem er gewisse Veränderungen erlitten hat (um ausscheidungsfähig zu werden), an die Aussenwelt wieder abgegeben wird. Es findet also in der That bei reichlicher Stoffzufuhr, um mit *C. Schmidt* zu reden, eine wahrhafte Luxusconsumtion statt. Es wird in diesem Falle vom Organismus weit mehr aufgenommen, als er selbst zur kräftigsten Vollführung aller Lebensfunctionen bedarf. Die Schwierigkeit liegt demnach einfacher Weise

darin, dass wir ausser Stande sind, genau das Mittel zu treffen, wo dem Organismus nicht zu wenig und auch nicht zu viel geboten wird, damit alle Stoffbewegungen und die davon abhängigen Thätigkeitsäusserungen in dem normalen Gleichgewichte erhalten werden. *Schmidt* und *Bidder* belegen daher alles das mit dem Namen »Luxusconsumtion«, was über das selbst zum dürftigsten Leben nothwendige, aus den Versuchen an hungernden Thieren abgeleitete, Maass der Nahrungsaufnahme hinausgeht; sie nehmen daher die Minimalwerthe des Stoffumsatzes als Einheit an, mit der die Ergebnisse aller weitem Ernährungsversuche zu vergleichen sind.

Wir hätten also bei Ermittlung der absoluten Mengen der den Stoffwechsel bedingenden Nahrungsstoffe hauptsächlich drei Grössen zu suchen, nämlich erstens diejenige, welche den Organismus gerade verhindert, am sog. Verhungern zu sterben, zweitens diejenige, welche das richtige Maass zur allseitig vollkommenen Ausführung der Lebensthätigkeiten giebt, und endlich diejenige, welche das Summum von Nahrungsstoff bezeichnet, der im günstigsten Falle dem Stoffwandel im Blute anheimfallen kann.

Sollte es gelingen, zu jenem mittleren Maasse des Stoffwechsels und demnach zur Bestimmung der entsprechenden Quantität von Nahrung zu gelangen, so würde sich sehr bald herausstellen, dass, wie Alles im lebenden Organismus, auch jenes Maass je nach den einschlagenden Bedingungen ausserordentlich variabel sein wird. Es versteht sich fast von selbst, dass bei grösserer Energie aller Lebensfunctionen, bei bedeutenden oder anhaltenden Kraftäusserungen eine grössere Consumtion statt findet, als im Zustande der Ruhe oder passiven Hinvegetirens; die früher erwähnte Vermehrung der Harnbestandtheile und die reichlichere Perspiration nach körperlichen Anstrengungen gaben dafür schon die positivsten Belege. Das Nahrungsbedürfniss mehrt sich also mit der Zunahme der Thätigkeit nach Aussen, d. h. durch Arbeit; dieser Satz ist so klar und wird durch tausend selbst aus der täglichen Erfahrung entnommene That-sachen erwiesen, dass es überflüssig sein möchte, hierauf noch ausführlicher einzugehen; wir erwähnen nur, dass man darnach ausser den oben angedeuteten Maassen auch noch ein besondres Maass für die Arbeitsconsumtion aufstellen könnte, und dass ausser diesem noch viele andre Verhältnisse eine Verschiedenheit des Nahrungsbedürfnisses nach sich ziehen.

In allen diesen Fällen haben wir uns der Voraussetzung hingegeben, dass wir es mit einem Organismus zu thun haben, der zu vollendeter Ausbildung gelangt ist, bei welchem also das absolute Gewicht des lebendigen Objectes sich gleich bleibt, so dass die Ausgaben durch die Einnahmen genau gedeckt werden sollen. Schwieriger noch wird die Beantwortung der Frage nach der absoluten Grösse des Nahrungsbedürfnisses, wenn das Wachsthum, das Feistwerden oder die Schwangerschaft und ähnliche Verhältnisse, in denen eine Zunahme des Körpergewichts statt findet, berücksichtigt werden soll; in diesen Fällen sind die Ausgaben

ziehen. Denn abgesehen davon, dass diese an Enten gewonnenen Ergebnisse durchaus keinen Vergleich mit den entsprechenden Verhältnissen höherer Thiere zulassen, so erhielten diese Thiere die einzelnen Nährstoffe nicht nur ungemengt mit andern, sondern auch in einer ihnen ganz ungewöhnlichen Form. Dass einzelne Nährstoffe, namentlich die stickstoffhaltigen, wenn sie allein in den Darmcanal gebracht werden, weniger leicht verdaut werden, haben wir unter »Verdauung« gesehen; es konnte also in vorliegenden Fällen weniger zur Resorption gelangt sein, als unter den gewöhnlichen Ernährungsverhältnissen bei Enten der Fall zu sein pflegt. Dass ferner die von der gewöhnlichen Nahrung der Enten so verschiedene Form der Nahrungsmittel, wie zusammengerollte Stückchen trocknen Käses oder Leims, keinen bündigen Schluss auf die normalen Verhältnisse gestattet, wird Niemand in Abrede stellen. Wären aber alle diese Uebelstände vermieden und Darminhalt und Excremente nicht bloss gewogen, sondern auch analysirt worden: so würde der Umstand, dass die Darmausscheidung während der Verdauung eine andre ist, als im nüchternen Zustande, doch die Reinheit der Resultate wesentlich beeinträchtigen; denn wir wissen und werden noch im Verlaufe unsrer weitem Betrachtung uns überzeugen, dass in die Darmexcremente allerdings etwas mehr übergeht, als die unverdauten oder unverdaulichen Rudimente der Nahrungsmittel; während wir gelehrt worden sind, dass von der Galle weit weniger, als man früher glaubte, in die Excremente übertritt, haben wir erfahren, dass die Darmausscheidung für gewisse Stoffe keineswegs gering ist. Galle und Darmschleim werden aber im nüchternen Zustande in weit geringerer Menge als im Zustande der Sättigung ausgeschieden. Dieser Unsicherheiten ungeachtet behalten *Boussingault's* Resultate doch ihren Werth; denn ohne diese directen Bestimmungen könnten wir uns kaum ein ungefähres Bild von den betreffenden Verhältnissen machen. Wir stellen daher einfach die Berechnung der *Boussingault's*chen Untersuchungsresultate in folgender Tabelle zusammen, wornach nämlich die betreffenden Stoffe im Organismus einer Ente innerhalb 1 Stunde in den bezeichneten Quantitäten vom Darmcanale aus in das Blut gelangen.

Reis (trocken 8,68% Albumin und 89,2% Stärkmehl)	= 4,20	gm.	(= 0,34	gm.	Alb. u. 3,86	gm.	Stärkmehl)
Trockner Käse (70,69% Fett)	= 2,50	„	(= 1,93	„	Cas. u. 0,57	„	Fett)
Speck (96,3% Fett)	= 0,88	„	(= 0,84	„	Fett)		
Cacaosaamen (48,4% Fett)	= 1,77	„	(= 0,84	„	Fett)		
Stärkmehl	= 5,26	„					
Zucker	= 5,62	„					
Gekochtes Eiweiss	= 4,25	„					
Casein (wasserfrei)	= 4,37	„					
Leim (wasserfrei)	= 4,40	„					
Rindfleisch (gekocht, fettfrei)	= 4,44	„					
Eiweiss u. Leim (649 : 3000)	= 5,18	„	(= 0,92	Alb. u. 4,26	Leim).		

Es knüpfen sich schon an diese unsichern Bestimmungen einige höchst interessante Betrachtungen, auf die wir weiter unten zurückkom-

Trotz der zahlreichen Versuche, welche *Nasse* angestellt hat, sind bei den grossen Schwankungen, die in der Constitution des Blutes beobachtet wurden, doch verhältnissmässig wenig constante Resultate erlangt worden; diese reduciren sich ungefähr auf Folgendes; nach Fleischkost zeigen die Blutkörperchen des Hundes ein grösseres Senkungsvermögen, das Blut selbst hat eine dunklere Farbe, die nur nach reichlichem Fettgenuss weisslich wird; die Gerinnung geht etwas schneller als bei vegetabilischer Kost vor sich; anhaltende Fütterung mit Fleisch vermehrt den Faserstoffgehalt (wie auch *ich*¹⁾ nach rein animalischer Kost an mir selbst früher beobachtet hatte), so wie auch den Gehalt an Phosphaten und an Salzen überhaupt. Der Fettgehalt des Blutes vermehrt sich schon in der ersten Stunde nach dem Genusse fettreicher Nahrung, sinkt aber alsdann bald wieder.

