



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/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

MEDICINISCHES COMPENDIUM



PHYSIOLOGIE.

Von

Dr. Julius Budge.



*From the Library
of
Dr. Oliver P. Jenkins*



Lane Medical Library
Stanford University Medical Center

*Gift to Lane
from
Stanford Library*

1957 MEDICAL DEPT
STANFORD UNIVER
MEDICAL CENTER
STANFORD, CALIF.

W. J. G. H.

1957

100 - 1000

100 - 1000

100 - 1000



Compendium

der

Physiologie des Menschen.



O. P. G. G. G. G.

Compendium
der
Physiologie
des
Menschen.

Von

Dr. Julius Budge,

Geh. Medicinalrath und Professor der Anatomie und Physiologie
an der Universität Greifswald.

Mit in den Text gedruckten Abbildungen.

Dritte vermehrte Auflage.

Verlag von Ambrosius Abel

Leipzig,

Verlag von Ambrosius Abel.

1875.

U. 1

LANE LIBRARY. STANFORD UNIV.

V o r r e d e.

Wenn dies Buch Reclame machen wollte, so könnte es, ohne Vorwürfe zu befürchten, sich der zehnten Auflage rühmen und brauchte nicht den Titel der dritten zu führen. In dem denkwürdigem Jahre 1848 erschien es zuerst unter dem anspruchslosen Namen: „Memoranda der Physiologie“ und wachsend erlebte es in neun Jahren sieben Auflagen. Ein grösseres Werk unterbrach die Fortsetzung, welche dann unter der neuen Firma eines Compendium sich bereits zwei Mal vorstellte und nun zum dritten Male dem Publikum übergeben wird. Das Buch hat sich nicht nur in Deutschland seine Gönner erworben, sondern wird auch in verschiedenen Sprachen von Nichtdeutschen studirt. Es mögen auch in der neuen Gestalt ältere und jüngere Freunde sein fünfundzwanzigjähriges Jubiläum mitfeiern.

Man pflegt im Menschenleben gerne an einem solchen auf Dekaden gegründeten Abschluss einen Blick auf die Vergangenheit zu werfen. So sei es auch hier gestattet, ganz flüchtig und ohne bestimmte Fährte den Rückweg auf dem grossen Felde zu durchschreiten, auf dessen Bau soviel Geist, Talent und Fleiss verwendet

Die physiologische Chemie brachte nach zwei Richtungen hin mehr Klarheit in das früher noch so dunkle Gebiet der Ernährung. Die münchener Schule lehrte zunächst auf eine bequeme und genaue Weise den Harnstoff, so wie die ein- und ausgeathmete Luft quantitativ bestimmen. Dann erst wurde es möglich, durch mühevollen, lange Zeit fortgesetzte Versuche das Verhältniss zu entwickeln, welches zwischen eingenommener Nahrung und Luft, so wie aus dem Körper ausgeführten Substanzen und zwischen der vom Körper geleisteten Arbeit besteht. Ich will nur als Beispiele die Resultate hervorheben, welche p. 38 und 131 erwähnt sind. — Nach einer zweiten Richtung bemühte man sich, zu erforschen, welcher Aufwand von chemischen Kräften dazu gehört, um die schwer- oder unlöslichen Nahrungstoffe — Eiweiss, Fett, Stärke — in eine lösliche Form zu bringen und dadurch erst nutzbar zu machen; wie durch zahlreiche Oxydationen und Reductionen neue Stoffe entstehen und wie gewissermassen im Austausch gegen diese chemischen Kräfte Muskel- und Nervenkraft sich entwickeln. Alle die Umsetzungen begannen ihre wissenschaftliche Stellung erst durch das Typensystem zu erhalten, durch welches die organische Chemie eine ganz neue Wissenschaft geworden ist. Wesentlich wurden aber sowohl die chemischen als die physikalischen Prozesse des Lebens durch ein neu erkanntes Prinzip oder Axiom über die Constanz der Kraft gefördert. Man wusste nun, dass grade dieser Kraftumsatz die beständige Unruhe bildet, in welcher das Leben seinen Ausdruck findet. Man erfuhr, dass nicht sowohl das Einsinken und die Auflösung der geformten Substanzen

gleich rasch erfolgen, wie die Arbeit im Körper geleistet wird, sondern dass dies im Erwachsenen nur sehr allmählich erfolgt. Durch jenes Prinzip wurde zugleich dem starren Materialismus ein wesentlicher Stachel abgebrochen und die Physiologie bot auf festeren Grundlagen als vordem der Psychologie die Hand dar.

Die immensen Fortschritte der Mechanik wurden von den Physiologen dazu benutzt, das Wägen und Messen zu erleichtern und exacter zu machen. In vielen Fällen gelang es, das Versuchsobjekt selbst an den Massstab zu führen und das Resultat durch geschickt angebrachte Apparate registriren zu lassen. So lernte man die Grösse und Geschwindigkeit der Blut- und Muskelwelle, die Klangfarben, die Elasticität und Contractilität und hundert andere Erscheinungen genauer kennen. Man sah ein, dass die Methode der Diener des Geistes ist und huldigte ihr.

Indessen wurde von zahlreichen Händen und Köpfen daran gearbeitet, den mechanischen Bau der Gewebe zu erforschen. Eine Menge Thatsachen wurden dadurch der Physiologie erworben. Ich will nur hier beispielsweise daran erinnern, wie die Zellenfortpflanzung nicht mehr durch *generatio aequivoca* entstanden angesehen wird, wie die Entstehung der Knochen, der Durchtritt fester Substanzen durch Capillargefässe, der feinere Verlauf der Gallengänge, die Struktur der Milz, die Verbreitung der Lymphgefässe, der Bau der Lymphräume, die Endigungen der Nerven und so vieles Andere erforscht wurden und dadurch oft vollständig neue Anschauungen über diese Gegenstände Platz griffen. — Nicht geringerer Fortschritte erfreute sich die Entwicklungsgeschichte.

Durch pathopoietische Experimente endlich ist die Nervenphysiologie sehr bedeutend fortgeschritten. Es scheint mir, als ob vom besonderm Einflusse drei Reihen von neuen Beobachtungen gewesen sind. Ein berühmter Forscher zeigte, dass man durch Reizung von Nerven die Drüsenzellen zur Absonderung zwingen kann, wie die Muskeln zu Zuckungen und so war es ein Theil des Weges geebnet, auf welchem durch Gemüthsbewegungen und andere Erregungen Thränen, Speichel etc. zum Ausströmen gebracht werden können. Eine so wichtige Funktion, wie die Sekretion ist, war so zu sagen, fassbarer geworden.

An dieser Stelle mag auch noch Erwähnung der merkwürdigen Beobachtung geschehen, welche ein französischer Physiologe hinsichtlich der Zuckerbildung durch Verletzung einer Stelle im verlängerten Mark machte, s. p. 323.

Der Nestor der deutschen Physiologen und ich hatten gleichzeitig gefunden, dass es Nerven gibt, welche erregt den Herzmuskel zum Stillstehen bringen können und Jener gründete darauf ein System, dass ebenso wie es muskelbewegende Nerven gibt, auch muskelhemmende beständen. Hierzu kam noch die wichtige Entdeckung, dass im Körper ein Nerve ist, dessen Reizung mit einem Schlage den Blutdruck am ganzen Körper herabsetzt. Von weitgreifendem Einflusse sind die Beobachtungen geworden, welche man hinsichtlich des n. sympathicus gemacht hat. In den 40er Jahren galt die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems für eine ausgemachte Sache. Nun war es mir aber gelungen, an einem Zweige des n. sympathicus,

welcher sich zur iris begibt, unwiderleglich nachzuweisen, dass er aus dem Rückenmarke entspringt und damit war ein Riss in der gangbaren Lehre entstanden. Nicht lange nachher wurde von einem der bedeutendsten Experimentatoren die eingreifende Thatsache festgestellt, dass man Verengerung und Erweiterung der Gefässe, Blässe und Röthe, verminderte und vermehrte Wärme durch Reizung und Lähmung des n. sympathicus hervorbringen könne und es wurde alsbald von mir und von Andern nachgewiesen, dass auch diese Wirkung vom Rückenmark ausgehe. Heutigen Tags sucht man nun nicht mehr das centrum für die iris und die Gefässmuskeln in den Ganglien, sondern im Rückenmarke und dessen weiterer Verbreitung innerhalb der Schädelhöhle. — Eine fernere Folge dieser Untersuchungen war die Unterscheidung zwischen gangliösen und sympathischen Nerven d. h. solchen, welche aus peripherischen Ganglien entspringen und solchen, welche aus dem Rückenmarke hervorgehen.

In dieser neuen Ausgabe habe ich mich bestrebt, alle bestätigten Thatsachen aufzunehmen und das ganze Buch einer sorgfältigen Revision zu unterwerfen. Kein Abschnitt ist ohne Verbesserung geblieben, einige z. B. derjenige, welcher das Gehörorgan behandelt, vollständig umgearbeitet worden. Ich habe demselben in einer Anmerkung eine Hypothese über die Wirkung des m. stapedius hinzugefügt, welche mir der Beachtung werth scheint. Hinsichtlich der Zwangsbewegungen habe ich in Folge zahlreicher, noch nicht publicirter Beobachtungen meine Ansichten erörtert. Endlich wollte ich im Anschluss an die Anmerkung zu S. 225 auf die

Wirkung des schon vor langer Zeit von mir empfohlenen Mittels zur mikromechanischen Analyse, nämlich einer Verbindung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali nochmals hinweisen. Zur Demonstration der Knorpelzellen, der traubenförmigen Drüsen, der glatten Muskelfasern, der Achsencylinderfibrillen, des Achsencylinders und vieler anderen Gewebe ist es in passender Anwendung sehr empfehlenswerth.

Ich habe mich einer möglichen Kürze befeissigt, möchte aber das Wort Compendium auch im alten Ciceronianischen Sinne verstanden wissen, wo es Gewinn und Nutzen bedeutet; und es gerne definiren: Compendium est, quod pendendo lucratur.

Greifswald im August 1874.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Elementarbestandtheile des menschlichen Körpers . . .	6
Binäre (anorganische) Verbindungen, welche im Körper vorkommen	7
Nahrungsstoffe	8
Nahrungsmittel	9
Erster Abschnitt. Respiration.	13—40
§. 1. Zweck	13
A. Lungenathmung.	15
§. 2. Inspiration	15
§. 3. Elasticität der Lungen	20
§. 4. Expiration	21
§. 5. Verhalten der Respirationsorgane selbst während des Athmens und nach demselben	22
§. 6. Geräusche, welche durch das Athmen hervorge- bracht werden	23
§. 7. Wirkung des Athmens auf das Herz.	24
§. 8. Bauchpresse	25
§. 9. Grösse und Frequenz des Athmens	25
§. 10. Erregung der Athembewegungen	26
§. 11. B. Blutathmung	30
§. 12. C. Athmung der Gewebe	34
§. 13. Ein- und Ausathmungsluft	36
§. 14. Bestimmung der Kohlensäure	39
§. 15. Athmen in verschiedenen Gasarten	40
Zweiter Abschnitt. Verdauung	41—78
§. 1. Zweck	41
Erstes Kapitel. Verdauung in der Mundhöhle	42
§. 2. Mundflüssigkeit	42

	Seite
§. 3. Mundspeichel	44
§. 4. Schleim, Oberhaut und Speichelkörperchen in der Mundflüssigkeit	47
Zweites Kapitel. Kau- und Schluckbewegungen 48	
§. 5. Kaubewegung	48
§. 6. Zungenbewegungen	49
§. 7. Schlingbewegungen	49
§. 8. Bewegungen des Schlundes und der Speiseröhre	50
Drittes Kapitel. Funktionen des Magens. 51	
§. 9. Chymus	51
§. 10. Magensaft und Magenschleim	51
§. 11. Magengase und Darmgase.	56
§. 12. Magenbewegungen	58
Viertes Kapitel. Funktion der Leber. 58	
§. 13. Ueberblick	59
§. 14. Galle	59
§. 15. Glycogen	63
§. 16. Fett.	64
§. 17. Faktoren der Leberprodukte	66
Fünftes Kapitel. Funktion der Bauchspeicheldrüse. 68	
§. 18. Gewinnung des Bauchspeichels.	68
§. 19. Eigenschaften und Funktionen des Bauchspeichels	69
§. 20. Chemische Bestandtheile des Bauchspeichels	69
§. 21. Absonderung	70
Sechstes Kapitel. Funktionen des Dünndarms 70	
§. 22. Uebersicht	70
§. 23. Darmsaft	71
§. 24. Aufnahme durch Zotten und Capillargefäße der Darmschleimhaut.	72
§. 25. Bewegung des Dünndarms	74
Siebentes Kapitel. Funktion des Dickdarms 76	
§. 26. Excremente	76
§. 27. Entleerung der Excremente	76
Dritter Abschnitt. Lymphe und Blut 79—123	
Erstes Kapitel. Lymphe. 79	
§. 1. Allgemeines	179

Inhaltsverzeichnis.