Bei vegetabilischer Kost hat das Blut der Hunde meistens eine etwas lichtere Farbennuance, als bei animalischer; das Senkungsvermögen der Blutkörperchen ist etwas geringer; das specifische Gewicht des Blutes so wie des Serums wird (namentlich bei gleichzeitigem Zuckergenuss) durch Pflanzennahrung in den ersten 5 Stunden erhöht; der Gehalt an Faserstoff wird nicht verändert, der an Fett etwas vermindert; ausserdem wird die Menge der Salze und darunter die der Phosphate etwas verringert.

Anhaltende Nahrungsentziehung macht das Blut etwas blasser von Farbe, verlangsamt dessen Gerinnung, bewirkt Steigen der Eigenschwere des Blutes wie des Serums, die Zahl der Blutkörperchen ist dabei jedoch sehr schwankend, der Faserstoff steigt nur wenig, dagegen die Zahl der Salze sehr erheblich.

Nach der letzten Mahlzeit nimmt die Menge der festen Bestandtheile des Blutes bis zur neunten Stunde zu; dann erst fängt sie wieder an zu sinken.

Schon die Spärlichkeit der Resultate, welche diese mühsame, jahrelang fortgesetzte Arbeit von *Nasse* geliefert hat, beweist, wie wenig wir bis jetzt noch im Stande sind, die Umwandlung der Nährstoffe bei der Ernährung in ihren einzelnen Phasen zu verfolgen. Es bestätigt sich hier, was wir bereits in der Einleitung zur physiologischen Chemie bemerkten, dass unsre Kenntniss des innern Stoffwechsels noch ungewöhnlich grosse Lücken darbietet, und dass man über denselben fast nur durch Vergleichung der chemischen Qualitäten der verschiedenen Säfte und Gewebe, hauptsächlich aber durch eine sorgfältig ausgeführte Statistik betreffs der Endresultate der thierischen Stoffbewegungen zu einigermaassen gültigen Urtheilen oder Anschauungen gelangen kann. Wir vermögen also die Schicksale, welche die Albuminate, die Fette, die Kohlenhydrate und Salze im Thierkörper erleiden, nicht weiter in ihren Einzelheiten zu

1) *Lehmann*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 27, S. 16.

verfolgen, noch Thatsachen anzuführen, die wir bereits (bewegungen im Allgemeinen angestellt haben als im Betreff der chemischen Ernährungspl und die von ihnen abgeleiteten Schlüsse i stistischen Untersuchungen bisher ergeben h

Die nächste Frage, die uns in dieser B sein, wie viel Nahrungsstoff geht unter nor erwachsenen Menschen täglich in den Stof Weise vertheilen sich in den Excretionen d che die Nährstoffe während ihres Dienstes i genauern Untersuchungen dieser Art hat wo selbst angestellt. Bei einem Körpergewichte durchschnittlich (d. h. im Mittel von drei Be 2924.03 grm. gemischter Nahrung auf; von wurden in derselben Zeit 190,73 grm. u 2117.70 grm. durch den Harn und 1216,9 ausgeschieden; das Verhältniss der festen gasigen ist also durchschnittlich = 4 : 0,8 Perspiration ziemlich hoch aus; es geht i Forschungen hervor, dass der Hauptfactor rationsgrösse hauptsächlich die Ausscheidun ist; deshalb wird auch bei den Thieren sich herausstellen.

Die Versuche von *Rawitz*²⁾, welche mit hafter Aufopferung angestellt sind, lassen doch keit manches zu wünschen übrig; sie erg achtungen, bei denen *Rawitz* die Wirkung lichsten Nahrungsmittel studirte) durchschnittlich 1875,4 grm. gemischter Nahrung 1136,4 g Nieren und 739.0 durch die Perspiration; d flüssigen Egesta zu den gasförmigen ist da schieden von dem bei *Valentin*, nämlich = den einzelnen Beobachtungen das Verhältni ordentlich schwankend.

*Rigg*³⁾ bestimmte die Einnahmen und A nes nach deren Elementarbestandtheilen; e ziemlich mit denen andrer Beobachter übere dass von 100 Th. aufgenommenen Sticksto: setzten Versuchen nur 50,8 Th. in den Harn

1) *Valentin*, *Repert.* 8. Jahrg.; *R. Wagner's W* 479 u. *Physiol. d. Menschen.* Bd. 4, S. 740—780.

2) *Rawitz*, Ueber die einfachen Nahrungsmittel

3) *Rigg*, *Medical Times.* 1842. p. 278.

Rücksichtlich der Stickstoffausscheidung machte *ich*¹⁾ an mir selbst folgende Beobachtung: bei rein animalischer Kost (Eier) nahm ich täglich durchschnittlich 30,3 grm. Stickstoff auf und entleerte durch den Harn 24,4 grm.; also wurden $\frac{2}{5}$ des aufgenommenen Stickstoffs durch die Nieren wieder ausgeschieden.

Die vortrefflichste Untersuchung über die statistisch-chemischen Verhältnisse des quantitativen Stoffwechsels im menschlichen Organismus hat bis jetzt *Barral*²⁾ ausgeführt, dabei jedoch nur auf die Elemente der Nahrung und der Ausscheidungen Rücksicht genommen. Er stellte fünf Reihen von Beobachtungen an, zwei an sich selbst (29 Jahr alt, die eine im Winter, die andre im Sommer), eine andre an einem 6jährigen Knaben, eine vierte an einem 59jährigen Manne und eine fünfte an einer 32jährigen Frau. Die Gesamtergebnisse dieser Untersuchung ergaben folgende Bilanz:

Tägliche absolute Menge in grm.

Untersuchungsobjecte	Einnahmen			Ausgaben			
	Flüssige und feste Nahrung	Sauerstoff	Gesamtsumme	Perspirirtes Wasser	Kohlensäure.	Feste u. flüssige Excrete	Andre Verluste
Mann 29 J. im Winter	2755,0	1061,5	3816,5	1287,8	1230,9	1265,0	32,8
Derselbe im Sommer	2386,0	777,3	3163,3	1144,6	888,4	1099,4	33,9
Knabe 6 Jahr alt . .	1394,2	423,4	1819,6	694,7	544,0	604,6	6,3
Greis 50 „ „ . .	2710,7	889,1	3599,8	522,6	1088,3	1962,8	26,1
Frau 32 „ „ . .	2389,6	886,7	3276,3	998,7	1006,9	1194,6	29,1

Für einen erwachsenen, gesunden Menschen würde sich also auf 100 grm. Einnahmen (d. h. 73,8 grm. Nahrungsmittel, worin 18,59 Th. fester Stoffe und 55,24 Th. Wasser enthalten waren, und 26,2 grm. Sauerstoff) die Ausgaben in folgender Weise vertheilen: durch Lungen und Haut treten 34,95 grm. Wasser und 50,55 grm. Kohlensäure, als Harn und Faeces aber 33,95 grm. und anderweit noch 0,55 grm. aus.

Berechnet man nach den Versuchen *Barral's* die Vertheilung, welche 100 grm. aufgenommenen Kohlenstoffs nach ihrer Verwerthung im Organismus bei ihrer Ausscheidung erleiden, so finden wir, dass davon (beim erwachsenen Manne) 94,59 grm. in die Perspirationsproducte und nur 4,58 grm. in den Harn und 3,83 grm. in die Faeces übergeben. Hiernach würde also mehr als $\frac{9}{10}$ des in den Nahrungsmitteln enthaltenen Kohlenstoffs vollständig zu Kohlensäure verbrannt.

Stellen wir eine ähnliche Betrachtung über die Ausscheidungswege des Stickstoffs nach den von *Barral* an sich selbst ausgeführten Versuchen

1) *Lehmann*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 27, S. 258.