XV

	Seite
§. 2. Chylus	80
§. 3. Lymphzellen.	82
§. 4. Funktion der Milz	83
§. 5. Lymphdrüsen und verwandte Gebilde	85
§. 6. Cirkulation der Lymphe	86
Zweites Kapitel. Blut 89	
§. 1. Allgemeine Eigenschaften und Bestandtheile des Blutes	89
§. 2. Gerinnung des Blutes	90
§. 3. Morphologische Bestandtheile des Blutes	93
§. 4. Chemische Zusammensetzung des Blutes	95
§. 5. Quantität der wichtigsten Blutbestandtheile	97
§. 6. Faserstoff	98
§. 7. Hämoglobin.	99
§. 8. Arteriellcs und venöses Blut	102
§. 9. Farbe des Blutes	103
§. 10. Quantität des Blutes	103
Drittes Kapitel. Bluteirculation. 105	
§. 11. Beschreibung des Blutumlaufrs	105
§. 12. Zweck der Bluteirculation	106
§. 13. Bedingungen für die Herstellung des Blutlaufes	106
§. 14. Funktion des Herzens	107
§. 15. Bewegung des Blutes innerhalb der Arterien.	114
§. 16. Funktion der Kapillargefäße	121
§. 17. Blutlauf in den Venen.	122
Vierter Abschnitt. Ernährung 124—191	
Erstes Kapitel. Allgemeine Erscheinungen 124	
§. 1. Zweck	124
§. 2. A. Molecularbewegungen in Flüssigkeiten	125
1. Diffusion.	126
2. Imbibition und Quellung.	127
3. Filtration	128
4. Osmose	129
B. Chemische Prozesse	130
§. 3. Umsatz der stickstoffhaltigen Substanzen	131
§. 4. Umsatz der stickstofffreien Substanzen	134
C. Organische oder Zellenkräfte	137
Erscheinungen der Zellen.	137
§. 5. Wachsthum	138
§. 6. Affinität und Fermentwirkungen der Zellen	140
§. 7. Amöboide und Körnchenbewegungen	141
§. 8. Flimmernde Bewegungen	142

	Seite
Zweites Kapitel. Besondere Ernährungser-	
scheinungen 144	
§. 9.	Aufnahme von Stoffen ins Blut 144
§. 10.	Assimilation 148
§. 11.	Regeneration 148
§. 12.	Retention 150
§. 13.	Vicariirende Einrichtungen 151
§. 14.	Inanition 152
§. 15.	Stoffwechsel 154
Drittes Kapitel. Electricität. 156	
§. 16.	Erkennungsmittel elektrischer Ströme 156
§. 17.	Muskelstrom 158
§. 18.	Nervenstrom 160
§. 19.	Froschhautstrom 161
Viertes Kapitel. Wärme 161	
§. 20.	Allgemeines 161
§. 21.	Bestimmung der Temperatur des Körpers 162
§. 22.	Entstehung der Körperwärme 163
§. 23.	Fortleitung der Wärme 164
§. 24.	Wärmeverlust und Wärmeersatz 165
§. 25.	Wärmemenge 166
Fünftes Kapitel. Absonderung. Sekretion 167	
§. 26.	Allgemeines 167
§. 27.	Harnabsonderung 170
§. 28.	Eigenschaften und Bestandtheile des Urins. 173
§. 28a.	Ausleerung des Urins. 183
§. 29.	Hautabsonderung 185
§. 30.	Schweissabsonderung und Perspiration. 187
Fünfter Abschnitt. Muskelbewegungen . . . 192—220	
§. 1.	Anatomische Bemerkungen 192
§. 2.	Chemische Bestandtheile. 196
§. 3.	Vergleichung von Muskel und Blut. 196
§. 4.	Todtenstarre (rigor mortis). 197
§. 5.	Funktion der Muskeln. 198
§. 6.	Muskelreize. Irritabilität 198
§. 7.	Zustand des Muskels 199
§. 8.	Blutzuffluss. 199
§. 9.	Erscheinungen der Muskelcontraction 200
§. 10.	Wirkungen der Muskelcontraction 205
§. 11.	Unterstützungsmittel der Muskelcontraction. 208
§. 12.	Stehen 210

	Seite
§. 13. Gehen	212
§. 14. Stimme und Sprache	214
Sechster Abschnitt. Nervenphysiologie	221—324
Erstes Kapitel. Allgemeine Eigenschaften des Nervensystems.	221
§. 1. Funktionen im Allgemeinen	221
§. 2. Anatomische Bemerkungen	221
§. 3. Chemische Bestandtheile der Nervensubstanz	230
§. 4. Funktionen der Ganglien und Nervenfasern im Allgemeinen	231
§. 4a. Mittheilung der Nervenzustände	237
§. 5. Arten der Nerven	241
Zweites Kapitel. Reizbarkeit und Reize der Nervenfasern und Ganglien.	244
§. 6. Allgemeines	244
§. 7. Die verschiedenen Reize.	249
§. 8. Erscheinungen des gereizten Nerven	251
§. 9. Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven	253
§. 10. Veränderungen der Erregbarkeit durch den elektrischen Strom	254
§. 11. Zuckungsgesetz	258
§. 12. Elektrotonus	260
§. 13. Reizung durch den Nerven und Muskelstrom	261
§. 14. Modificationen der Erregbarkeit	263
§. 15. Absterben der Nerven.	266
Drittes Kapitel. Centripetale Erscheinungen	267
§. 16. Allgemeines	267
§. 17. Arten des Gefühls	271
§. 18. Psychische Erscheinungen	275
Viertes Kapitel. Centrifugale Erscheinungen	276
§. 19. Allgemeines	276
§. 20. Automatische Bewegungen	278
§. 21. Incitirte Bewegungen im Allgemeinen. — Reiz- bewegungen	282
§. 22. Reflexbewegungen	283
§. 23. Willkürliche Bewegungen	287
§. 24. Durch psychische Einflüsse erregte, nicht will- kürliche Bewegungen	292
§. 25. Hemmungserscheinungen	292
Fünftes Kapitel. Funktionen der einzelnen Nervenorgane	293

	Seite
§. 26. Hemisphären des grossen Gehirns	293
§. 27. Streifen- und Sehhügel	294
§. 28. Vierhügel	295
§. 29. Kleines Gehirn	295
§. 30. Gehirnschenkel und verlängertes Mark	296
§. 31. Rückenmark	298
§. 32. Nervus sympathicus	300
§. 33. Funktionen der Gehirnnerven	305
Sechstes Kapitel. Innervation einzelner Organe	
§. 34. Innervation der Iris	314
§. 35. Athembewegungen	315
§. 36. Innervation des Herzens	317
§. 37. Innervation des Magens und der Gedärme	320
§. 38. Innervation der Harnblase	322
§. 39. Innervation der Drüsenzellen	323

Siebenter Abschnitt. Sinnesempfindungen 325—370

Erstes Kapitel. Gesichtssinn		325
§. 1. Erfordernisse zum deutlichen Sehen		325
§. 2. Entwerfung des Bildes		325
§. 3. Akkomodation		330
§. 4. Irisbewegung		333
§. 5. Achromasie		334
§. 6. Empfindung der Retina		335
§. 7. Erregungsursachen der Retina		340
§. 8. Nachwirkungen der Erregung		341
§. 9. Bewegung des Bulbus		342
§. 10. Das Richten der Gesichtsubjecte		344
§. 11. Einfachsehen mit zwei Augen		345
§. 12. Sehen von Körpern		348
§. 13. Irradiation		348
§. 14. Beurtheilung der Grösse		349
§. 15. Thränen. Meibom'sche Drüsen		349
Zweites Kapitel. Gehörsinn		349
§. 16. Allgemeines		349
§. 17. Modificationen des Schalles		353
§. 18. Schalleitung		354
§. 19. Gehörsempfindungen und Gehörsvorstellungen		360
§. 19a. Halbcirkelförmige Kanäle		361
Drittes Kapitel. Geruchsinn		363
§. 20. Erfordernisse		363

Inhaltsverzeichnis.

XIX

	Seite
§. 21. Riechschleimhaut	364
§. 22. Riechbare Stoffe	365
Viertes Kapitel. Geschmackssinn	365
§. 23. Erfordernisse	365
§. 24. Schmeckende Stoffe	366
§. 25. Empfindung	366
Fünftes Kapitel. Tastsinn	366
§. 26. Tastsinn	366
§. 27. Temperatursinn	367
§. 28. Drucksinn	367
§. 29. Ortssinn	368
§. 30. Psychophysisches Gesetz.	369

Achter Abschnitt. Zeugung und Entwicklung 371—405

 Erstes Kapitel. Von der Zeugung. 371

§. 1. Erfordernisse	371
§. 2. Der männliche Samen.	371
§. 3. Weibliches Ei.	375
§. 4. Menstruation	376
§. 5. Befruchtung	377
§. 6. Schwangerschaft.	378
§. 7. Placenta.	380

 Zweites Kapitel. Entwicklung des Embryo
aus dem Ei 382

§. 8. Abschnürung des Embryo aus dem Ei	383
§. 9. Von den Theilen, welche den Embryo umhüllen	384
§. 10. Die Räume des Fruchthofes	385
§. 11. Die Schichten des Embryo	385
§. 12. Blutcirculation durch Nabelblase u. die Allantois	386
§. 13. Amnion	388
§. 14. Nabelstrang	389
§. 15. Blätter der Keimhaut.	389
§. 16. Nervensystem.	396
§. 17. Auge	397
§. 18. Gehörorgan.	398
§. 19. Kiemenbogen und Kiemenspalten	398
§. 20. Knochensystem	399
§. 21. Darmkanal.	400
§. 22. Harn- und Geschlechtswerkzeuge	402
§. 23. Geburt und Wochenbett.	403

	Seite
Anhang I. Uebersicht einiger physiologisch wichtiger organischer Verbindungen	406
Kohlehydrate	406 u. 407
Traubenzucker	—
Milchzucker	—
Inosit	—
Dextrin	—
Glycogen	—
Alkohole	408
Alkoholradikal	—
Cholesterin	—
Glycerin	—
Fettsäuren	410
Ameisensäure	—
Essigsäure	—
Buttersäure	—
Palmitinsäure	—
Stearinsäure	—
Milchsäure	411
Paramilchsäure	—
Fette	—
Albuminate (Proteinsubstanzen)	—
Serumalbumin	412
Eieralbumin	—
Casein oder Kali-Albuminat	—
Fibrin	—
Fibrinogen	—
Syntonin	—
Myosin	—
Mucin	413
Pepsin	—
Protagon	—
Amide	414
Amidosäuren	—
Carbamid	—
Harnstoff	—
Isaethionsäure	—
Isaethionamid	—
Taurin	—
Glycin	—
Amidoessigsäure	—
Leucin	—
Amidocaprinsäure	—
Caprinsäure	415
Harnsäure	—
Allantoin	—

Inhaltsverzeichnis.

XXI

	Seite
Xanthin	415
Sarkin	—
Hypoxanthin	—
Kreatin	—
Kreatinin	—
Glykocholsäure	—
Taurocholsäure	—
Cholsäure	—
Hippursäure	416
Tyrosin	—
Farbstoffe	—
Leimgebende Gewebe	417
Glutin	—
Chondrin	—
Anhang II. Uebersicht einiger wichtiger Reactionen	418
Anhang III. Wichtigste Aschenbestandtheile . . .	419
Register	420

Wirkung des schon vor langer Zeit von mir empfohlenen Mittels zur mikromechanischen Analyse, nämlich einer Verbindung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali nochmals hinweisen. Zur Demonstration der Knorpelzellen, der traubenförmigen Drüsen, der glatten Muskelfasern, der Achsencylinderfibrillen, des Achsencylinders und vieler anderen Gewebe ist es in passender Anwendung sehr empfehlenswerth.

Ich habe mich einer möglichen Kürze befleissigt, möchte aber das Wort Compendium auch im alten Ciceronianischen Sinne verstanden wissen, wo es Gewinn und Nutzen bedeutet; und es gerne definiren: Compendium est, quod pendendo lucratur.

Greifswald im August 1874.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Elementarbestandtheile des menschlichen Körpers . . .	6
Binäre (anorganische) Verbindungen, welche im Körper vorkommen	7
Nahrungsstoffe	8
Nahrungsmittel	9
Erster Abschnitt. Respiration.	13—40
§. 1. Zweck	13
A. Lungenathmung.	15
§. 2. Inspiration	15
§. 3. Elasticität der Lungen	20
§. 4. Expiration	21
§. 5. Verhalten der Respirationsorgane selbst während des Athmens und nach demselben	22
§. 6. Geräusche, welche durch das Athmen hervorge- bracht werden	23
§. 7. Wirkung des Athmens auf das Herz.	24
§. 8. Bauchpresse	25
§. 9. Grösse und Frequenz des Athmens	25
§. 10. Erregung der Athembewegungen	26
§. 11. B. Blutathmung	30
§. 12. C. Athmung der Gewebe	34
§. 13. Ein- und Ausathmungsluft	36
§. 14. Bestimmung der Kohlensäure	39
§. 15. Athmen in verschiedenen Gasarten	40
Zweiter Abschnitt. Verdauung	41—78
§. 1. Zweck	41
Erstes Kapitel. Verdauung in der Mundhöhle	42
§. 2. Mundflüssigkeit	42

	Seite
§. 3. Mundspeichel	44
§. 4. Schleim, Oberhaut und Speichelkörperchen in der Mundflüssigkeit	47
Zweites Kapitel. Kau- und Schluckbewe- gungen	
§. 5. Kaubewegung	48
§. 6. Zungenbewegungen	49
§. 7. Schlingbewegungen	49
§. 8. Bewegungen des Schlundes und der Speiseröhre	50
Drittes Kapitel. Funktionen des Magens.	
§. 9. Chymus	51
§. 10. Magensaft und Magenschleim	51
§. 11. Magengase und Darmgase.	56
§. 12. Magenbewegungen	58
Viertes Kapitel. Funktion der Leber.	
§. 13. Ueberblick	59
§. 14. Galle	59
§. 15. Glycogen	63
§. 16. Fett.	64
§. 17. Faktoren der Leberprodukte	66
Fünftes Kapitel. Funktion der Bauchspei- cheldrüse.	
§. 18. Gewinnung des Bauchspeichels.	68
§. 19. Eigenschaften und Funktionen des Bauchspeichels	69
§. 20. Chemische Bestandtheile des Bauchspeichels	69
§. 21. Absonderung	70
Sechstes Kapitel. Funktionen des Dünndarms	
§. 22. Uebersicht	70
§. 23. Darmsaft	71
§. 24. Aufnahme durch Zotten und Capillargefässe der Darmschleimhaut.	72
§. 25. Bewegung des Dünndarms	74
Siebentes Kapitel. Funktion des Dickdarms	
§. 26. Excremente	76
§. 27. Entleerung der Excremente	76
Dritter Abschnitt. Lymphe und Blut	79—123
Erstes Kapitel. Lymphe.	
§. 1. Allgemeines	179

verhält; 3) von den Widerständen. Wenn durch dieselben eine mechanische Bewegung aufgehoben wird und die bewegende Kraft in eine chemische oder sogenannte Verwandtschaftskraft sich umsetzt, so werden Theile aus ihrer Verbindung gerissen und dadurch eine grössere Auflösung bewirkt. Wenn z. B. durch die Muskelbewegung Kohlensäure entsteht, so gehen Kohle und noch andere Stoffe verloren, welche zu der Bildung der Kohlensäure erfordert werden. Es wird hier also ein grösserer Substanzverbrauch stattfinden, als wenn etwa eine Arterie passiv ausgedehnt wird und durch ihre Elasticität sich wieder verengt. 4) Von der Structur der Organtheile. Manche widerstehen äusseren Einwirkungen viel länger als andere. Zu jenen gehören die geformten und an einander gereihten Gewebe; während die Flüssigkeiten und die ungebundenen Theile leichter verbraucht zu werden scheinen.