2) *Barral*, Compt. rend. T. 27, p. 364 u. Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 25, p. 129—171.

Wasser als auf Urin und Excremente. Im Verhältniss zum mittlern Körpergewicht betrug die täglich eingenommene Wassermenge beinahe $\frac{1}{14}$. Durch den Mist wurden mehr organische Stoffe, als durch den Harn entfernt. Durch die Perspiration gingen mehr als das Doppelte und bedeutend weniger als das Dreifache von organischen Elementen hinweg. Die täglich eingenommenen organischen Stoffe betragen $\frac{1}{42}$ bis $\frac{1}{43}$ des mittlern Körpergewichts; durch den Koth wurden im Mittel $\frac{1}{139}$ bis $\frac{1}{150}$, durch den Harn $\frac{1}{208}$ bis $\frac{1}{209}$ und durch die Perspiration im Mittel $\frac{1}{62}$ der Körperschwere organische Elemente entleert. Die grösste Menge feuerbeständiger Salze wurde mit dem Koth entfernt. Durch die Perspiration gehen etwa 3 Zehntel der mit der Nahrung aufgenommenen, feuerbeständigen Salze fort. Auf die sensibeln Ausleerungen kommen im Mittel 84,44% Wasser, 43,76% organische Bestandtheile, 2,43% Asche, auf die Perspiration 64,28% Wasser, 34,67% organische Bestandtheile und 4,05% Asche; auf die täglich eingenommenen Nahrungsmittel dagegen 74,75% organische Bestandtheile und 4,62% Asche. Die bei den Nahrungsmitteln gegebenen procentischen Zahlen stehen in der Mitte zwischen den bei den sensibeln und Perspirationsentleerungen gewonnenen.

*Boussingault*¹⁾ hat eine ähnliche Reihe von Versuchen an einem Pferde und einer Kuh angestellt. *Valentin* hat nach den Versuchen von *Boussingault* folgende Tabelle entworfen, in der die Totalsumme des mit den Nahrungsmitteln aufgenommenen Wassers, der Asche und der einzelnen Elemente der organischen Materie zusammengestellt ist mit den Mittelzahlen der täglich durch Urin, Faeces und Perspiration wieder ausgeschiedenen Mengen von Wasser, Asche und organischen Elementen.

Bestandtheile	Totalsumme der Nahrungsmittel.	Faeces	Harn	Perspiration
Wasser . . .	47864,7 grm.	40725,0 grm.	4028,0 grm.	5644,7 grm.
Kohlenstoff . .	3938,0 „	4364,4 „	408,7 „	2465,0 „
Wasserstoff . .	446,5 „	479,8 „	41,5 „	255,2 „
Sauerstoff . .	3209,2 „	4328,9 „	34,4 „	4846,4 „
Stickstoff . .	439,4 „	77,6 „	37,8 „	24,0 „
Asche	672,3 „	574,6 „	409,9 „	42,8 „
Summa . . .	25770,0 „	44250,3 „	4330,0 „	40489,7 „

Demnach vertheilen sich von 400 Th. der Aufnahme beim Pferde die Elemente auf folgende Weise in den Ausscheidungen:

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 64, p. 428.

gen in sehr geringer Quantität im Harn gefunden (also bei der Verdauung absorbiert) wurden. In der Excrementtasche zeigte sich ein umgekehrtes Verhältniss der phosphorsauren Talkerde zum phosphorsauren Kalk, als in den Nahrungsmitteln, weil nämlich von der eingenommenen Talkerde 60,23% wieder mit den festen Excrementen ausgeschieden wurden, während vom zugeführten Kalk nur etwa 25% mit den Faeces wieder abgingen. (Daher die häufigen Darmconcretionen bei pflanzenfressenden Thieren.

Ein 850 Pfund schweres vierjähriges, weibliches Pferd brauchte für andre Aussonderungen, als Mist und Harn, für Ernährung und Wachstum 4,05 Loth Kalk, 0,25 Lth. Talkerde, 4,48 Lth. Kieselsäure, 0,07 Lth. Chlor, 4,28 Lth. Schwefelsäure, 35,8 Lth. Phosphorsäure und 4,52 Lth. Alkalien. So wurde auch von der in den Nahrungsmitteln enthaltenen Kieselsäure ziemlich viel in den Excrementen und im Harn nicht wieder gefunden (von 0,3796 Pfund fehlten 0,0464 Pf.); dass diese zur Bildung von Epidermis und Haaren verwendet wird, geht aus dem sowohl von *Brunner* und *Valentin* als von *Gorup-Besanez* nachgewiesenen Kieselsäuregehalte dieser Theile hervor.

Die Versuche, welche *Boussingault*¹⁾ zur Beantwortung der Frage anstellte, ob Stickstoff durch die Lungen exhalirt werde oder nicht, wurden an mit Hirse gefütterten Turkeltauben ausgeführt. Diese ergaben rücksichtlich der mit der Nahrung aufgenommenen Elemente folgende Vertheilung auf Excremente und Perspiration (in 2 Beobachtungen, einer 5tägigen und einer 7tägigen, aus deren Resultaten wir die Mittel berechnet haben).

Von 100 Th. aufgenommenen	in die gingen über	Faeces	Perspiration
Kohlenstoffs		20,3 %	79,7 %
Wasserstoffs		48,7 „	51,3 „
Stickstoffs		64,96 „	35,04 „
Sauerstoffs		49,49 „	50,51 „

Eine ganz ähnliche Versuchsreihe hat *Sacc*²⁾ an Hühnern ausgeführt, die mit Gerste gefüttert worden waren und dabei Kreide und Sand verschluckt hatten; die Thiere (ein Hahn und eine Henne) hatten während der 7tägigen Versuchsdauer um 49,48 grm. an Gewicht zugenommen; diese Zunahme wurde durch die Assimilation von 42,436 grm. organischer Materie und 6,744 grm. Mineralstoffen bedingt; zieht man diese von der Nahrung ab, so berechnet sich aus *Sacc's* Versuchen folgende Vertheilung der Elemente auf Faeces und Perspiration:

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 44, p. 433.

2) *Sacc*, Ann. de Chim. et de Pharm. T. 52, p. 77.

Unterschied ist ausserordentlich gross; bei Pferden und Kühen wurde durchschnittlich nur die Hälfte des in den Darm gebrachten Wassers absorbiert, bei Fleischfressern aber (wie auch die übrigen Versuche *Schmidt's* bezeugen) nur 1 bis 4%. Sehen wir aber bei den übrigen Elementen von den Mengen ab, welche im Darne verbleiben, so finden wir, dass bei den Pflanzenfressern nur wenig vom absorbierten und gebildeten Wasser durch die Nieren abgeht (15 bis 20%), wogegen bei den Fleischfressern ungefähr $\frac{1}{3}$ des absorbierten Wassers in den Harn übergehen. Dass der absorbierte Kohlenstoff bei Pflanzenfressern in weit grösserer Menge, als bei Fleischfressern durch die Lungen ausgeschieden wird (das Verhältniss des Kohlenstoffs im Harn zu dem der expirierten Luft ist bei ersteren = 1 : 19, bei letzteren = 1 : 9,5), mag wohl lediglich in der Natur der Nahrung und nicht in besondern Organisationsverhältnissen seinen Grund haben; die stickstofffreien Materien zerfallen ja fast vollständig in Kohlensäure und Wasser und liefern daher keinen oder nur einen höchst geringen Beitrag zum Harn, während die aus den Albuminaten hervorgehenden Zersetzungsproducte ihren Stickstoff an den Harn abliefern, dieser aber stets mit gewissen Quantitäten Kohlenstoff verbunden ist. Wir finden also auf diesem Wege für das, was wir bereits unter Harn und Respiration erschlossen haben, gewissermassen die Probe auf das Exempel. Ganz dasselbe muss natürlich auch für den Wasserstoff gelten; wir finden in der That, dass bei Pflanzenfressern relativ weit weniger Wasserstoff durch die Nieren abgeht, als bei Fleischfressern (Verhältniss des durch den Urin ausgeschiedenen Wasserstoffs zu dem durch die Lungen ausgeschiedenen bei Pflanzenfressern = 1 : 23,0, bei Fleischfressern = 1 : 3,3). Anders verhält es sich mit dem Stickstoff; Pflanzenfresser scheiden von 100 Th. resorbierten Stickstoffs oft gegen 40% durch die Perspiration aus, Fleischfresser dagegen kaum 1%. Frühere Untersuchungen haben uns gelehrt, dass der Harn jener Thiere ärmer an Stickstoff und zwar an dessen Träger, an Harnstoff ist, als der der Carnivoren, der oft (wie auch *Schmidt* gefunden) fast nichts als eine salzhaltige Harnstofflösung ist. Es gewinnt also fast den Anschein, als ob bei Pflanzenfressern der Oxydationsprocess auch insofern ergiebiger wäre, wie bei Fleischfressern, als im Organismus jener die Albuminate noch weiter als bis zur Harnstoffbildung zerlegt würden: daher fehlt auch im Harn der Herbivoren das frühere Spaltungsproduct der Albuminate, die Harnsäure, gänzlich.