Wenn die Kräfte beständig ihre Form ändern, wenn die Bewegungen gleichfalls sich umwandeln, wenn die bewegungsfähige Substanz verbraucht wird, so müssen alle diese Factoren der Erscheinungen des menschlichen Körpers fort und fort ersetzt werden. Der menschliche Körper kann sich daher nur erhalten, wenn von Aussen passende Nahrungsmittel und atmosphärische Luft zugeführt, wenn Excremente, Harn, ausgeathmete Luft, Hautausdünstung entleert werden. Um dies auszuführen, sind vielerlei Vorrichtungen nöthig. Indessen gibt es 2 Funktionen, ohne deren Bestand in kurzer Zeit alle übrigen erlöschen, so dass unbedingt der Tod erfolgt, nämlich Respiration und Herzbewegung. Um diese so lange als möglich zu erhalten, gibt der übrige Körper, wenn ihm keine Nahrung von Aussen zugeführt wird, seine eigenen Vorräthe her, bis endlich nicht mehr Material genug vorhanden ist, dass jene Organe ihre Arbeiten verrichten können.

Luftmangel hingegen bedingt raschen Tod, weil in der kürzesten Zeit der Sauerstoff mit Begierde von

Ersatz der
verbrauchten
und um-
gewandelten
Kräfte.

Herzbewe-
gung und
Respiration
als Trieb-
federn der
Erhaltung.

	Seite
Zweites Kapitel. Besondere Ernährungser-	
	scheinungen 144
§. 9.	Aufnahme von Stoffen ins Blut 144
§. 10.	Assimilation 148
§. 11.	Regeneration 148
§. 12.	Retention 150
§. 13.	Vicariirende Einrichtungen 151
§. 14.	Inanition 152
§. 15.	Stoffwechsel 154
Drittes Kapitel. Elektrizität. 156	
§. 16.	Erkennungsmittel elektrischer Ströme 156
§. 17.	Muskelstrom 158
§. 18.	Nervenstrom 160
§. 19.	Froschhautstrom 161
Viertes Kapitel. Wärme 161	
§. 20.	Allgemeines 161
§. 21.	Bestimmung der Temperatur des Körpers 162
§. 22.	Entstehung der Körperwärme 163
§. 23.	Fortleitung der Wärme 164
§. 24.	Wärmeverlust und Wärmeersatz 165
§. 25.	Wärmemenge 166
Fünftes Kapitel. Absonderung. Sekretion 167	
§. 26.	Allgemeines 167
§. 27.	Harnabsonderung 170
§. 28.	Eigenschaften und Bestandtheile des Urins. 173
§. 28a.	Ausleerung des Urins. 183
§. 29.	Hautabsonderung 185
§. 30.	Schweissabsonderung und Perspiration. 187
Fünfter Abschnitt. Muskelbewegungen 192—220	
§. 1.	Anatomische Bemerkungen 192
§. 2.	Chemische Bestandtheile. 196
§. 3.	Vergleichung von Muskel und Blut. 196
§. 4.	Todtenstarre (rigor mortis). 197
§. 5.	Funktion der Muskeln. 198
§. 6.	Muskelreize. Irritabilität 198
§. 7.	Zustand des Muskels 199
§. 8.	Blutzufluss. 199
§. 9.	Erscheinungen der Muskelcontraction 200
§. 10.	Wirkungen der Muskelcontraction 205
§. 11.	Unterstützungsmittel der Muskelcontraction. 208
§. 12.	Stehen 210

	Seite
§. 13. Gehen	212
§. 14. Stimme und Sprache	214

Sechster Abschnitt. Nervenphysiologie 221—324

Erstes Kapitel. Allgemeine Eigenschaften des Nervensystems. 221

§. 1. Funktionen im Allgemeinen	221
§. 2. Anatomische Bemerkungen	221
§. 3. Chemische Bestandtheile der Nervensubstanz	230
§. 4. Funktionen der Ganglien und Nervenfasern im Allgemeinen	231
§. 4a. Mittheilung der Nervenzustände	237
§. 5. Arten der Nerven	241

Zweites Kapitel. Reizbarkeit und Reize der Nervenfasern und Ganglien. 244

§. 6. Allgemeines	244
§. 7. Die verschiedenen Reize.	249
§. 8. Erscheinungen des gereizten Nerven	251
§. 9. Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven	253
§. 10. Veränderungen der Erregbarkeit durch den elektrischen Strom	254
§. 11. Zuckungsgesetz	258
§. 12. Elektrotonus	260
§. 13. Reizung durch den Nerven und Muskelstrom	261
§. 14. Modificationen der Erregbarkeit	263
§. 15. Absterben der Nerven.	266

Drittes Kapitel. Centripetale Erscheinungen 267

§. 16. Allgemeines	267
§. 17. Arten des Gefühls	271
§. 18. Psychische Erscheinungen	275

Viertes Kapitel. Centrifugale Erscheinungen 276

§. 19. Allgemeines	276
§. 20. Automatische Bewegungen	278
§. 21. Incitirte Bewegungen im Allgemeinen. — Reizbewegungen	282
§. 22. Reflexbewegungen	283
§. 23. Willkürliche Bewegungen	287
§. 24. Durch psychische Einflüsse erregte, nicht willkürliche Bewegungen	292
§. 25. Hemmungserscheinungen	292

Fünftes Kapitel. Funktionen der einzelnen Nervenorgane. 293

und der Wasserstoff, welche im lebendigen Körper vom Sauerstoff in Beschlag genommen werden, um daraus Kohlensäure und Wasser zu bilden. Die Nahrungstoffe liefern das oxydirbare Material; indem die Elemente derselben auseinandergerissen werden, entstehen nothwendig andere Zersetzungen. Zuletzt gehen aus dem Körper als Endproducte Kohlensäure und Ammoniak oder Verbindungen derselben hervor.

Spannkräfte sind aber nicht nur im Sauerstoff und andern chemischen Stoffen enthalten, sondern auch in den Zellen. Während die chemischen Elemente das Bestreben haben, neue ungleichartige Verbindungen herzustellen, ist bei den Zellen umgekehrt die Tendenz vorhanden, sich zu erhalten. Es ist eine ausgemachte Sache, dass die Spannkräfte der Zellen niemals zu lebendigen Kräften werden, wenn nicht Oxydationen und andere chemische Processe vor sich gehen. Man kann sagen, dass die chemischen Verwandtschaftskräfte sich umsetzen in Zellenkräfte und diese wieder in chemische. Hierauf beruht der sogenannte Stoffwechsel.

Stoffwechsel.

Nerven-
system.

Es ist bemerkenswerth, dass die Spannkräfte der Muskeln und der Drüsen in der Regel nicht eher zur Aeusserung kommen, als bis zuvor eine Anregung von dem Nervensysteme gegeben ist. Manche Autoren haben diese Uebertragung der Kräfte der Nervenzellen in solche der Muskeln und Drüsen mit dem Namen der Auslösung bezeichnet.

Elementarbestandtheile des menschlichen Körpers.

Namen.	Zeichen.	Atomgewicht. *)
Sauerstoff	O	H=1. 16,0
Wasserstoff	H	1,0
Stickstoff	N	14,0

*) Die Atomgewichte sind nach der neuern chemischen Theorie angegeben.

Elementarbestandtheile.

7

Name.	Zeichen.	Atomgewicht.
Kohlenstoff	C	12,0
Schwefel	S	32,0
Phosphor	P	31,0
Fluor	Fl	19,0
Chlor	Cl	35,5
Natrium	Na	23,0
Kalium	K	39,1
Calcium	Ca	40,0
Magnesium	Mg	24,0
Silicium	Si	28,0
Eisen	Fe	56,0

Binäre (anorganische) Verbindungen, welche im Körper vorkommen.

Wasser $H_2 O$
 Ammoniak NH_3
 Kohlensäure CO_2
 Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) $H Cl$
 Schwefelsäure $SH_2 O_4$
 Phosphorsäure $PH_3 O_4$
 Sumpfgas (Methylwasserstoff) CH_4
 Schwefelwasserstoff H_2S
 Chlornatrium (Natriumchlorid) $Na Cl$
 Chlorkalium (Kaliumchlorid) $K Cl$
 Fluorcalcium (Calciumfluorid) $Ca Fl_2$
 Kohlensaures Natrium (Natriumcarbonat) $CNa_2 O_3$
 Saures kohlensaures Natrium $CHNa O_3$
 Kohlensaures Calcium (Calciumcarbonat) $CCa O_3$
 Phosphorsaures Natrium $PNa_3 O_4$
 Saures phosphorsaures Natrium $PNa_2 HO_4$
 Phosphorsaures Kalium $PK_3 O_4$ oder $PK_2 HO_4$
 Dreibasich phosphorsaures Calcium $P_2 Ca_3 O_8$
 Saures phosphorsaures Calcium $P_2 Ca H_4 O_8$
 Phosphorsaures Magnesium $PMg_3 O_4$

Schwefelsaures Natrium $\text{SNa}_2 \text{O}_4$
 Schwefelsaures Kalium $\text{SK}_2 \text{O}_4$
 Kieselsäure Si O_2 .

Nahrungsstoffe.

Die meisten Nahrungsmittel sind Gemenge von andern zusammengesetzten Substanzen, welche aus jenen durch verschiedene chemische Prozeduren getrennt werden können. So scheidet man z. B. durch Auswaschen aus den zerriebenen Kartoffeln die Stärke als unlöslichen Bodensatz, während das Wasser die Eiweissstoffe in Lösung hält. — Solche aus den Nahrungsmitteln ausgeschiedene Substanzen, welche auch einzeln genossen werden, nennt man Nahrungsstoffe. Die Pflanze bereitet dieselbe in ihrem Körper aus Bestandtheilen des Bodens und der Luft. Die pflanzenfressenden Thiere verwandeln die pflanzlichen Nahrungsstoffe in thierische. Das Pflanzenreich bereitet also die Nahrungsstoffe und auch die Nahrungsmittel für Thiere und Menschen vor. Aus dem Mineralreich wird nur noch das Kochsalz entnommen. Alle übrigen Mineralbestandtheile der Nahrung liefert bereits der pflanzliche Organismus.

Die Nahrungsstoffe zerfallen in:

1) stickstoffhaltige:

Protein-
substanzen.

a) gerinnungsfähige = Albuminate (Protein-substanzen). Die wichtigsten sind folgende: Fleischfaserstoff oder Syntonin, Blutfaserstoff oder Fibrin, Pflanzenfaserstoff oder Kleber; Eiweiss in dem Weissen und in dem Dotter des Eies; Blutalbumin, Käsestoff aus der Milch, Legumin der Hülsenfrüchte.

Collagen-
substanzen.

b) leimgebende Substanzen, welche durch anhaltendes Kochen in löslichen Leim (Colla) umgewandelt werden können: Bindegewebe, Knorpel etc.

- c) Alkaloïde: Theobromin ($C_7 H_8 N_4 O_2$) in den Cacaobohnen, Coffein und Thein ($C_8 H_{10} N_4 O_2 + H_2 O$) im Kaffee und Thee. **Alkaloïd.**
- 2) stickstofflose:
- a) Die kohlenstoffreichen (77 $\frac{0}{0}$ C.) neutralen Fette aus dem Pflanzen- und Thierreiche bestehen vorzugsweise aus den Glyceriden der Stearinsäure, Palmitinsäure und Oelsäure; **Fette.**
- b) Kohlehydrate (44 $\frac{0}{0}$ C.), d. h. Kohle mit den Elementen des Wassers: Stärke $C_6 H_{10} O_5$, Traubenzucker $C_6 H_{12} O_6$, Milchzucker $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$, Rohrzucker $C_{12} H_{22} O_{11}$. **Kohlehydrate.**
- 3) Anorganische, welche oben als Elementarbestandtheile und als binäre Verbindungen aufgeführt sind, namentlich Kali-Natron-Chlor-Verbindungen, phosphorsaure Erden und Eisen. **Salze.**

Nahrungsmittel.

Die drei vorgenannten Arten von Nahrungsstoffen sind häufig von der Natur in einer und derselben Substanz vermischt und eine solche nennt man Nahrungsmittel. Instinkt und Erfahrung haben gelehrt, dass, wenn dieselben zur Erhaltung des individuellen Lebens ausreichen sollen, die Nahrungsstoffe in einem bestimmten Verhältnisse zu einander stehen müssen. So z. B. braucht der Körper täglich ungefähr 4 Mal so viel trockne Stärke oder $2\frac{1}{2}$ Mal so viel Fett als trockne Albuminate. In den Nahrungsmitteln sind C und N, abgesehen von den Salzen, die wesentlichen Bestandtheile, deren absolute und relative Menge die Vollständigkeit bedingt. Es sind ungefähr täglich 20 Grm. N und 12 Mal so viel C zur Erhaltung erforderlich. Diese Elemente kann jedoch der Körper als solche nicht assimiliren. Sie sind nur brauchbar, wenn sie in einer Verbindung mit andern Elementen (namentlich

**Verhältnis
der Bestandtheile des
Nahrungsmittel.**

O und H) gereicht werden. Aber auch diese Verbindung kann nicht beliebig sein. Zur Nahrung passen nur Stoffe, in denen die Atome der obengenannten Elemente in einer ganz bestimmten Weise an einander gelagert sind. Eine Substanz kann N. C. O. H. enthalten und doch nicht nähren. Die leimgebende Substanz in den Membranen enthält ungefähr 18% N und 6 Mal so viel C; das Eiweiss 15% N und 3 $\frac{1}{2}$ Mal so viel C. Würde ein Mensch anstatt des letztern bloß leimgebende Substanz geniessen, so würde er verhungern; obwohl er eben so viel N und C seinem Körper zuführen könnte. Inwiefern ein bestimmter Atomencomplex die Ernährungsfähigkeit bedingt, darüber lässt sich bis jetzt keine entsprechende Antwort geben.

Das Verhältniss der Nahrungsstoffe zu einander lehrt zwar die Zusammensetzung der Milch und der Eier (inclusive der Schale), jedoch muss man dabei ins Auge fassen, dass jene nur für Kinder und junge Thiere ausreichen, dass aber der erwachsene Mensch und das ausgewachsene Thier noch andere Aufgaben zu erfüllen haben, als dies in der Jugend der Fall ist. Daher muss die Erfahrung, welche man bei den Nahrungsmitteln Erwachsener gemacht hat, die Lücke ausfüllen. Da in den stickstofflosen Substanzen die Kohle das Wesentliche ist, so kann man nach dem Kohlegehalt Fett und Kohlehydrate mit einander vergleichen. Gut ausgelassenes Fett enthält nahezu 77% C, ganz trockne Stärke 44%. Die käufliche ist indessen nicht ganz wasserfrei, und enthält in der Regel nur 37,5%. 2,4 Stärke sind ungefähr gleich 1 Fett; 7 Milchzucker gleich 4 Fett, 500 Grm. Fett gleich 1200 Grm. Stärke.

Im Folgenden sollen von den wichtigsten Nahrungsmitteln die in ihnen enthaltenen wesentlichen Nahrungsstoffe ihrer Quantität nach angegeben werden. Es sind dies jedoch nur annähernde Werthe, weil die Bedingungen zur Production sowohl pflanzlicher als thierischer Substanzen ausserordentlich verschieden sind.

Kuhmilch 86—90 $\frac{0}{0}$ Wasser 10—14 $\frac{0}{0}$ feste Substanzen, darunter 3—4 $\frac{0}{0}$ Käsestoff 3,4—5,3 $\frac{0}{0}$ Milchzucker und sehr variable Mengen Butter, meist zwischen 4 und 5 $\frac{0}{0}$; Salze (meist Chloralkalien und phosphorsaure Verbindungen) $\frac{1}{2}$ $\frac{0}{0}$. Die Milch reagirt gewöhnlich alkalisch oder neutral, mitunter jedoch die ganz frische bereits sauer. Sie coagulirt durch Pepsin und Säuren. Beim Stehen verwandelt sich der Milchzucker in Milchsäure.

Fettfreies Ochsenfleisch 74 $\frac{0}{0}$ Wasser 26 $\frac{0}{0}$ feste Substanz. Aufgelöst in der Fleischflüssigkeit sind hauptsächlich Eiweiss und Kreatin, sowie die Salze. Die klare Fleischbrühe enthält das Kreatin und die Salze; sie gehört zu den Genussmitteln, vergl. V. § 2.

Weizenmehl enthält Albuminate	16,5	Stärke	56,2
Roggen	11,9	„	60,9
Erbsen und Bohnen	28	„	38,8
Reis	7,4	„	86,2
Kartoffeln	2,5	„	20

Die Kartoffeln sind reicher an Kali (47 $\frac{0}{0}$ der Asche) und ärmer an Phosphorsäure (12 $\frac{0}{0}$ der Asche), als Getreide und Hülsenfrüchte.

Ausser den eigentlichen Nahrungsmitteln bedarf der Körper noch gewisse Substanzen, deren wesentlicher Zweck Erregung des Nervensystems ist, dahin gehören Kaffee, Thee, Chokolade, alkoholische Getränke. Man nennt sie Genussmittel.

Unentbehrlich sind endlich die Nährsalze, namentlich Verbindungen von Phosphorsäure und Chlor mit verschiedenen Basen. Schon das Geschmacksorgan findet Speisen ohne Salz fade. Im Blute und in allen Gewebtheilen sind anorganische Verbindungen. Thiere, welchen man den Salzzusatz zum Futter entzieht, verlieren ihre Lebhaftigkeit, ihr gutes Aussehen. Alles dies deutet auf die Wichtigkeit dieser Nahrungsbestandtheile.

Erfahrungsmässig erhält sich ein erwachsener thätiger Mann bei guter Gesundheit, wenn er täglich verzehrt, das Wasser abgerechnet:

130 Grm. Albuminate	=	20,15 N
84 „ Fett	=	64,68 C
400 „ Kohlehydrate	=	176 C
10 „ Salze.		

Berechnet man den Nährwerth von Fett und Kohlehydraten nach ihrem Gehalte an C, so würden 400 Kohlehydrate gleich 228 Fett und 84 Fett=147 Kohlehydraten gleichkommen.

Erster Abschnitt.

Respiration.

§. 1. Zweck.

Unter Athmen versteht man diejenigen Vorgänge im Erfordernd zur Verbrennung im Körper. thierischen Organismus, durch welche ein Verbrennen von Kohle zu Kohlensäure in den lebendigen Körpertheilen möglich gemacht wird. Hierzu sind erforderlich: 1) Brennmaterial, d. h. Kohle, welche unter normalen Verhältnissen durch die Nahrung zugeführt wird; 2) Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft; 3) Luftzug, welcher O zu- und CO₂ ausführt. Dies geschieht in der Brusthöhle wie in einem Blasebalge durch Ausdehnen und Verengern des thorax; hingegen geht vom Blute O zu den Geweben und CO₂ von diesen ins Blut durch Diffusion. 4) Vermittelnde Vorrichtungen, um die Verbindungen von O und C zu veranlassen. Wie die Kohle im Ofen erst zum Glühen gebracht werden muss, bevor sie sich mit O verbindet, so verbrennt sie im Thierkörper nur in der Umgebung einer in Zersetzung begriffenen stickstoffhaltigen Substanz.

Nicht immer erfolgt aber die Bildung von Kohlensäure durch einen direkten Verbrennungsprocess, sondern es wird dieselbe auch aus festen schon bestehenden Verbindungen ausgeschieden, nachdem durch hinzutre-

tenden Sauerstoff neue chemische Prozesse eingeleitet worden sind; s. § 11.

Orte der
Verbren-
nung.

Die Orte, an welchen die Verbrennung vor sich geht, sind hauptsächlich die feinsten blutführenden Gefässe und ihre Umgebung: Parenchymflüssigkeit und Gewebe. Nur durch Vermittlung des Blutstroms können die einzelnen Körpertheile ihrem Athembedürfnisse genügen, weil zu allen Blut hinfliesst. Dieses speist die Organe mit O und nimmt von ihnen CO₂ auf. Andererseits erhält das Blut überall, wo dasselbe mit atmosphärischer Luft in Berührung kommt, O aus derselben, und gibt wiederum CO₂ ab. — Eine solche Communication des Blutes mit der atmosphärischen Luft erfolgt hauptsächlich in den Lungen, aber auch auf der Haut und der Oberfläche des Nahrungskanals. Es bestehen besondere Vorrichtungen, welche regelmässig die Luft in die Lungen ein- und aus denselben ausführen.

Äussere und
innere Ath-
mung.

Der Athmungsprocess setzt sich aus drei Abschnitten zusammen, und in der Darstellung müssen betrachtet werden:

1) die Verhältnisse zwischen atmosphärischer Luft einerseits, Lungen und Haut andererseits — äussere Athmung —

2) zwischen Luft der Lungen und des Blutes.

3) zwischen den Gasen des Blutes und den Gasen, welche sich in den Geweben entwickeln.

Die unter 2) und 3) zu untersuchenden Verhältnisse machen die sogenannte innere Athmung aus.

Zweck.

Der Zweck des Athmens ist: 1) den Sauerstoff zuzuleiten, ohne welchen für die Dauer die Zellen ihre Bildungs- und Productionsfähigkeit verlieren und durch welchen die für die Erhaltung des Lebens nothwendigen chemischen Verbindungen eingeleitet werden; 2) durch die Verbrennung Wärme zu erzeugen; 3) die für die Lebenserhaltung schädliche Anhäufung von Kohlensäure zu verhindern.

A. Lungenathmung,

In rhythmischen Bewegungen erweitert und verengert sich der thorax, nimmt erst Luft auf (Inspiration), und gibt sodann Luft ab (Exspiration). Bei jener füllen sich die Lungen und schieben sich median- und abwärts bis zur 11. Rippe, bei der Exspiration steigen sie wieder bis zur 6.—7. Rippe herauf.

Inspiration
und Exspira-
tion.

Der Zug (negative Druck), welcher von den Athemorganen beim Einathmen ausgeübt wird und der Druck, welcher bei dem Ausathmen wirkt, lässt sich messen, indem man das Ende eines Quecksilbermanometers luftdicht in ein Nasenloch einführt. Beim gewöhnlichen Einathmen sinkt die Quecksilbersäule gewöhnlich nur um 1—3 Mm., beim sehr tiefen um 30 bis 70; beim gewöhnlichen Ausathmen um 3 Mm., beim möglichst starken um 80—100 Mm. — Diese Masse sind indessen sehr wechselnd.

§. 2. Inspiration.

Durch den Druck der Atmosphäre, welche mit der Innenfläche der Lungen in Verbindung steht, können die aus unzähligen, mit einander communicirenden Bläschen (Alveolen) zusammengesetzten Lungen deshalb ausgedehnt werden, weil die Aussenfläche der Lungen luftdicht an ihrer Umgebung, d. h. Rippen und Zwerchfell, anliegt, daher der Druck nur einseitig auf die Innenfläche wirkt. Daraus folgt, dass im ruhigen Zustande, d. h. wenn nicht geathmet wird, sowie auch nach dem Tode die Lungen immer ausgedehnt sind, gerade so wie ausgeschnittene Lungen, welche man unter die Glocke der Luftpumpe in der Art bringt, dass die an ihnen noch befindliche Luftröhre mit der äussern Luft in Berührung bleibt. Vor der Geburt lagen die Wände der Alveolen an einander. Sobald aber zum ersten Male geathmet worden und Luft in die Lungen eingedrungen ist, bleiben letztere für immer ausgedehnt,

wenn nicht durch Verwundung oder Krankheit an die äussere Oberfläche der Lungen Luft gelangen kann. Die beständige Ausdehnung der Lungen erspart natürlich einen bedeutenden Kraftaufwand, weil einmal die Wände der Alveolen sich nicht berühren und zweitens die äussere Lungenfläche nicht dem Luftdrucke ausgesetzt, also dieser nicht zu überwinden ist.

Die Ausdehnung der Lungen ist im Ruhezustande durch den Widerstand beschränkt, den die Brust und die Zwerchfellwandungen ausüben. Wird dieser Widerstand vermindert, so nimmt natürlich in gleichem Grade die Ausdehnung zu, Dieses geschieht aber, sobald die Brust und die Zwerchfellwandungen von der äussern Fläche der Lungen abgehoben werden.

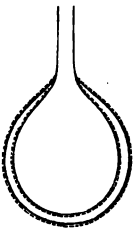
Dieses führen die Inspirationsmuskeln aus. Durch dieselben wird sowohl eine Vergrösserung des Längendurchmessers als auch der einzelnen verschiedenen grossen Querschnitte des Brustkorbes veranlasst. Gleichzeitig folgen der Bewegung der die Lungen umgebenden Theile die sich dicht anschliessenden Lungen selbst.

Der Raumzuwachs der Länge nach geschieht wesentlich durch das Zwerchfell, *respiratio abdominalis* genannt, hingegen von vorn nach hinten und von einer Seite zur andern vorzugsweise durch die *musculi intercostales* und *levatoros costarum*, *respiratio costalis* genannt.

Die in der Ruhe nach der Brust gerichtete Zwerchfellkuppel flacht sich während der Inspiration ab. Die zwei Haftstellen, an welche die Fasern des Muskels sich festsetzen, sind einmal der Sehenspiegel inmitten des Zwerchfells (*centrum tendineum*) und andererseits drei knöcherne Punkte: 1) 12. Brust-, 1.—4. Bauch-

ung der
irations-
muskeln.

Fig. 1.



Soll eine Vorstellung von der Lunge im Ruhezustande und in der Ausdehnung geben.

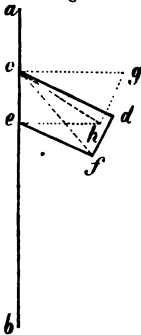
erchfell.

wirbel, 2) die sechs untern Rippen, 3) der Schwertfortsatz des Brustbeins. Das centrum tendineum muss diesen Knochen genähert werden, wenn die Abflachung des Zwerchfells geschehen soll. Wirbel und Brustbein sind an und für sich fester als jene Sehne, und die von ihnen entspringenden Muskelfasern führen ohne Weiteres die zweckentsprechenden Bewegungen aus, wenn sie sich contrahiren. Anders ist es bei den sehr beweglichen letzten Rippen. Sie würden nach innen gezogen und somit die Brusthöhle verengt werden, wenn keine Gegenwirkung stattfände. Diese ist gegeben durch folgende Umstände: 1) Wenn das Zwerchfell sich abflacht, so werden die darunter liegenden Eingeweide von ihrer Stelle geschoben und üben einen Druck auf alle sie umgebenden Theile aus. Die vordere Bauchwand wölbt sich bei jeder Inspiration hervor (daher der Ausdruck: *respiratio abdominalis*) und die Seitenwände werden nach aussen gedrängt. Die untern Rippen können sich deshalb nicht nach innen zu bewegen. Wenn man daher bei unversehrten Thieren die untere Brustabtheilung befühlt, so erkennt man bei jeder Inspiration deren Erweiterung. Oeffnet man hingegen die Bauchhöhle und entfernt die Eingeweide vom Zwerchfell, so wenden sich wirklich die Rippen einwärts. (Budge, Duchenne.) 2) Die gleichzeitig mit der Zwerchfellcontraction hervortretende Thätigkeit der *musculi intercostales* bewirkt einen Zug nach aussen und oben, wodurch also die Rippen verhindert werden, sich nach innen und unten zu wenden.