Wenn der Stoffwechsel im Organismus seinen Ablauf nimmt ohne Ersatz von aussen, so sind die Proportionen der Elemente des Harns zu denen der Perspiration fast genau dieselben, wie bei Fütterung mit fetthaltigem Fleische; wir übergehen daher der Kürze halber die hieher gehörigen Details.

Bleiben wir noch einen Augenblick bei Betrachtung der Elementarausscheidung stehen, so finden wir in zwei interessanten Versuchsreihen von *Schmidt* für den zuerst von *Liebig* ausgesprochenen Satz, dass die Galle im Darne nicht blos resorbirt, sondern auch verbrannt und gröss-

tentheils durch die Lunge ausgeschieden werde, die entschiedenste factische Bestätigung. Aus den von *Schmidt* an zwei mit Gallenblasenfistel versehenen Hunden angestellten, statistischen Beobachtungen ergibt sich nämlich, dass, mögen die Hunde sehr viel Fleischfutter erhalten haben oder nur wenig, 10 bis 12% vom aufgenommenen Kohlenstoff und 11 bis 13% vom aufgenommenen Wasserstoff durch die Galle ausgeschieden werden, und dass dieser Verlust sich nicht etwa auf die Excrete gleichmässig vertheilt, sondern lediglich den Producten der Respiration fehlt. Vom aufgenommenen Stickstoff gehen nur 3 bis 3,2% in die Galle über und diese vermisst man (ziemlich genau) im Harn.

Wir bedauern, gerade bei dieser gehaltvollen Untersuchung von unserm Grundsatz abgehen zu müssen, die angeführten Thatsachen und Schlüsse wenigstens durch Mittheilung einiger Zahlen zu erhärten: allein wir wären gezwungen, die ganze Arbeit *Schmidt's* abzuschreiben, da *Schmidt* selbst nur die nothwendigsten empirischen Resultate gegeben hat. Wir begnügen uns daher, hier nur die wesentlichsten Ergebnisse jener Arbeit mitzutheilen, zumal da vieles concinner Weise den Capiteln, welche die einzelnen Factoren des Stoffwechsels betreffen, anheimgefallen ist.

Aus den Versuchen an Katzen ergibt sich zunächst, dass 1000 grm. derselben, um bestehen zu können, d. h. das ursprüngliche Körpergewicht beizubehalten, mindestens 44,118 grm. Fleisch in 24 St. bedürfen und dass neben diesem 18,632 grm. Sauerstoff absorbiert werden müssen, um dieses Nahrungsmaterial für den Organismus zu verwerthen, dass also das Nahrungsminimum für Fleischfresser dieser Beobachtung nach ungefähr $\frac{1}{23}$ und der dabei nöthige Sauerstoff ungefähr $\frac{1}{55}$ des Körpergewichts beträgt. Beim Hungern dagegen gehen durch die Excretionen (etwa zwischen dem dritten bis neunten Tage) in 24 St. von der Körpersubstanz nur 22,118 grm. verloren, zu deren Umwandlung 15,749 grm. Sauerstoff verwendet werden; der Körper verliert also während der ersten 8 Tage der Inanition in 24 St. nur etwa $\frac{1}{46}$ seines Körpergewichts. Die Katzen sind aber, sobald ihnen soviel Fleisch gewährt wird, als sie zu verzehren Lust haben, im Stande, ganz ausserordentliche Mengen davon in ihren Stoffwechsel aufzunehmen, so dass das verzehrte Fleisch $\frac{1}{6}$ und der dazu absorbirte Sauerstoff fast $\frac{1}{24}$ des Körpergewichts beträgt.

Vergleicht man die Excretionsproducte bei kärglicher und bei reichlicher Fleischfütterung, so zeigt sich zunächst, dass die Mengen der Ausscheidungen in geradem Verhältnisse zu der Menge der aufgenommenen Nahrung stehen, dass also die Vermehrung oder Verminderung der Nahrung ohne Einfluss ist auf die Proportionen zwischen den Excreten oder auf deren Qualität; der absorbirte Sauerstoff verhält sich zu dem der exhalirten Kohlensäure in allen Fällen gleich, nämlich = 100 : 79,3. Bei Mehraufnahme von animalischer Nahrung ändert sich jedoch das Verhältniss zwischen exspirirter Kohlensäure und exspirirtem Wasser; so wurden z. B. in dem einen Falle bei kärglicher Nahrung mit Fleisch neben 100 Th. Kohlensäure 75,6 Th. Wasserdampf exspirirt, bei reichlicher

Fleischnahrung dagegen auf 100 Th. nur 42,15 grm.; daher muss im letztern Falle verhältnissmässig mehr Wasser durch die Nieren abgeschieden werden, was auch *Schmidt's* Wägungen ergeben; denn das Verhältniss des perspirirten Wasserdampfs zu dem durch Nieren und Faeces excernirten ist im erstern Falle = 23,3 : 76,7, im letztern = 17,84 : 82,16; bei kärglicher Fütterung mit Fleisch, wenn zugleich das Wasser dem Thiere vorenthalten wird, ändert sich die Proportion zwischen Kohlensäure und exspirirtem Wasserdampf dahin, das auf 100 Th. Kohlensäure 80 Th. Wasser durch Haut und Lungen ausgehaucht und demnach hier relativ noch weniger Wasser durch die Nieren ausgeschieden wird, als bei kärglicher Fleischkost ohne Wasserentziehung. Diese Verhältnisse lassen sich am besten in folgender Gleichung übersehen, die wir nach den *Schmidt'schen* Zahlen berechnet haben; wir setzen dabei das aufgenommene Fleisch (den trocknen Rückstand desselben) als Einheit und berechnen darnach die Menge fester Stoffe, die in Harn und Faeces übergehen, die perspirirte Kohlensäure und Wassergas, vernachlässigen aber die Menge aufgenommenen und durch feste und flüssige Excrete ausgeschiedenen Wassers. I. betrifft den Stoffumsatz bei Aufnahme des Nahrungsminimums und beliebiger Wasseraufnahme. II. Möglichste Nahrungssteigerung mit ungehinderter Wasseraufnahme. III. Normale Fleischfütterung (d. h. bei constantem Körpergewicht) ohne Wasseraufnahme. Diese 3 Beispiele sind von einem und demselben Thiere (Kater, 3200 grm. schwer, ausgewachsen) entlehnt; IV. betrifft eine junge Katze (1170 grm. schwer) bei überschüssiger Aufnahme von Fleisch und beliebigem Wassergenuß.