In der Nähe der Wirbel und in der Nähe des Brustbeins sind die Zwischenrippenräume nur mit einer, in dem übrigen Abschnitte mit zwei Lagen sich deckender Muskeln erfüllt. Die hintern einfachen *musculi intercostales posteriores* sind die Fortsetzungen der *levatoros costarum* und verlaufen in der Richtung von den Wirbeln gegen das Brustbein; sie erstrecken sich bis zu dem Rippenwinkel. Die vordern einfachen, die inter-

costales anteriores s. intercartilaginei, liegen zwischen den Rippenknorpeln und fangen am Brustbein an, endigen ungefähr da, wo die Knorpel aufhören. Zwischen den posteriores und anteriores ist wie gesagt eine doppelte Lage vorhanden, die externi sind die ununterbrochenen Fortsetzungen der posteriores, die interni die der anteriores. Die Wirkung aller intercostales besteht darin, das Rippenköpfchen so zu drehen, dass die vordere Fläche der Rippen nach oben gewendet wird, und ferner darin, dass in demselben Sinne die Knorpel gedreht werden. Die Drehung geschieht also um eine durch das vordere und hintere Ende jeder Rippe ge-

Fig. 2.



ab Wirbelsäule, cdef 2 Rippen in ihrer Ruhelage, c'g'e'h'f' ein m. intercostalis externus, d'f' m. intercostalis internus, cg und e'h' Lage der Rippen bei der Inspiration.

legte Axe. Dass die erstere Wirkung von den intercostales posteriores, die zweite von den anteriores hervorgebracht wird, ist unbestritten. Hingegen glaubte man früher, dass die dazwischen liegenden externi blos bei der Inspiration, die interni bei der Expiration thätig seien, und zwar deshalb, weil die interni beim Heben der Rippen sich verlängern müssten, wie aus Fig. 2 hervorgeht.

Die Verlängerung beträgt aber in Wirklichkeit sehr wenig und hindert nicht, dass die contrahirende Kraft der Muskeln das Uebergewicht behält. Interni und externi sind Inspirationsmuskeln. Dieses ist bestätigt durch Vivisectionen (Haller, Budge), sowie durch Beobachtungen an Kranken (Duchenne, Ziemssen u. A.). Dadurch, dass die obersten beiden Rippen fester, als die folgenden sind, bilden dieselben einen Fixationspunkt, gegen welchen die übrigen heraufgezogen werden. Während der Inspiration sollen die

Rippen nur gehoben, nicht einander genähert werden, und der entgegengesetzte Verlauf der interni und externi bewirkt eine Feststellung dieses Theils der Rippen, zwischen welchen sie liegen. Durch die Contraction der Intercostalmuskeln wird sowohl der Brustraum von vorn nach hinten, als von einer Seite zur andern erweitert.

Ausser diesen beiden hauptsächlichsten Inspirationsmuskeln, diaphragma und mm. intercostales, wird das Einathmen, besonders wenn Hindernisse obwalten, unterstützt durch die mm. scaleni, sternocleidomastoidei, pectorales und alle Muskeln, welche die Rippen dem Schulterblatte oder den Wirbeln nähern.

Hilfsmuskeln.

Während die Wandungen, an welchen die Lungen anliegen (Innenwand des thorax, Zwerchfell), von letztern sich abheben, die Lungen aber gleichzeitig jener Bewegung folgen, und daher die Luft in denselben verdünnt wird, stehen die Aussenfläche der ganzen Brusthöhle, sowie die den Kehlkopf und die Nasenhöhle umgebenden Theile unter einem stärkern Drucke, und es würde bei jeder Inspiration eine Einsenkung erfolgen, wenn nicht durch Knorpel (an der Nase, dem Kehlkopf und der Luftröhre), durch Bänder, Knochen und Muskeln hinlänglich Widerstand geleistet würde. Je längere Zeit die Inspiration dauert, d. h. je langsamer die Ausgleichung des Druckes innerhalb des Respirationkanals mit dem Drucke der äussern atmosphärischen Luft von statten geht, desto mehr tritt hingegen die Wirkung des äussern Luftdrucks zu Tage. Daher senken sich bei Verengerungen innerhalb des Respirationkanals oder andern Hindernissen die Intercostalsräume beim Einathmen ein. Wenn bei einem Thiere die Bauchhöhle eröffnet und eine Hälfte des Zwerchfells eingeschnitten wird, so wird jedesmal beim Einathmen diese Hälfte zurückgedrängt, wie es sonst bei dem Ausathmen der Fall ist.

Steifung der Respirationswände.

Die Muskelkräfte, welche die Inspiration veranlassen,

Widerstände der Inspirationskräfte. werden theils dazu verwendet, einen gewissen Weg zurückzulegen, theils dazu, die Widerstände, welche der Erweiterung der Brust entgegenstehen, zu überwinden. Diese Widerstände sind: 1) die Schwere der Rippen, welche gehoben werden sollen; 2) der Inhalt des Unterleibs, namentlich die Darmgase, welche das Herabsteigen des Zwerchfells verlangsamen; 3) die Elasticität der Lungen (siehe §. 3); 4) der Widerstand der äussern Luft. Wenn daher in einer comprimirten Luft geathmet wird, so wird das Athmen seltner, selbst um das Vierfache; ebenso wird, wenn Mund und Nase bei einem Thiere zugehalten werden und die Verdünnung der Luft beim Einathmen durch den Zufluss der äussern Luft nicht ausgeglichen werden kann, sogleich die Athemfrequenz beträchtlich herabgesetzt.

§. 3. Elasticität der Lungen.

Elastisches Gewebe der Lungen. Das Lungengewebe ist sehr reich an elastischen Fasern.

Eine ausgeschnittene und aufgeblasene Lunge zieht sich in Folge ihrer grossen Elasticität wieder zusammen, wenn die Ursache ihrer Ausdehnung aufgehört hat. Während des Lebens und nach dem Tode sind die Lungen aufgeblasen, weil die atmosphärische Luft nur auf die Innenfläche der Hohlräume drückt. Die Lungen würden sich auch innerhalb des unverletzten thorax zusammenziehen, wenn der Luftdruck nicht eine grössere Kraft repräsentirte, als die Elasticität. Die Wirkung von jenem ist indessen um so viel vermindert, als diese ausmacht (s. u.), sie hört ganz auf, wenn die Lungen von innen und von aussen der Luft ausgesetzt sind. Dann erst kann sich die Elasticität vollends geltend machen. Entfernt man bei einem lebenden Thiere (Kaninchen) vorsichtig an einer hautentblössen Stelle der Brust die mm. intercostales zwischen 2 Rippen, ohne die pleura zu verletzen, so sieht man die dicht

anliegende Lunge durchscheinen. Sticht man dann in die pleura und dringt Luft ein, so fällt die Lunge der verletzten Seite zusammen d. h. sie contrahirt sich vermöge ihrer Elasticität. Im normalen Zustande steht die Innenfläche der Lungen unter Atmosphärendruck minus elastischer Kraft. Das Streben der letztern, die Alveolenräume zu verengern, hat zur Folge, dass die mit der pleura verwachsenen Nachbartheile, wie Herzbeutel (s. §. 7) und Zwerchfell gegen die Lungenoberfläche gezogen werden. Die untere Fläche des Zwerchfells steht wegen der Weichheit der Bauchdecken unter Atmosphärendruck, die obere unter Atmosphärendruck minus Elasticität. In Leichen fühlt sich das Zwerchfell gespannt an, solange die Brusthöhle verschlossen ist, ein Stich in den thorax erschläft es.

Die Elasticität der Lungen wird dadurch gemessen, ^{Messung} dass man an einer Leiche, deren Lungengewebe im ^{Elasticität} normalen Zustande ist, ein Manometer in die Luftröhre einbindet und dann die Brusthöhle öffnet. Das Quecksilber im Manometer steigt augenblicklich mit der Eröffnung der Brusthöhle infolge der elastischen Contractionen der Lungen um 2–5 Mm.

§. 4. Expiration.

Sie wird hauptsächlich ausgeführt durch die Elasticität ^{Expirati} der Lungen, sowie der Einathmungsmuskeln, der Rippen und des Brustbeins, welche in ihre frühere Lage zurückzukehren streben, wie auch durch die Schwere der Rippen. Dadurch wird die Brusthöhle verengt und die Luft tritt aus. Ausser dieser passiven Expiration kann auch activ eine vermehrte Verengerung hervor gebracht werden. Dieses geschieht dadurch, dass in der Brusthöhle selbst der m. sternocostalis die Rippen einwärts zieht, in der Bauchhöhle hingegen durch die Aponeuröse der mm. obliqui und transversus die Wandung nach innen gedrängt und durch den m. obliquus

externus und m. rectus die Rippen zugleich nach unten gezogen werden.

§. 5. Verhalten der Respirationsorgane selbst während des Athmens und nach demselben.

Beim ruhigen Ein- und Ausathmen bemerkt man an der Nase, dem Gaumen, dem Kehlkopf wenig Veränderung. Die Stimmritze zeigt nach Untersuchungen mit dem Kehlkopfspiegel (Czermak) in ihrer ganzen Länge eine weite Oeffnung. Beim tiefen Athmen muss unterschieden werden, ob ein Athemhinderniss vorhanden ist oder nicht. Im letztern Falle verengern sich die Nasenöffnungen, um den Druck der äussern Luft zu vermehren, ähnlich wie der Zug im Ofen verstärkt wird, wenn die Luft durch schmale Oeffnungen der Ofenthüre eindringen muss. Wenn hingegen das Athmen beschwerlich ist, so erweitern sich bei der Inspiration die Nasenlöcher, der Gaumen hebt sich, die Zunge liegt auf dem Boden der Mundhöhle, der Kehlkopf tritt stark abwärts, die Stimmritze wird breiter.

Stimmritze
beim
Athmen.

Muskeln der
Luftröhre
und der
Bronchien.

An der hintern Fläche der Luftröhre befinden sich anstatt der Knorpel glatte Muskelfasern, ebenso sind in den Bronchien, sogar nach neuern, richtigen Beobachtungen (Moleschott, Rindfleisch) auch in den Alveolen Muskelfasern vorhanden, welche eine tiefe Expiration zu unterstützen vermögen.

Flimmer-
epithel.

Die ganze Schleimhaut der Respirationsorgane mit Ausnahme weniger Stellen (siehe Abschnitt 4, §. 8) ist mit einem flimmernden Epithelium besetzt. Die Bewegung der Flimmerhaare ist stets von unten nach oben gerichtet. Es ist anzunehmen, dass durch dieselbe nicht nur kleine Schleimpartikel, Staub etc. gegen den Schlund hin befördert werden, sondern dass auch eine Art von Ventilation auf diesem Wege entsteht. Nur die Alveolen selbst tragen kein Flimmerepithel, wahrscheinlich um die Diffusion der Gase nicht zu beeinträchtigen, viel-

leicht auch, weil das Pflasterepithel zugleich als secernirende Fläche dient und dazu geeigneter scheint, als das Flimmerepithel.

Sowohl in der Schleimhaut des Kehlkopfes und der Luftröhre als auch der Bronchien findet sich eine Menge von traubenförmigen Drüsen, welche Schleim absondern. Hierdurch ist die Wand dieser Theile beständig befeuchtet. In den Bronchien wie in den Alveolen wird Luft zurückgehalten und es findet sich in ihnen ein schaumiger Schleim. Daher liegen niemals die Wände der Alveolen an einander, auch dann nicht, wenn die Lungen von beiden Seiten von Luft umgeben sind.

Schleimdrüsen

Aus den Lungen einer Leiche lässt sich daher stets eine beträchtliche Luftmenge entleeren. Man schätzt dieselbe bei kräftigen Menschen auf ungefähr 2000 Kub. Cm. Wenn einmal geathmet worden ist, wird schon die Elasticitätsgrenze überschritten, die Lungen können nicht mehr von Luft ganz entleert werden, schwimmen daher auf dem Wasser.

Rückständige Luft den Lungen nach dem Tode.

§. 6. Geräusche, welche durch das Athmen hervor- gebracht werden.

Während des Einathmens vernimmt das auf die Brust aufgelegte Ohr ein Geräusch, wie es gehört wird, wenn Luft durch eine enge Oeffnung in einen weiten Raum dringt; beim Ausathmen ein Hauchen. Man nennt diese Athmungsgeräusche vesiculäre.

Athmungsgeräusch

Wird bei verschlossener Stimmritze mit Vehemenz Luft gegen dieselbe expirirt, so werden dadurch die Stimmbänder ein wenig geöffnet und zugleich zum Schwingen gebracht; es entsteht der Hustenton. Wenn die vorher verengerte vordere und hintere Nasenöffnung (die Choanen werden durch den vorgelegten Gaumen verengt) durch eine Expirationsbewegung plötzlich geöffnet wird, so entsteht Niesen. Sind Mund

Hustentönen. Schnarchen.

und Naseneingänge des Schlundkopfes verengt, so ist das langsame Ein- und Ausathmen mit dem Geräusche des Schnarchens verbunden.

§. 7. Wirkung des Athmens auf das Herz.

wirkung
Druckes
atmo-
sphaerischen
auf das
Herzblut.

Zur Zeit, in welcher nicht geathmet wird, ist, wie oben bemerkt, infolge der Elasticität der Lungen das Herz ausgedehnter, oder mit andern Worten, der Druck auf die Innenfläche des Herzens ist grösser, als auf dessen Aussenfläche. Das Blut des Herzens steht nämlich unter dem Atmosphärendruck, weil die Blutgefässe mit Ausnahme der mit festen Wänden versehenen Höhlen, nämlich Brust- und Schädelhöhle, dem Luftdrucke ausgesetzt sind. Der von Blut gefüllte Hohlraum des Herzens und der von Luft gefüllte Hohlraum der Lungen, welche beide Hohlräume an einander grenzen, würden infolge des Luftdrucks keine weitere Wirkung auf einander ausüben; aber indem sich die Lungenwandungen vermöge ihrer Elasticität zusammenzuziehen streben, üben sie einen Zug (negativen Druck) auf die Herzwan-

dungen aus, welcher bei der Inspiration sich deutlich geltend macht. Die Vorhöfe werden erweitert, aus den Venen strömt das Blut in jene ein. Die peripherischen Venen werden daher blässer, wie man das an Thieren, denen man eine Vene z. B. die jugularis externa blossgelegt hat, beim tiefen Ein-

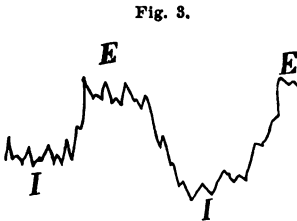


Fig. 3.
Pulsecurve während der In- und Expiration (E).

athmen ohne Weiteres sieht. Die Ausdehnung des Herzens während der Inspiration hat einen verminder-ten Blutdruck zur Folge s. Fig. 3 I.

Während des Ausathmens sind die Erscheinungen

gerade umgekehrt. Die Luft in den Lungen ist verdichtet, der Druck auf die Herzwandung vermehrt, das Herz nimmt weniger Blut aus den Venen auf, das Venenblut staut sich; bei sehr angestregten Expirationen, z. B. beim Husten, röthet sich das Gesicht, die Gehirnenen, mit Blut überfüllt, drücken auf das Gehirn, es entstehen Benommenheit und Schwindel, der Blutdruck nimmt zu s. Fig. 3 E.

§. 8. Bauchpresse.

Die gleichzeitige Contraction des Zwerchfells und Bauchpresse der Bauchmuskeln, welche willkürlich und instinkartig bei Entleerung der Excremente und der überfüllten Blase, sowie während der Geburt erfolgt, wird Bauchpresse genannt. Dieselbe übt einen bedeutenden Druck auf die Eingeweide aus, welche in der Bauch- und Beckenhöhle enthalten sind.

§. 9. Grösse und Frequenz des Athmens.

Athmungsgrösse ist der Ausdruck für das Luft- Vitale Capacität. quantum, welches bei jedem Athemzug den Respirationsraum passirt. Sie hängt von zwei Factoren ab, welche jedoch sich gegenseitig bedingen, nämlich der Ausdehnbarkeit der Lungen und der Contractionsfähigkeit der Athemmuskeln. Die Athmungsgrösse ist variabel; ihr Minimum ist während der Pause zwischen In- und Expiration; ihr Maximum erreicht sie, wenn willkürlich so viel als möglich eingeathmet und dann ausgeathmet wird. Geschieht dabei das Ausathmen in ein kalibrirtes Gefäss, in welchem das darin enthaltene Wasser durch die Ausathmungsluft verdrängt wird (Spirometer), so kann man das Volumen der ausgeathmeten Luftmenge messen. Man nennt dieses Volumen: vitale Capacität (Hutchinson.) Sie beträgt bei erwachsenen gesunden Männern zwischen 3—4000 Kub. Cm. und wächst in der Regel mit zunehmender Körperlänge.

enge und
lumen der
ft bei ge-
shullichem
Athmen.

Im Mittel gehen mit jedem Athemzuge ungefähr 500 Kub. Cm. Luft durch die Lungen. Die ausgeathmete Luft ist nahezu mit Wasserdampf gesättigt und mehr erwärmt, als die eingeathmete. Sie nimmt deshalb ein grösseres Volumen ein, als die eingeathmete.

Athem-
frequenz.

Die Folge der Athemzüge in der Zeiteinheit heisst die Frequenz der Respiration. Dieselbe hängt hauptsächlich ab: einmal von der Geschwindigkeit der Athembewegungen und dann von der Dauer der Pause. Sie beträgt im Mittel bei Neugeborenen in der Minute 44, im Alter von 1—5 Jahren 26, von 15—20 Jahren 20, in mittlern Lebensalter 14—16. Stehen, Gehen, kurz alle Bewegungen, sowie Gemüthseregungen beschleunigen die Frequenz. Die Intensität der Bewegung d. h. die Tiefe des Athemholens, steht meistens in umgekehrtem, sowie das Bedürfniss nach Luft in geradem Verhältniss zur Frequenz.

§. 10. Erregung der Athembewegungen.

noeud vital.

Die einzelnen Bewegungen, welche das Athmen zu Stande bringen, treten nicht mehr ein, wenn die dem betreffenden Muskel angehörenden Nerven, wie z. B. die nervi phrenici für das Zwerchfell, durchgeschnitten, d. h. nicht mehr mit dem Centralnerventheile in Zusammenhang sind. Dieser Centralnerventheile ist aber das verlängerte Mark und zwar die Umgebung des calamus scriptorius (noeud vital). Von dieser Stelle geht die Erregung der Athembewegungen aus (Florens). Verletzungen einer Hälfte der medulla oblongata hebt dieselben auf der entsprechender Seite, Verletzungen beider Hälften das gesammte Athmen für immer auf. Wird der Kopf eines Thieres so abgeschnitten, dass sich in demselben noch das verlängerte Mark befindet, so machen die betreffenden Muskeln des Rumpfes, dessen Nerven mithin nicht mehr mit der medulla oblongata in Verbindung stehen, keine Athembewegung mehr, hingegen

wohl die des Kopfes, indem von Zeit zu Zeit Mund und Nase spontan geöffnet und geschlossen werden, was sogar noch unter Wasser, (wenn auch in grösseren Zwischenräumen) geschieht, in welches man den abgesechnittenen Kopf fallen lässt. Hört dieses Gesichtathmen auf, so ist man im Stande, eine sehr kurze Zeit hindurch dasselbe durch Reizung (Galvanisiren) des blossliegenden verlängerten Markes wieder anzuregen.

Die Nerven für

das Zwerchfell	sind die nervi phrenici
die mm. intercostales	„ „ n. intercostales
„ mm. scaleni	„ „ n. cervicales
„ Gesichtsmuskeln	„ „ n. faciales
„ Stimmbändermusk.	„ „ n. recurrentes
„ Bauchmuskeln	„ „ n. dorsales 7—12

Alle Athemnerven wirken zuletzt auf die Athemmuskeln, aber nicht in derselben Weise. Einmal dienen letztere theils der Inspiration, theils der Expiration, und dieser Eintheilung entsprechend zerfallen die Nerven in gleichnamige zwei Klassen. Ein Nerve enthält bekanntlich eine grosse Menge Primitivfasern, von diesen kann ein Theil zu der einen, ein anderer zu der zweiten gehören. So z. B. kann man die Fasern des n. facialis, welche den levator alae nasi versorgen, als für das Einathmen bestimmt ansehen, und diejenigen desselben Nerven, die sich im depressor alae nasi verbreiten, als expiratorische. — Die Muskel- oder motorische Nerven können aber von Gefühls- oder sensiblen Nerven zur Thätigkeit angeregt werden und somit hat man zweitens direkt und indirekt wirkende und von letzteren wieder diejenigen zu unterscheiden, welche indirekt die Einathmung und solche, welche indirekt die Ausathmung beeinflussen. Es ist daher möglich, dass in einem und demselben Nerven auch Fasern von diesen 2 Arten enthalten sind. Der n. vagus gewährt ein bemerkenswerthes Beispiel. Er enthält sensible und motorische Fasern für die Einathmung und für die Ausathmung.

Wenn man nämlich durch gelinde oder mässig starke galvanische Schläge den Stamm des n. vagus am Halse reizt, und zwar nur das gegen das verlängerte Mark hinggerichtete Ende des vorher durchgeschnittenen Nerven, so zieht sich das Zwerchfell stark, selbst bis zum tetanus, zusammen. Wird der n. laryngeus superior n. vagi mit mässiger Stromstärke, oder der ganze n. vagus durch starke Schläge oder der n. laryngeus inferior ebenso gereizt, so hört die Wirkung des Zwerchfells ganz auf, das Einathmen ist inhibirt. Wird der n. laryngeus inferior peripherisch (d. h. nachdem er durchschnitten worden, sein mit den Muskeln des Kehlkopfs noch verbundenes Ende) gereizt, so contrahiren sich die Muskeln, welche die Stimmritze verengen, also beim Exspiriren gebraucht werden; — er enthält mithin motorische Expirationsnerven, weil die Verengung der Stimmritze der Ausathmungsphase angehört.

Bei Embryonen von Thieren, welche noch innerhalb der Eihäute im uterus waren, hat man Bewegungen beobachtet, die man wohl den respiratorischen ähnlich ansehen kann. Jedoch fehlen ihnen 2 wesentliche Eigenschaften, sie sind nicht rhythmisch und nicht typisch d. h. die Form derselben ist nicht gleich, ihr Ansteigen und Absinken geschehen unregelmässig und in der Zeiteinheit erfolgt nicht die gleiche Zahl. Erst mit dem Zutritt der atmosphärischen Luft treten jene charakteristischen Zeichen der Athemzüge ein. Ihr muss daher dieser Einfluss zugeschrieben werden, und insbesondere dem in derselben enthaltenen Sauerstoff. War dieser auch schon vor der Geburt aus dem Mutterblute in die kindlichen Gefässe und also auch zu dem Centralnervensysteme geführt worden, so bestand doch nur eine verhältnissmässig geringe Menge im Körper, und was das Wichtigste ist, die 2 grossen Flächen der Haut und der Lungen werden erst von der Geburt an mit Sauerstoff umspült. Es ist daher wohl die Vermuthung gestattet, dass die Erregung der Centraltheile, welche die rhyt-

mischen und typischen Athembewegungen¹ veranlasst, zum Theil wenigstens aus der Peripherie ihren Ursprung nimmt. Der Zutritt der Luft in die Lungen bleibt während des ganzen Lebens vom grössten Einfluss. Man hat ferner folgende Erfahrungen gemacht. Wenn andere Gasarten in das Blut eines Thieres eingeleitet werden, welche den Sauerstoff austreiben, so entstehen Erstickungszustände (Pflüger); die Frequenz und Tiefe der Athemzüge nimmt ab, wenn der Sauerstoffgehalt im Blute sinkt, die Respiration wird seltner, die Bewegung oberflächlicher, hört endlich ganz auf (W. Müller. Setschenow). Sauerstoffarmes Blut bringt somit gleiche Wirkungen hervor, wie Zusammendrücken des Kehlkopfs, nämlich ein Bestreben, O aufzunehmen und daher anstrengende, mühsame Athembewegungen (Dyspnoe). Man hat diese Erscheinung durch die Annahme erklärt, dass der Mangel von O im Blute gefühlt werde, und dadurch Veranlassung zu jenen Bewegungen gebe. Damit scheint auch die früher schon von Hook, neuerdings von J. Rosenthal gemachte Beobachtung übereinzustimmen, dass durch Ueberfüllung des Bluts mit Sauerstoff das Athmen aufhört (Apnoe). Indess ist es fraglich, ob durch diese Thatsache jener Schluss vollkommen gerechtfertigt ist.

Dyspno
Apnoe.

Nach einer andern Theorie sieht man die Ueberfüllung des Bluts mit Kohlensäure als Reizung des verlängerten Marks an. Wenn diese sich angehäuft habe, entstehe der Trieb zu neuem Athmen. In der That kann man die CO_2 als Nervenreiz betrachten. Sie erregt auf der Haut Prickeln, im Kehlkopf Husten, röthet die Conjunctiva u. s. w. Schwarz hat beobachtet, dass wenn während der Geburt der Nabelstrang, welcher noch mit der placenta in Verbindung steht, gedrückt wird, Athembewegungen erfolgen. — Ferner entsteht Dyspnoe bei Thieren, welche ein an CO_2 reiches Gasgemenge athmen, auch dann, wenn der Gehalt desselben an Sauerstoff grösser ist, als der in der Atmosphäre

(Thiry). — Man sollte hienach denken, dass Thiere, denen man Mund und Nase zubhält, die also die im Körper angehäuften CO_2 nicht entleeren können, auch häufiger athmen. Dies ist aber nicht der Fall; sie athmen im Gegentheile seltner s. p. 20. Man ist meistens der Ansicht geneigt, dass die Unterhaltung des Athmens den zweierlei Ursachen zuzuschreiben ist, nämlich dem Gefühle von Mangel an O und der Reizung durch die CO_2 .

Es ist bemerkenswerth, dass das Athmen weder sofort aufhört, wenn keine Cirkulation mehr besteht, noch auch wenn Haut und Lungen ihr Gefühl eingebüsst haben, denn der Kopf von enthaupteten Menschen, wie von Thieren athmet eine kurze Zeit lang fort; wenn ferner beide n. vagi, sowie die sensiblen Wurzeln der Halsnerven durchschnitten worden sind und zugleich die ganze Haut mit einem dichten Firnisse überzogen wird, hört doch nicht sogleich das Athmen auf. Man muss daher vermuthen, dass das Respirationscentrum, einmal angeregt, seine Function noch eine Zeit lang fortsetzt, auch wenn die erregenden Veranlassungen zu wirken aufgehört haben. Es ist überhaupt eine Eigenthümlichkeit des Nervensystems, dass der durch einen Reiz entstandene Effekt den Reiz überdauert.

Es muss endlich noch eine Art von Erregung des Respirationscentrum erwähnt werden, nämlich die willkürliche, welche durch Vermittlung der Hemisphären des grossen Gehirns zur Aeusserung gebracht wird, vergl. VI §. 23.

B. Blutathmung.

Aus den Lungenalveolen kann Luft leicht in das Blut diffundiren und aus dem Blute in die Alveolen. Letztere sind nämlich reichlich mit Capillargefässen versehen und deren Wandungen mit denen der Alveolen

verschmolzen, sodass die zwischen Luft und Blut liegende Scheidewand äusserst dünn ist.

Ein Gas kann in einer Flüssigkeit entweder blos absorbirt oder an gewisse Theile derselben chemisch gebunden sein. Im ersten Falle sind die Gastheilchen mechanisch von den Flüssigkeitstheilchen umschlossen und zwar so dicht, dass der Raum, den die Gastheilchen einnehmen, bei einer und derselben Temperatur und demselben Luftdruck sich nicht vergrössern kann. Wird durch verstärkten Druck eine grössere Menge von Gas in die Flüssigkeit eingepresst, so nimmt allerdings das Gewicht des Gases zu, aber die Compression desselben gestattet ihm den gleichen Raum wie vorher zu behalten. Mit andern

Worten: das Volumen eines Gases, welches von einer Flüssigkeit aufgenommen wird, ist bei gleicher Temperatur nicht abhängig von dem Drucke, unter dem es steht. Hingegen ist das Gewicht der von einer Flüssigkeit absorbirten Gasmengen unter übrigens gleichen Umständen dem Drucke proportional. 100 Liter Wasser absorbiren bei einer Temperatur von $8^{\circ},4$ C. 124 Liter CO_2 . Wenn nun durch vermehrten Druck jene 100 Liter Wasser mit 248 Liter CO_2 verbunden werden, so wird dadurch der vorher eingenommene Raum nicht vermehrt, obwohl 124 Liter CO_2 243,9 Grm. und 248 Liter CO_2 487,8 Grm. wiegen. Sobald der Druck bei gleichbleibender Temperatur wieder abnimmt, so entweichen 124 Liter CO_2 . Man

Fig. 4.