	I.	II.	III.	IV.
Fleisch trocken	100,0	100,0	100,0	100,0
Absorbirter Sauerstoff	167,0	166,0	167,3	166,2
Fester Rückstand des Harns	31,3	30,4	30,6	31,4
„ „ der Faeces	1,7	2,5	1,7	2,0
Exspir. Kohlensäure	182,0	181,4	182,6	181,4
„ Wassergas	137,6	76,4	152,6	128,7

Es geht also aus dieser Uebersicht deutlich genug hervor, dass die Elementaranalyse, welcher Fleischnahrung im lebenden Körper unterliegt, im normalen Zustande nach eben so scharf begrenzten Werthen vor sich geht, als nur ein Gährungs- oder Verbrennungsprocess; unter allen Verhältnissen, wie die oben angeführten, wird also im Thierkörper 1 Th. trockne Fleischsubstanz unter Mitwirkung von 1,67 Th. Sauerstoff in 0,34 Th. Harnsubstanzen, 0,02 Th. Faecesmaterie und 1,82 Th. Kohlensäure zerlegt. Die Schlussfolgerungen, welche hieraus auf den Gesamtstoffwechsel im Thierkörper und vorzugsweise in dem des Carnivoren abzuleiten sind, ergeben sich sonach ganz von selbst.

Da das magere Fleisch, welches *Schmidt* den zu den Versuchen be-

nung auf die Dauer die Integrität des Organismus zu erhalten vermag, welche alle jene wesentlichen Nährstoffe oder Nahrungselemente, d. h. Albuminate, Fett, Kohlenhydrate und gewisse Salze in sich schliesst: so sind doch noch die Versuche unerwähnt geblieben, welche, namentlich von *Boussingault* angestellt, den thatsächlichen Beweis für die Richtigkeit jener Schlussfolgerung liefern. Schon die ältere Physiologie erinnerte an die Erfahrungen *Tiedemann's* und *Gmelin's*, die z. B. Gänse durch reichliche Fütterung mit Eiereiweiss nicht am Leben zu erhalten vermochten. Die unter den Augen der Pariser Akademie angestellten Versuche über die etwaige Nährkraft der Knochengallerte und des leimgebenden Gewebes überhaupt lehrten deutlich genug, dass die Nährkraft nicht in einer einzigen, wenn auch ziemlich complexen chemischen Verbindung concentrirt sein könne.

Genauere quantitative Bestimmungen über den Einfluss *qualitativ unzureichender Nahrung* auf den thierischen Organismus hat, wie gesagt, zuerst *Boussingault* und zwar meist in besonderer Beziehung zu landwirthschaftlichen Zwecken ausgeführt. Früher schon wurden die Versuche¹⁾ dieses Forschers erwähnt, die Wichtigkeit des Kochsalzes für die Gesundheit des Organismus nachzuweisen, was nach ihm auch *Plowiez*²⁾ und *Dupasquier*³⁾ gelungen ist. Am meisten Aufschluss ist jedoch über diese Verhältnisse gewonnen worden durch jene Untersuchungen, welche hauptsächlich zum Behufe der Mästung der Thiere mit verschiedenen Futterarten ausser von *Boussingault*⁴⁾, von *Playfair*⁵⁾, *Thomson*⁶⁾, *Payen* und *Gasparin*⁷⁾, *Persoz*⁸⁾ und Andern angestellt worden sind. Da wir auf die Einflüsse, welche auf die Körpergewichtszunahme (beim Wachsthum oder der Mästung) von wesentlichem Einflusse sind, später zurückkommen werden, so führen wir hier nur beispielsweise die Resultate an, die sich aus *Boussingault's* Versuchen an Kühen ergaben. Kartoffeln und Runkelrüben waren allein unzureichend, eine Kuh zu ernähren (bei einem und demselben Körpergewichte zu erhalten), selbst wenn diese Nahrungsmittel den Thieren in sehr grossem Ueberschusse verabreicht wurden. Es stellte sich aber bei diesen, so wie bei einigen frühern Untersuchungen heraus, dass jedes Nahrungsmittel unzureichend ist 1) wenn es nicht in so grossen Mengen aufgenommen werden kann, dass die darin enthaltenen stickstoffhaltigen Materien den durch den Stoffwechsel unbrauchbar gewordenen Organtheilen entsprechenden Ersatz zu bieten vermögen, 2) wenn es in seinen verdaubaren Bestandtheilen nicht Koh-

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 19, p. 117—123.

2) *Plowiez*, Bullet. de l'académie de médecine. T. 14, p. 1077—1085.

3) *Dupasquier*, Journ. de Pharm. et de Chim. 3. Sér. T. 9, p. 339—344.

4) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 12, p. 153.

5) *Playfair*, Philosoph. Magaz. T. 22, p. 280.

6) *Thomson*, Medico-chirurg. Transact. T. 29, p. 327—340.

7) *Payen* und *Gasparin*, Compt. rend. T. 18, p. 797.

8) *Persoz*, ebendas. T. 18, p. 245.

tet oder fortgesetzt werden können. Es ist als auch dieser Satz, den wir bereits früher, auf mehrere Folgerungen gestützt, aussprachen, durch das Experiment wohl als exact bewiesen zu erachten.

Diese Betrachtung leitet uns nun unmittelbar auf die quantitativen Verhältnisse des Stoffwechsels bei *Entziehung aller festen Nahrung*. Wir erwähnen in diesem Bezug zuerst einer Beobachtung *Boussingault's*, die sich an die eben erwähnte *Letellier's* eng anschliesst. *Boussingault* beobachtete nämlich Turteltauben, die 7 Tage hindurch ohne feste Nahrung gelassen wurden: dieselben verloren täglich 4,42% an Körpergewicht und 2,696% (ihres Körpergewichts) Kohlenstoff durch die Respiration (während sie bei Fütterung mit Hirse in gleichen Zeiten 3,722% exhalirt hatten. Die grünen, galleähnlichen, schleimigen nur hie und da mit weissen Harnsäuretheilen vermischten Excremente betrug täglich trocken 0,210% (des Körpergewichts). Die Excremente enthielten 31,95% Kohlenstoff, 4,35% Wasserstoff, 24,74% Stickstoff, 28,32% Sauerstoff und 16,40% Asche. Die Taube, 187 grm. schwer, verlor also täglich bei der Inanition 0,1257 grm. Kohlenstoff, 0,0171 grm. Wasserstoff, 0,0974 grm. Stickstoff und 0,1114 grm. Sauerstoff. Nimmt man nun mit *Boussingault* an, dass trocknes aschefreies Blut 54,4% Kohlenstoff, 7,5% Wasserstoff, 15,9% Stickstoff und 22,2% Sauerstoff enthält, und dass die durch die Lungen exhalirte Stickstoffmenge gleich der Hälfte der in den Excrementen enthaltenen ist, so ergiebt sich ein täglicher Stickstoffverlust der Taube von 0,1455 grm., welchem 0,915 grm. trocknen Blutes gleich sind. In diesen 0,915 grm. sind aber nur 0,498 grm. Kohlenstoff enthalten; da nun aber die Taube täglich 2,532 grm. Kohlenstoff in Kohlensäure und Excrementen entleerte, so müssen 2,034 grm. verbrannter Kohlenstoff vom Fett geliefert worden sein.

Vor allen Inanitionsversuchen sind die von *Chossat*¹⁾ zu erwähnen; diese mühevollen Versuche wurden jahrelang fortgesetzt an Säugethieren, Vögeln und Amphibien. In 24 Fällen, in denen *Chossat* Turteltauben verhungern liess, zeigte sich der grösste tägliche Gewichtsverlust der Thiere (wenn man von dem ersten Tage der Hungerperiode absieht, an dem der Körper noch einigen Nahrungsstoff aus dem Darminhalte zu ziehen vermag) 22mal um die Mitte der Versuchszeit und zweimal am letzten Lebenstage der Thiere. Einige Stunden vor dem Tode erleidet der Körper keinen Gewichtsverlust mehr. Nimmt man den ganzen Gewichtsverlust, den die Thiere vom ersten Versuchstage bis zu ihrem Tode erlitten haben, = 1 an, so ergiebt sich, dass davon auf das erste Drittel 0,393, auf das zweite fast 0,260 und auf das dritte 0,347 kommen.