2 Lungenalveolen, umgeben mit Gefässen, welche durch die dunklen Conturen erkenntlich sind.

nennt Absorptionscoefficient das Volumen Gas, welches ein Volumen Flüssigkeit bei 0°C und 760 Mm. Quecksilber absorbirt. Für Wasser ist der Absorptionscoefficient der Kohlensäure = 1,002, des Sauerstoffs = 0,029. Mit der Zunahme der Temperatur nimmt die Absorption ab.

Der Raum, den die Theilchen eines Gases einnehmen, kann daneben auch von den Theilchen eines andern Gases erfüllt werden, gerade so, als wenn er ganz leer wäre, sodass also das eine Gas auf das andere keinen mechanischen Einfluss ausübt.

Die Gastheilchen, welche von einer Flüssigkeit verschluckt sind, verlassen dieselben vorzugsweise aus zwei Ursachen, nämlich: 1) wenn die Flüssigkeitstheilchen weniger dicht beisammen liegen, also z. B. durch Erhitzen. Beim Siedepunkt einer Flüssigkeit ist das Absorptionsvermögen = 0, 2) wenn der Druck, unter welchem ein in einer Flüssigkeit enthaltenes Gas steht, abnimmt. Die Kohlensäure in den Alveolen hat eine geringere Spannung, als die Kohlensäure des Blutes, welches in den Capillargefäßen der a. pulmonalis fließt; und zwar aus dem Grunde, weil der gasförmige Inhalt der Alveolen, und damit auch die CO₂ durch die Expiration beständig entleert wird, wohingegen fortwährend kohlenstoffhaltiges (venöses) Blut in die a. pulmonalis einfließt. Deshalb diffundirt die vom Lungenblute absorbirte CO₂ in die Alveolen. Wenn aber die Expiration verhindert ist, sei es z. B. durch willkürliches Einhalten des Athmens bei Menschen oder durch Zuhalten von Mund und Nase bei Thieren, oder durch Athmen in einem geschlossenen Raume, so nimmt die Menge der Kohlensäure in den Lungen zu, die normale Strömung vom Blute gegen die Alveolen hört auf, ja zuletzt tritt sogar die entgegengesetzte Strömung ein.

Die Kohlensäure ist im Blute zu einem grossen Theile in der Blutflüssigkeit und nur wenig in den Blutkörperchen enthalten. Sie ist theils absorbirt, theils

chemisch locker gebunden und zwar hauptsächlich an kohlen-saures und phosphorsaur-es Natrium. Man hat gefunden, dass Blutserum allein, wenn es erhitzt und in einen luftleeren Raum gebracht wird, weniger Kohlen-säure abgibt, als wenn man auf dieselbe Weise mit dem gesammten Blute verfährt, welches ausser der Flüssig-keit noch Blutkörperchen enthält. (Schoeffer.) Man muss sich vorstellen, dass in einem solchen Falle die Blutkörperchen auf eine kohlen-saure Verbindung in der Blutflüssigkeit so wirken, als ob sie eine Säure enthielten. Aus jenen Versuchen geht hervor, dass im Blute selbst sich Kohlen-säure bilden kann. Der grösste Theil gelangt aber höchst wahrscheinlich aus den Ge-weben ins Blut. (S. §. 12.) In jenen muss die Dich-tigkeit der Kohlen-säure grösser sein, als in diesem.

In der Blutflüssigkeit ist nur eine geringe Menge von Sauerstoff $0,1-0,2\%$ (Pflüger) enthalten, unge-fähr so viel, als dem Absorptionscoefficienten seines Wassers entspricht. Die grösste Menge wird sogleich, wie sie von der Blutflüssigkeit absorbirt wird, durch die Blutkörperchen oder vielmehr von ihrem wesent-lichen Bestandtheile, dem Hämoglobin, chemisch (locker) gebunden. Das Blut ist beinahe mit O ge-sättigt, indem es im Vacuum fast ebenso viel ($16,9\%$, Pflüger) abgibt, als gasfreies absorbirt ($16-19\%$, Setchenow). Während die Kohlen-säure aus den Geweben ins Blut und aus dem Blut in die Lungen diffundirt, ist die Sauerstoffströmung umgekehrt von den Lungen nach dem Blute, von diesem nach den Ge-weben gerichtet. In den Geweben findet beständig Oxydation statt, diese verlieren daher ihren freien Sauerstoff, während aus dem Blute anderer nachfliesst. Da das Blut so wenig absorbirten Sauerstoff enthält, so ist die Dichtigkeit des Sauerstoffs, welcher geathmet wird, auch dann noch grösser, als die des freien Blut-sauerstoffs, wenn die Luft sehr sauerstoffarm ist. Da-

Sauerstoff-
strömung.

her wird in einem abgeschlossenen Raume von Thieren beinahe der gesammte Vorrath von Sauerstoff aufgezehrt. (Ludwig, W. Müller.)

§. 12. C. Athmung der Gewebe.

Beweise für
die Bildung
von CO_2
innerhalb der
Gewebe.

Viele Körperorgane behalten nachweisbar noch nach dem Eintritte des allgemeinen Todes (Aufhören der Respiration, der Circulation und des Gehirnlebens) eine Zeit lang ihre Lebenseigenschaften bei. In solchen vom übrigen Körper getrennten Organen wurde beobachtet, dass wenn man frisches sauerstoffhaltiges Blut in die Arterien derselben einspritzt, aus den Venen dunkles, kohlenäurereiches ausfließt. Bis jetzt weiss man dies sicher von Muskeln und den Lungen. Ein frischer 211 Gramm schwerer Muskel eines Hundes nahm in einer Minute, während welcher 2,25 C. C. arterielles Blut (mit 13,20% O) durch seine Gefässe strömte, 0,19 C. C. Sauerstoff auf, das ausfließende venöse Blut enthielt nur 5,58% O. — Ein Muskel, der in 1 Minute 0,071 O. aufnahm, entwickelte in derselben Zeit 0,137 CO_2 . — Der zuckende und auch der ermüdete Muskel nehmen meistens mehr O auf und geben mehr CO_2 ab als der ruhende und unthätige. — Auch die ihres Sauerstoffgehaltes gänzlich entledigten frisch aus dem Körper geschnittenen Lungen nehmen aus dem O haltigen Blute, welches in ihre Arterien gespritzt worden ist, Sauerstoff auf und geben CO_2 ab. — Es ist aber noch nicht ausgemacht, ob die CO_2 durch einfache Verbrennung entsteht, oder erst in Folge anderer Oxydationsprozesse.

Auch entsteht CO_2 in einem sauerstoffhaltigen Raume, in welchen frische Muskeln hineingebracht werden. (G. v. Liebig. Valentin). Ebenso nimmt noch nach dem Tode das Gehirn O auf und gibt CO_2 ab (J. Ranke). Weitere Beweise für das Athmen der Gewebe

sind folgende: 1) Frisches Muskelgewebe entwickelt im luftleeren Raume so gut wie keinen Sauerstoff (L. Hermann), die Blutflüssigkeit enthält solchen. Nach den Gesetzen der Diffusion muss aus den in den Muskeln vorhandenen Capillargefässen Sauerstoff in jene eindringen. Da er sich aber hier nicht nachweisen lässt, so ist anzunehmen, dass er Oxydationen bewirkt, also eine Athmung einleitet. 2) Beim Hungern wird O durch das fortwährende Athmen aufgenommen, CO₂ entleert, die Körperorgane magern ab, d. h. sie geben Verbrennungsmaterial (C) her, sie athmen. 3) die Blutkörperchen athmen. Ihr wesentlicher Bestandtheil, das Hämoglobin, ist im arteriellen Blute oxydirt, als sog. Oxyhämoglobin, im venösen zum Theil reducirt, d. h. sauerstofflos. Das Gas des venösen Blutes ist aber reicher an CO₂, als das des arteriellen. 4) Wenn von einem Körpertheile der Blutzufuss abgehalten wird, so erhält derselbe keinen Sauerstoff mehr, er hört auf zu athmen, deshalb stocken seine Functionen. Wenn nun künstlich momentan die Thätigkeit eines solchen seines Sauerstoffs beraubten Organs vermehrt wird, so kann die Quantität der entleerten CO₂ steigen. Durch Compression der aorta abdominalis wird der Hinterkörper bewegungslos. Wird derselbe durch Galvanisiren in tetanus versetzt, so kann die Ausscheidung der Kohlensäure aus den Lungen beträchtlich vermehrt werden, theils deshalb, weil der Vorderkörper durch die Nervenerregung unruhig wird, theils weil die gesammte Blutmenge in einem kleineren Raum vertheilt ist, daher die Spannung der CO₂ zunimmt. 5) Während des Wachsthums, also während der vermehrten Zellenthätigkeit wird relativ mehr CO₂ entleert als nach Vollendung desselben. 1 Pfd. Körpergewicht eines Erwachsenen excernirt ungefähr $\frac{1}{2}$ CO₂ weniger, als 1 Pfd. eines Kindes. 6) Wird eine Arterie an zwei Stellen unterbunden, so wird das Blut dunkel; dies erfolgt nicht, wenn man das unterbundene Stück ausschneidet und statt dessen eine

Glasröhre einfügt. Bekanntlich rührt aber das Dunkelwerden des Blutes hauptsächlich von CO_2 her; im erstern Falle muss also durch die Gewebe der Gefässwand die Bildung oder Ausscheidung von CO_2 vermittelt sein. (Hoppe-Seiler.) 7) Auch wenn im Blute sich gar kein O mehr findet, wie dies bei Thieren der Fall ist, welche durch Erstickung gestorben sind, kann sich der Muskel noch bewegen (Setschenow): während der Bewegung findet aber CO_2 -Bildung statt.

Viele der angeführten Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Aufnahme von Sauerstoff und die Abscheidung der Kohlensäure 2 neben einander hergehende Prozesse bilden, welche nicht in der Art von einander abhängig sind, dass die Zu- oder Abnahme des einen Faktors stets auch dieselben Phasen des andern bedingen. In der ausgeathmeten CO_2 wird innerhalb eines kurzen Zeitraumes niemals der Atmosphäre ebensoviel O zurückgegeben, als durch das Einathmen aus derselben genommen worden ist, sondern stets weniger. Es scheint, dass nicht nur in den oxydirten Producten, welche den Körper verlassen, das Plus von O enthalten ist, sondern dass auch dieser sich unter Umständen aufspeichert und Oxydationen bildet, aus denen CO_2 hervorgeht, s. p. 38.

§. 13. Ein- und Ausathmungsluft.

nen und icht der nd Ex- ations- uft.	Es enthalten		
	100 Volumina	ingeathmete	ausgeathmete Luft
	Sauerstoff	20,9—21	16,63
	Stickstoff	79—79,15	79,55
	Kohlensäure	0,04	4,38

In runden Zahlen: 20 O, 80 N, 0,04 CO_2 , gegen 16 O, 80 N und 4 CO_2 . 100 Gewichtstheile atmosphärischer Luft = 23,01 O, 76,99 N. Ausserdem enthält die atmosphärische Luft geringe Quantitäten von Ozon, wechselnde Mengen von Wasserdampf und etwas Am-

moniak. Sie ist in der grossen Mehrzahl der Fälle niedriger temperirt, als die der Lungen. Die ausgeathmete Luft ist nahezu mit Wasserdampf gesättigt, enthält geringe Mengen Ammoniak, wahrscheinlich so viel, als eingeathmet wurde, und ist bei mittlerer Temperatur der Luft nur um wenige Grade kälter als die Körpertemperatur.

Nach ältern und neuern Beobachtungen (Humboldt. Davy. Sanders. Scheremetjewski) werden auch kleine Mengen Stickstoff eingeathmet; zufällig inspirirte Substanzen sind Kohlen- und Staubpartikelchen, Keime von niedern Pflanzen und Thieren. Die Pigmentirung der Lungen rührt zum Theil von eingeathmetem Kohlenstaub her, zum Theil von einem im Körper gebildeten Farbstoff, Melanin.

In 24 Stunden entleert ein erwachsener Mensch durch Lungen und Haut ungefähr 800 Grm. Kohlensäure = 406,7 Liter = 218,1 Grm. Kohle + 581,9 Grm. O und verbraucht ungefähr 700 Grm. Sauerstoff. Doch schwankt die Menge sehr bedeutend, und zwar nach Versuchen von Pettenkofer und Voit, welche längere Zeit anhielten, die Menge der CO_2 in 24 Stunden zwischen 686 und 1285, die Menge des O zwischen 593 und 1072. In der Kohlensäure der ausgeathmeten Luft ist weniger Sauerstoff enthalten, als durch die eingeathmete zugeführt wurde. Ein Theil O (ungefähr $\frac{1}{6}$) wird nämlich zu andern Oxydationen, z. B. Bildung von Schwefel- und Phosphorsäure aus dem Schwefel und Phosphor der Albuminate, sowie von Wasser u. s. w. verwendet. Die angegebenen Mengen des eingeathmeten O und der ausgeathmeten CO_2 sind wie gesagt sehr variabel. Die Entleerung der Kohlensäure ist grösser bei niederer als bei höherer Temperatur, z. B. waren in 100 Raumtheilen ausgeathmeter Luft bei $8^{\circ},47$ C. 4,28 C. C. CO_2 enthalten, bei $19^{\circ},40$ nur 4 (Vierordt). Sie nimmt ab im Schläfe, mehr bei Entziehung der Nahrung, aber auch bei stickstoffloser Kost, sowie durch

Verschiedenheiten der Kohlensäure-Exhalation.

den Genuss alkoholischer Getränke; wird hingegen durch Bewegung und in der Verdauungszeit vermehrt. — In Versuchen von Ranke wurde ausgeschrieben

im Hunger	7,5	} C in der Stunde durch Lungen und Haut.
bei stickstoffloser Kost	8,3	
„ gemischter „	9	
„ sehr reichlicher „	10,5	

Derjenige Theil der expirirten Luft desselben Athemzuges, welcher zuerst entleert wird, enthält weniger Kohlensäure, als der, welcher zuletzt entleert wird, der also aus einem tiefern Theil der Lungen gelangt. (Vierordt.) Das weibliche Geschlecht sondert von der Zeit der Pubertät an im Ganzen weniger CO_2 ab, als das männliche; während der Menstruation nimmt die Ausscheidung zu. Wird der Athem zurückgehalten, was ungefähr 100 Sekunden lang möglich ist, so vermehrt sich die CO_2 um mehr, als das Doppelte. Wenn von einem grossen Körperabschnitte der Blutzutritt, wie durch Compression der Unterleibsarterie abgehalten wird, so athmet ein so behandeltes Thier meistens weniger CO_2 aus, als vor der Operation, z. B. in einem Versuche vor der Compression 11,603 C. C. in der Minute, während derselben 9,811. Dies erklärt sich daraus, dass der ganze Hinterkörper keine CO_2 mehr bilden kann. Wenn hingegen der Vorderkörper eines solchen Thieres unruhig wird, so gestaltet sich die Sache anders und die CO_2 -Ausscheidung mehrt sich, vgl. p. 35.