Der Gesamtgewichtsverlust, welchen das verhungernde Thier bis zu seinem Tode erleidet, ist je nach der Thiergattung ziemlich verschieden; so fand *Chossat*, dass Kaninchen (Mittel von 5 Versuchen) verenden,

1) *Chossat*, Recherches experimentales sur l'inanition. Paris 1843.

wenn sie 37,4% ihres Körpergewichts verloren hatten; Meerschweinche (5 Vers.) bei einem Verluste von 33,0%, Turteltauben (15 Vers.) von 37,9%, Haustauben (20 Vers.) bei 41,6%, Hühner (2 Vers.) bei 52,7% und Krähen (1 Vers.) bei 31,1%. Als Durchschnittssumme aller 48 Versuche stellt sich ein Verlust von 39,7% des Körpergewichts vor dem Tode durch Verhungern heraus. Demnach verliert also der Organismus der höhern Thiere ungefähr $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{3}$ seines Körpergewichts, ehe er den Verhungern unterliegt.

Durchschnittlich verloren in *Chossat's* Versuchen die der Inanition unterworfenen Säugethiere täglich 4,0%, die Vögel 4,4% am Körpergewichte, im Mittel aller Beobachtungen gerade 4,2%. Wir finden also, dass der Thierkörper täglich etwa $\frac{1}{24}$ seiner Masse durch den Stoffwechsel verlustig geht, ein Resultat, welches in dem schönsten Einklange mit dem auf andern Wegen gewonnenen oben (S. 372) erwähnten Resultate steht, dass die täglich von einem Thiere aufzunehmende Nahrung, wenn diese günstig gemischt ist, wenigstens $\frac{1}{23}$ seines Körpergewichts betragen müsse.

Chossat hat auch an einer Taube die Grössen des Verlustes verglichen, welche beim Verhungern auf jedes einzelne Organ kommen, eine Untersuchung, die für die allgemeine Physiologie von der höchsten Bedeutung ist; wir beschränken uns hier nur darauf anzuführen, dass nach diesen Bestimmungen während der Inanition vom Fette am meisten verloren geht, nämlich 93,3%, dann zunächst vom Blute am meisten, nämlich 75,0%, von den Muskeln 42,3%, von den Knochen nur 46,7%, am wenigsten aber von den Nerven, nämlich 4,9%. Vergleicht man nach *Chossat* die absolute Grösse des Gesamtverlustes mit den absoluten Grössen des Verlustes der einzelnen Organe oder Gewebe, so ergibt sich, dass von der täglichen Verminderung des Körpergewichts die Hälfte auf das Muskelgewebe, $\frac{1}{4}$ auf das Fett und $\frac{1}{4}$ auf alle übrigen Organe kommt. Demnach werden in den Excreten hauptsächlich die Zersetzungsproducte des Muskelgewebes und des Fettes repräsentirt sein.

Zwei sehr sorgfältige Beobachtungsreihen über die Inanition haben *Bidder* und *Schmidt* an Katzen ausgeführt; in dem einen Falle erhielt das Thier nur zuweilen etwas Wasser, in dem andern wurde die Wasseraufnahme noch künstlich durch Wasserinjection in den Schlund erhöht. Die erste Versuchsreihe ward an einer 2572 grm. schweren Katze angestellt, die bereits zu einer Reihe von Ernährungsversuchen gedient hatte. Das Thier verendete am 18. Tage der Inanitionsdauer; vom dritten Tage an nahm der Gewichtsverlust bis zum Tode des Thieres, ziemlich stetig ab; im Ganzen hatte dasselbe 1330,8 grm. oder 51,7% an Gewicht verloren, also täglich im Durchschnitt 73,9 grm. oder 2,87%; wie man sieht, übertreffen diese Zahlen die von *Chossat* gefundenen bei weitem. Während der ganzen Versuchsdauer sinkt das Körpergewicht ziemlich stetig; vom 1. bis zum 8. Tage entsprechend der expirirten Kohlenstoffmenge (0,56 bis 0,58% des Körpergewichts); später sinkt die Kohlensäureexcretion

weniger als das Körpergewicht; nur an den zwei letzten Tagen sinkt die Kohlenausscheidung erheblich dem Körpergewichtsverluste gegenüber.

Die Nierensecretion verringert sich dem Gewichtsverluste des Thiers gegenüber sehr erheblich, bleibt aber dann bis zum 16. Tage jenem fast genau proportional und sinkt wie die Kohlensäureexcretion die zwei letzten Tage bedeutend. Der Harn wird reicher an Phosphorsäure und Schwefelsäure; die Chlorverbindungen verschwinden schon nach den ersten Tagen aus dem Harn. Das Verhältniss zwischen Schwefelsäure und Phosphorsäure im Harn bleibt übrigens während der ganzen Inanitionsdauer constant.

Vom 10. Tage der Inanition an geht alle abgesonderte Galle in die Faeces über (*Schmidt* hat die Gallenmenge für dieses Thier nach den Versuchen an Katzen berechnet, denen Gallenblasen fisteln angelegt worden waren; (vergl. Th. 2, S. 64 ff.). Wasseraufnahme steigert in jeder Periode der Inanition die Harnsecretion in allen ihren Bestandtheilen, nicht aber die Kohlensäureexhalation; demnach ist mit *Schmidt* zu schliessen, dass die Vermehrung der Harnausscheidung nicht etwa von einer Steigerung des Inanitionsprocesses herrührt, sondern nur davon, dass durch die Vermittlung des Wassers die im Blute angehäuften Harnbestandtheile schneller eliminirt werden.

Da die Muskelsubstanz (samt Bindegewebe) im fettfreien Zustande nach *Schmidt's* Analyse 50,01% Kohlenstoff, 6,57% Wasserstoff, 15,07% Stickstoff, 24,43% Sauerstoff, 1,06% Schwefel und 5,86% Mineralstoffe enthält, so lässt sich zunächst aus dem Stickstoffgehalte der Excrete die Menge der während der Inanition zu Grunde gegangenen Muskelsubstanz berechnen. Da nun im Verlaufe der Inanition 30,807 gm. Stickstoff an die Aussenwelt abgegeben wurden, so müssen 200,43 gm. wasser- und fettfreier Muskelsubstanz während jener 18 Tage consumirt worden sein. Da ferner im Ganzen 205,96 gm. Kohlenstoff ausgeschieden wurden, jene 200,43 gm. Muskelsubstanz aber nur 102,24 gm. Kohlenstoff enthalten, so musste der Rest ausgeschiedenen Kohlenstoffs (= 103,72 gm.) von der Oxydation des Fetts herrühren. Das Fett enthält durchschnittlich 78,132% Kohlenstoff, demnach unterlagen 132,76 gm. Fett der Oxydation. Das Thier hat also während jenes 18tägigen Hungerns 200,43 gm. Muskelsubstanz und 132,75 gm. Fett verloren, der Gesamtgewichtsverlust des Thiers betrug aber, wie erwähnt, = 1264,8 gm.; demnach sind mit jener Muskelsubstanz und Fett 927,62 gm. Wasser abgeschieden worden. Diese Wassermenge ist bedeutender, als sie sein würde, wenn blos das den untergegangenen Muskeln angehörige Wasser ausgeschieden worden wäre; nach *Schmidt* gehören zu jener Menge Muskelsubstanz nur 204,43 gm. Wasser; also waren 653,5 gm. den rückständigen Organen entzogen worden, die bei der Section sich in der That auch sehr wasserarm zeigten.

Nach *Schmidt's* Berechnung sind übrigens während der Inanition durchschnittlich auf 100 Th. absorbirten Sauerstoffs 76,5 Th. an Kohlen-

kelgewebes, Blutes und Fettes bedingt wird, leuchtet auch aus diesen Bestimmungen ein.

Hierher gehören noch einige Versuche von J. Scherer¹⁾, welche, ob-
schon sie sich nur auf die Harnausscheidung beziehen, doch um so interes-
santer sind, als sie an Menschen angestellt wurden. Während er bei
Versuchen an erwachsenen Männern gefunden hatte, dass sie auf 4 Klgrm.
ihres Körpergewichts in 24 St. 29,5 grm. Harn entleerten, worin 28,4
grm. Wasser, 0,420 grm. Harnstoff, 0,335 grm. Salze und 0,346 grm.
Extractivstoffe enthalten waren, entleerte ein sich dem Hungertode erge-
bender geisteskranker Mann von 50 J. auf eine gleiche Gewichtseinheit
und in gleichen Zeiten nur 44,07 grm., worin 0,476 grm. Harnstoff, 0,467
grm. Salze und 0,498 grm. Extractivstoffe. Die Harnmenge des Hun-
gernden stand also hier zu der des normal Genährten in dem Verhältnisse
= 1 : 2,6, die Menge der festen Bestandtheile = 1 : 2,4, die des Harn-
stoffs = 1 : 2,3, die der Salze = 1 : 5 und die der Extractivstoffe =
1 : 1,7. Besonders auffallend ist in diesen Versuchen die Beobachtung,
dass gerade dann, wenn dem Organismus keine Nahrungsmittel darge-
boten und für den Oxydationsprocess kein Ueberschuss von verbrenn-
lichem Material vorhanden ist, doch relativ mehr Extractivstoffe ausge-
schieden werden, als von normal ernährten Personen.

Wir gehen nun zur Ermittlung der Ernährungsverhältnisse über,
welche von einer *Vermehrung des Körpergewichts* begleitet sind; eine
solche ist aber möglich durch die typische Zunahme der einzelnen Organe
bis zur Grenze der höchsten Ausbildung, welche der Organismus zu er-
langen vermag, also durch das *Wachsthum*; hier schreiten zwar nicht
alle Organe gleichmässig in ihrer typischen Ausbildung fort, allein den-
noch participiren sie gleichzeitig mehr oder weniger an der allgemeinen
Zunahme und Ausbildung; je nach den verschiedenen Perioden des Le-
bensalters überwiegt bald die Zunahme des einen bald die des andern
Organs. Dies sind allbekannte Thatsachen, aus Anatomie und allgemeiner
Physiologie entlehnt; sie machen uns aber auf die Schwierigkeiten
aufmerksam, welche sich der Ermittlung des Stoffwechsels und der Er-
nährungsbedingungen in diesem Lebensalter entgegenstellen.

Es ist aber eine Vermehrung des Körpergewichts möglich auch nach
vollendetem Wachsthum; die tägliche Erfahrung lehrt uns schon, dass
diese Vermehrung hauptsächlich nach zwei Richtungen hin statt finden
kann, nämlich durch eine wahrhafte *Hypertrophie* der lebsthätigsten
Organe, namentlich der Musculatur oder durch eine reichlichere Ablage-
rung von Fettgewebe im Panniculus adiposus der Haut, dem Mesenterium
u. s. w.; so sehr dieselbe beim Menschen für ein gewisses Lebensalter
als normal betrachtet werden kann, so oft streift sie doch hier gerade ins
Abnorme, in Pathologische über. Dasselbe gilt auch von der sog. *Mästung*
der Hausthiere, die im Wesentlichen eine Vermehrung des Fettes im Or-

1) J. Scherer, Verh. d. phys.-med. Ges. z. Würzburg. Bd. 3, S. 487—490.

ganismus bezweckt, sehr oft aber auch einen vom normalen Ernährungsproceß sehr abweichenden Verlauf nimmt; denn z. B. die Ausbildung einer Fettleber bei Gänsen und das oft beobachtete partielle Schwinden der stickstoffhaltigen Organtheile, namentlich der Muskeln bei gewissen Mästungsweisen, darf nicht mehr als normaler Proceß angesehen werden. Leider haben wir zur Ergründung der eben angedeuteten Verhältnisse nicht die Bedingungen völlig in unsrer Gewalt, um den Ernährungsproceß nach der einen oder der andern Richtung hinzuwenden. Die Schwierigkeiten, welche der Erforschung des Stoffwechsels im Wachsthum durch die ungleiche Ausbildung heterogener Organe sich entgegenstellen, finden wir hier in dem Umstande, dass wir nicht im Stande sind, durch die geeigneten Nahrungsmittel und andre äussere Verhältnisse gerade zu dieser oder zu jener Ernährungsform zu disponiren. Wir sind durch die geistreichen Combinationen *Liebig's* z. B. hinlänglich darüber belehrt, unter welchen Bedingungen, abgesehen von der passenden Nahrung, eine reichlichere Ablagerung von Fett im thierischen Organismus statt findet; viele der von *Boussingault* und seinen Schülern ausgeführten Untersuchungen haben dazu die schlagendsten Belege geliefert. Die tägliche Erfahrung hat uns ferner gelehrt, dass durch grössere Thätigkeit eine über das Wachsthum hinausgehende Volumen- und Gewichtszunahme der Organe statt findet, während die Fettablagerung durch entgegengesetzte Verhältnisse mindestens sehr begünstigt wird. Allein trotz dem, dass wir in der That allgemeine und klare Begriffe über diese Verhältnisse durch viele mühsame Forschungen und geistvolle Deductionen erlangt haben, sind wir doch noch weit genug davon entfernt, uns deutlicher, auf durchaus exacte Untersuchungen begründeter Begriffe zu erfreuen. Dem Zwecke dieses Werks entsprechend, enthalten wir uns aller weitläufigen Auseinandersetzungen und verwickelten Schlussfolgerungen, um nur den thatsächlichen Erfahrungen exacter Forschung zu folgen.

Ueber die Entwicklung des *Knochensystems* hat *Boussingault*¹⁾ einige Versuche an Schweinen mit besonderer Berücksichtigung der Mineralbestandtheile angestellt.

- I. Ein neugeborenes Schwein wog 650 grm., sein lufttrocknes Skelet = 48,25 grm., dessen Asche = 20,73 grm.
- II. Ein 8 Monate altes Schwein wog 60055,0 grm., sein lufttrocknes Skelet = 2901 grm., dessen Asche = 1349,5 grm.
- III. „ 11 1/2 „ „ Schwein wog 67240,0 grm., sein lufttrocknes Skelet = 3407 grm., dessen Asche = 1686 grm.

Die vollkommen weissgebrannte Asche dieser drei Skelete enthielt:

	I.	II.	III.
Phosphorsauren Kalk	84,1	91,3	92,4
Phosphorsaure Talkerde	11,0	3,6	3,8
Kohlensauren Kalk	4,5	3,6	3,4
Alkalisalze	0,4	1,5	0,4

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 16, p. 486—493.

Hiernach hatte das 8 Monate alte, mit gewöhnlichem Futter aufgezogene Schwein täglich im Durchschnitt an Skeletmasse gewonnen = 11,7 grm., an Asche 5,5 grm., an Phosphorsäure 2,4 grm. und an Kalk 2,8 grm. Das andre Schwein, welches 93 Tage länger lebte und während dieser Zeit nur Kartoffeln verzehrt hatte, nahm täglich zu an trockenem Skelet um 6 grm., an Asche um 2,6 grm., an Phosphorsäure um 1,4 grm. und an Kalk um 1,6 grm.

In den 544 Kilogrammen Kartoffeln, welche das Schwein in der letzten Periode von 93 Tagen verzehrt hatte, waren 5440 grm. Mineralsubstanzen und zwar 615 grm. Phosphorsäure und 98 grm. Kalk enthalten, während sein Skelet in jener Zeit 129 grm. Phosphorsäure und 150 grm. Kalk aufgenommen hatte. Demnach waren 52 grm. Kalk mehr aufgenommen worden, als in der Kartoffelasche enthalten waren. Ueberdies waren aber noch 216 grm. Kalk mit den Excrementen ausgeleert worden; es mussten also 170 grm. Kalk dem Thiere von einer andern Seite zugeführt worden sein. *Boussingault* zeigt, dass dieser Kalk von dem Wasser herrührte, mit welchem die Kartoffeln angemacht worden waren.

Leider fehlt es noch ganz an Untersuchungen, welche in ähnlicher Weise über die Entwicklung andrer Gewebe oder Organe gegenüber den genossenen Nahrungsmitteln angestellt worden wären. Ehe wir jedoch zu Untersuchungen über die Zunahme an Muskeln und Fett übergehen, dürfte es nicht unpassend sein, hier der Versuche von *Prevost* und *Morin* Erwähnung zu thun, die sich an die von *Baudrimont* und *St. Ange* (vergl. S. 323) über die Respiration der bebrüteten Eier angestellten Beobachtungen anschliessen. Die Resultate dieser Arbeit lassen sich in Folgendem übersehen:

100 Th. des innern *unbebrüteten* Eies bestehen aus:

40,72 Fett,

46,53 fettfreien Substanzen, nämlich 8,49 im Eiweissstoff und 8,36 im Eidotter,

72,53 Wasser.

Nach *siebtägigem* Bebrüten enthielten 100 Th. vom Innern des Eies:

9,32 Aetherextract,

13,94 trockne, fettfreie Substanz, darin 8,00 Eiweiss,

76,74 Wasser.

Im Eiweiss selbst ist enthalten 34,9 p. c. fettfreie trockne Substanz

Im dicken Eidotter 46,5 p. c. „ „ „

Im flüssigen Dotter 4,4 p. c. „ „ „

In den Häuten 2,0 p. c. „ „ „

Im Foetus 7,7 p. c. „ „ „

In der Amniosflüssigkeit 1,3 p. c. „ „ „

Demnach haben sich während dieser Zeit das Fett und die festen Substanzen überhaupt vermindert, während das Wasser relativ vermehrt ist.

Nach *14tägigem* Bebrüten zeigte die innere Haut der Schale, das Innere des Foetus und in einem Falle auch die Amniosflüssigkeit saure Reaction. 100 Th. des innern Eies enthielten aber:

9,46 Aetherextract,
 46,09 fettfreie trockne Materie, darin 7,7 Eiweiss,
 74,43 Wasser.

400 Th. Eiweiss enthalten : 3,3 Th. fettfreie trockne Substanz

„ „ Eigelb	„	19,3	„	„	„	„
„ „ Häute	„	9,4	„	„	„	„
„ „ Foetus	„	7,2	„	„	„	„
„ „ Amnios	„	4,4	„	„	„	„

Nach 21tägigem Bebrüten ergab sich in 400 Th. des innern Eies :

5,68 Fett,
 45,44 fettfreie trockne Substanz, davon $\frac{1}{6}$ Dotter, $\frac{1}{6}$ Dotterhaut,
 $\frac{2}{3}$ Foetus,
 78,88 Wasser.

400 Th. Eigelb enthalten : 29,0 Th. trockne Substanz

„ „ Dotterhaut	„	20,6	„	„	„
„ „ Foetus	„	44,6	„	„	„

Das Gewicht der Schaale des Eies blieb fast constant. Das Fett der Eier ist vor der Bebrütung gleichmässig gelb gefärbt, erleidet aber während der Entwicklung des Foetus verschiedene Veränderungen. Am siebenten Tage zog nämlich Aether aus dem dicken Dotter ein gelbes Oel heraus, aus dem flüssigen anfangs ein gelbes, später ein farbloses Fett. Die Häute und das Eiweiss lieferten ein durchsichtiges, weisses Oel, die Amniosflüssigkeit ein dickes, weisses Fett, der Foetus ein weisses Fett, ähnlich dem Schweinefett. Am 14. Tage ist das Oel des Dotters gelb und dick, ebenso das der Häute, das des Eiweisses farblos und dick, das des Foetus rötlich und fest. Am 24. Tage ist das Dotterfett dick und blassgelb, das der Häute dunkelgelb und theilweise fest; aus dem Foetus zieht Aether anfangs ein festes, gelbes und später ein weisses, weiches Fett aus.

Wir führen nur noch die Resultate der Aschenbestimmungen an :

Nicht bebrütete Eier :

	Fettfreie trockne Substanz	Asche	Unlösliche Phosphate	Lösl. Salze
Eiweiss	45,090	0,85	0,43	0,68
Dotter	45,166	0,90	0,90	0,00
	30,156	1,74	1,03	0,68

Nach 21tägigem Brüten :

	Fettfreie trockne Substanz	Asche	Unlösliche Phosphate	Lösl. Salze
Dotter	5,54	0,150	0,445	0,005
Dotterhaut	4,80	0,205	0,205	0,000
Putamen Chorion und Amnios	0,42	0,040	0,045	0,025
Foetus	46,87	1,825	4,095	0,730
	27,30	2,220	4,460	0,760

Nach *Baudrimont* und *St. Ange* verhält sich in der Periode der Entwicklung des Hühnereies vom 9. bis 12. Tage der absorbirte Sauerstoff zu dem in der Kohlensäure exhalirten = 100 : 54,9, vom 16. bis 19. Tage aber = 100 : 81,0; eine Erfahrung, die ganz damit übereinstimmt, dass im letzten Drittel der Brütezeit das meiste Fett des Eies consumirt wird. Die übrigen Folgerungen ergeben sich aus vorstehenden Zahlen von selbst.

Eine sehr hübsche Beobachtung über Assimilation von Fleisch und Fett haben *Schmidt* und *Bidder* an einer ziemlich ausgewachsenen Katze gemacht. Dieses Thier hatte in 8 Tagen bei Fütterung mit fetthaltigem Fleisch um 337 grm. an Gewicht zugenommen; es fragte sich also, ob die fettfreie Muskelsubstanz, oder das Fett, oder beide zugleich zu dieser Gewichtsvermehrung beigetragen hatten. Es waren innerhalb jener Versuchszeit 1866,7 grm. Fleisch mit 27,4 grm. Fettgewebe verzehrt und 62,36 grm. Stickstoff ausgeschieden worden. Da nun nach *Schmidt's* Analyse das Fleisch aus 70,26% Wasser, 5,71% Fett, 22,83% Muskelsubstanz und 1,2% Mineralstoffen bestand, die wasser- und salzfreie Muskelsubstanz aber 53,01% Kohlenstoff und 16,11% Stickstoff enthielt, so findet man leicht, dass jene 62,36 grm. Stickstoff aus der Zersetzung von 387,09 grm. Muskelsubstanz oder 1695,5 grm. Fleisch hervorgegangen sind. Da 1866,7 grm. Fleisch verzehrt worden waren, so giebt uns die Differenz beider Grössen die Menge des im Körper zurückgebliebenen Fleisches an = 471,2 grm. Nun beträgt aber die Gewichtszunahme des des Körpers = 337 grm.; es fragt sich daher, in wie weit der Rest des Assimilirten (= 135,8 grm.) von assimilirtem Fett oder zurückgehaltene Wasser herrührt. Jene 387,09 grm. zersetzter trockner Muskelsubstanz enthalten 205,20 grm. Kohlenstoff; nun waren aber neben jenem Stickstoff (= 62,36 grm.) 194,02 grm. Kohlenstoff ausgeschieden worden, also waren davon 48,11 grm. im Körper verblieben. Da also schon die Muskelsubstanz mehr als hinreichend war, den durch den Stoffwechsel zur Ausscheidung gebrachten Kohlenstoff zu decken, so ist es nicht denkbar, dass die Fette sich neben der Muskelsubstanz bei der Oxydation stark betheilig haben; *Schmidt* schliesst hieraus ferner gewiss mit Recht, dass der aus der Zersetzung der Muskelsubstanz hervorgehende Harnstoff früher durch die Nieren ausgeschieden werden müsse, als der Kohlenstoff- und Wasserstoffrest der Muskelsubstanz, der oxydirt durch die Lungen und Haut exhalirt wird. Da durch die Faeces nur 1,98 grm. Fett als Kalk- und Talkerdeiseife entfernt, nach *Schmidt's* Analyse des Fettgewebes innerhalb der 8 Tage 129,25 grm. Fett aufgenommen waren, so sind 127,27 grm. Fett nebst obigen 471,2 grm. Fleisch und 138,4 grm. Wasser im Körper als assimilirt verblieben. Nach Ausführung der in dieser Berechnung wegen der partiellen Oxydation des Schwefels und einiger anderer Momente nöthigen Correctionen berechnet *Schmidt*, dass von dem 2177 grm. schweren Thiere in jenen 8 Tagen 40,16 grm. Muskel- und Bindegewebssubstanz, 143,42 grm. Fett, 1,78 grm. Salze mit Schwefel und 134,15 grm.