Durch die Expiration mögen wohl täglich 1—1½ Pfd. Wasserdampf entleert werden; die Gesamtwasserausgabe durch Lungen und Haut schwankt zwischen 814 und 2042 Grm. (v. Pettenkofer u. Voit).

Verschiedenheit der
O-Aufnahme.

Bei Verrichtung von Arbeiten wird nicht um soviel mehr Sauerstoff aufgenommen, als das Plus der dabei ausgeleerten Kohlensäure beträgt. Vielmehr wird während der Ruhe mehr Sauerstoff geathmet und im Körper aufgespeichert. So athmete z. B. ein 28jähriger

gesunder Mensch von 120 Pfd. durch Haut und Lungen in Grammen:

	CO ₂	O
von 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends:	532,9	234,6
„ 6 „ abends „ 6 „ morgens:	378,6	474,3
	911,5	708,9

Derselbe Mann entleerte und nahm auf während und nach einer stark ermüdenden Arbeit

bei Tage	884,6	CO ₂	294,8	O
in der Nacht	399,6		659,7	

(v. Pettenkofer u. Voit).

§. 14. Bestimmung der Kohlensäure.

Alle Methoden, die Kohlensäure der ausgeathmeten Luft zu bestimmen, erfordern: 1) dass die gesammte während einer bestimmten Zeit ausgeathmete Luft der Untersuchung unterworfen werden kann, dass also dieselbe beständig ab- und frische Luft zufließt; 2) dass der Wasserdampf und die organischen Substanzen entfernt werden. Dies geschieht am Besten dadurch, dass man die ausgeathmete Luft durch concentrirte Schwefelsäure hindurchleitet. 3) dass die von Wasser und organischen Substanzen befreite Luft durch eine vorher gewogene, mit Kali, Natron, Kalk oder Baryt gefüllte Röhre hindurchstreicht, in welcher sich die Kohlensäure mit einer von diesen Substanzen verbindet. Die Gewichtszunahme der Röhre gegenüber dem früheren Gewicht ergibt die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure.

Methode
um CO₂
bestimm

Der Apparat, welcher am Exactesten diesen Zweck erfüllt, ist von Pettenkofer hergerichtet worden. In demselben kann selbst ein Mensch beliebig lange sich ohne alle Athembeschwerden aufhalten, weil beständig die ausgeathmete Luft durch Saugpumpen, welche durch eine rhythmisch arbeitende Dampfmaschine getrieben werden, sich entfernt und ebenso frische Luft zuströmt.

§. 15. Athmen in verschiedenen Gasarten.

Sauerstoff. Für längere Dauer ist allein die atmosphärisch Luft athembar. Wenn der Gehalt des Sauerstoffs in der eingeathmeten Luft nicht unter 10⁰/₀ fällt, so entsteht keine sichtliche Einwirkung auf die Respiration bei grösserer Abnahme sinkt jedoch die Athemfrequenz und es stellen sich Athembeschwerden ein. Wird reiner Sauerstoff geathmet, so entstehen fieberhafte Erscheinungen und Entzündungen.

Kohlensäure. Beim Athmen in kohlen säurehaltiger Luft erfolgt bei Thieren der Tod erst, wenn dieselbe 8—10⁰/₀ Kohlensäure enthält. Hingegen entstehen leicht Störungen in den Nervenfunctionen, wenn eine Zeit lang eine Luft geathmet wird, welche 1—2⁰/₀ davon enthält, so namentlich Schwindel, Benommenheit, Betäubung.

Kohlenoxydgas. Am Schädlichsten wirkt das Kohlenoxydgas (CO), weil dasselbe eine innige chemische Verbindung mit dem wesentlichen Bestandtheil der Blutkörperchen dem Hämoglobin, eingeht.

In einem mit CO geschwängerten Blute haben daher die Blutkörperchen die Fähigkeit verloren, Sauerstoff aufzunehmen und somit wieder denselben zur Unterhaltung des Stoffwechsels abzugeben. Die Gewebe hören auf zu athmen. Es erfolgt der Tod. — Man hat deshalb in neuerer Zeit Blut von Gesunden transfundirt um wieder lebensfähige Blutkörperchen zu gewinnen — Allmählich verbindet sich dann CO mit O zu CO₂ und der Zufluss von O zu den Blutkörperchen kann wieder erfolgen (Masia. Pokrowsky).

Zweiter Abschnitt.

Verdaung.

§. 1. Zweck.

Der wesentliche Zweck der Verdaung besteht darin, die Nahrungsmittel so vorzubereiten, dass sie ins Blut übergeführt werden können. Function der Verdaungsorgane.

Hierzu ist erforderlich:

- 1) mechanische Zerkleinerung der festen Nahrungsmittel; 1) Speiseverkleinerung.
- 2) Auflösung der in Wasser löslichen Bestandtheile der Nahrungsmittel (z. B. Zucker, viele Salze) durch die Flüssigkeiten des Nahrungskanals. 2) Solution.
- 3) Verwandlung der in Wasser unlöslichen Kohlehydrate (besonders Stärke) in lösliche (Traubenzucker), weil nur die Lösungen durch die feinen Poren der Capillargefäße hindurchzudringen vermögen; 3) Zuckerbildung.
- 4) die neutralen Fette 4) Doppelte Einwirkung auf Fette.
 - a) fein zu vertheilen (emulgiren), weil nur in dieser Form dieselben von den Epithelien der Darmzotten angenommen werden können, oder sie
 - b) in Glycerin und fette Säuren zu zerlegen;
- 5) die Albuminate aufzulösen und leicht diffundirbar zu machen; 5) Lösung der Albuminate.
- 6) die Stoffe durch den ganzen Darmkanal fortzuführen. 6) Fortbewegung des Darminhalts.

Die Umwandlung der Stärke geschieht durch die verschiedenen Speichelarten, wahrscheinlich auch durch den Schleim; die Lösung der Albuminate durch den Magen- und pankreatischen Saft, wenig durch den Darmsaft; Zerlegung derselben in Glycerin und fette Säuren gleichfalls durch den pancreatischen Saft.

Erstes Kapitel.

Verdauung in der Mundhöhle.

§. 2. Mundflüssigkeit.

Die Organe der Mundhöhle sind ausserordentlich empfindlich gegen Mangel an Feuchtigkeit. Das Gefühl von Trockenheit wird an den Lippen, der Zunge, dem harten und weichen Gaumen lästig und unangenehm. Beim Athmen durch die Nase streicht die Luft an der Rachenhöhle, und dadurch auch an der Mundhöhle vorbei, und entzieht dieser, je nachdem sie mehr oder weniger Wasserdampf enthält, Feuchtigkeit. Noch mehr ist dies der Fall, wenn durch den Mund geathmet wird. Sowohl zur Geschmacksempfindung als zu der Durchfeuchtung der Speisen, als endlich auch bei der Stimm- bildung ist das Bedürfniss vorhanden, in der Mundhöhle Flüssigkeit vorrätzig zu haben. Diesem ist durch die Drüsen, vielleicht auch vermittelt der Diffusion durch die Epithelien der Mundhöhle genügt.

Die Mundflüssigkeit ist trübe, mehr oder weniger zähe, fadenziehend, gemischt mit Luftblasen, sie reagirt gewöhnlich alkalisch oder neutral, zuweilen besonders im nüchternen Zustande sauer, hingegen jedesmal nach dem Essen alkalisch. Bleibt sie stehen, so bildet sich ein Bodensatz und die überstehende Flüssigkeit klärt sich mehr auf. Mit destillirtem Wasser versetzt, lässt sie sich filtriren, und ein Zusatz von Essigsäure zum Filtrat bringt einen hautartigen hellen Niederschlag (Mucin) hervor. Unter dem Mikroskope zeigt sie eine

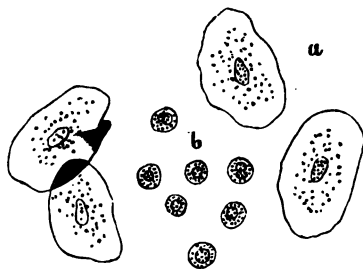
renschaft-
und Be-
ndtheile
r Mund-
ssigkeit.

grosse Menge Epithelzellen und sogenannter Speicherkörperchen, welche mit den unten (Abschn. III. 1) zu beschreibenden Lymphkörperchen identisch zu sein scheinen (s. Fig. 5).

Durch ihren Wassergehalt wirkt sie auflösend; sie bringt ferner eine gewisse Menge Luft in den Magen, hüllt scharfe Substanzen ein und hat das Vermögen, Stärke in Dextrin und Traubenzucker umzuwandeln. (Entdeckung von Leuch s.)

Mischt man nämlich gekochte Stärke (Kleister) mit Mundflüssigkeit zusammen und erwärmt dieselbe nur

Fig. 5.



a Epithellen. b Speicherkörperchen.

wenige Minuten in der Hand, so kann man Traubenzucker in ihr nachweisen. Zu dem Behufe wird die Mischung mit einem Ueberschusse von Natron- oder Kalilauge versetzt, dann tropfenweise eine verdünnte Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd hinzugefügt, solange der entstehende blaue Niederschlag sich wieder auflöst, endlich bis zum Kochen erhitzt. Bei Anwesenheit von Zucker verschwindet die blaue Farbe, die Flüssigkeit wird erst klar (weil nämlich der Traubenzucker in einer alkalischen Flüssigkeit das gebildete Kupferoxydhydrat löst), dann gelb (indem sich das Kupferoxyd rasch zersetzt und Kupferoxydul ausscheidet).

Tromm
schePr.
zum Na
weis v
Traubei
zucker

reaction
speichel-
eister.

Wenn man eine geringe Menge Stärkemehl in einem Reagenzglas mit Wasser kocht und die Flüssigkeit in zwei gleiche Theile theilt, zu dem einen etwas frischen Speichel bringt, schüttelt und Jodlösung hinzufügt, so entsteht nach der kurzen, nur wenige Sekunden dauernden Operation schon keine blaue Färbung mehr, welche natürlich in dem andern Theile nach Jodzusatz sich deutlich ausspricht.

winnung
von
ptyalin.

Der Stoff, welchem das Saccharificationsvermögen zukommt, wird Ptyalin genannt. Man gewinnt denselben, indem man frische Mundflüssigkeit mit Phosphorsäure stark ansäuert, dann durch Kalkwasser einen Niederschlag von basisch-phosphorsaurem Kalk hervorbringt. Hierdurch werden Eiweisskörper und Ptyalin mit zu Boden gerissen. Destillirtes Wasser nimmt daraus das Ptyalin auf, welches durch Alkohol als weisses Sediment gefällt wird. (Cohnheim).

stand-
ile der
flüssig-
keit.

Die Mundflüssigkeit enthält

- 1) das Secret der sechs Speicheldrüsen,
- 2) Schleim,
- 3) Epithel der Schleimhaut und Lymphkörperchen.

§. 3. Mundspeichel.

speichel.

Er stammt aus sechs Drüsen: den Parotiden, den Unterkiefer- und Unterzungendrüsen, deren Ausführungsgänge sämmtlich in der Mundhöhle endigen. Die drei Speichelarten sind von einander verschieden.

1) Parotidenspeichel.

otiden-
speichel.

Gewinnung: Eine feine Canüle wird in die Oeffnung des ductus Stenonianus (dem zweiten obern Backenzahn gegenüber in der Schleimhaut der Mundhöhle) eingeführt (Eckhardt, Ordenstein), etwas Senf oder Essig auf die Zunge gebracht, wonach der Speichel aus der Röhre ausfließt. Bei Thieren gewinnt man ihn aus Fisteln (Bernard), ebenso bei Menschen, die an einer Speichelfistel leiden (Mitscherlich).

Eigenschaften: klare, nicht fadenziehende, alkalisch reagirende Flüssigkeit; wandelt Stärke in Dextrin und Zucker um.

Chemische Bestandtheile: Wasser 99,4—99,5, feste Bestandtheile 0,6—0,5, Spuren von Eiweiss, Rhodankalium (dadurch erkennbar, dass Eisenchloridlösung eine stark rothe Färbung hervorbringt, welche durch Zusatz von Salzsäure nicht schwindet), Kohlensäure, Extractivstoffe und Salze, nämlich Chlorkalium, Chlor-natrium 0,21, Calciumcarbonat 0,12.

2) Submaxillar-Speichel.

Gewinnung: 1) Bei Thieren durch Einlegen von Canülen in den blossgelegten ductus Whartonianus, bei Menschen durch Einführen von Canülen in die Oeffnung der caruncula sublingualis unter der Zunge, wobei aber zugleich Sublingual-Speichel mit ausfließt. Bei manchen Menschen spritzt aus dieser Oeffnung in einem Strahle Speichel aus, wenn die Zungenspitze gegen den harten Gaumen angedrückt und eine scharfe Substanz auf die Zunge gebracht wird.

Gewinnung
des Sub-
maxillar-
Speichels.

Eigenschaften: eine klare, mehr oder weniger opalescirende, fadenziehende Flüssigkeit, reagirt alkalisch, ohne geformte Substanzen, enthält Rhodankalium, verwandelt rasch Stärke in Dextrin und Traubenzucker.

Eigenschaf-
ten des Sub-
maxillar-
Speichels.

2) Durch Nervenreizung (Entdeckung von Ludwig). Die Submaxillardrüse lässt sich in Bezug auf den Nerven-einfluss mit einem dem Willen nicht unterworfenen Muskel vergleichen. In einem solchen entsteht sowohl Bewegung, wenn die motorischen Nerven, welche zu ihm hingehen, direct gereizt werden, als durch Reflex vom Gefühl aus, als auch endlich, wenn alle die Nerven durchschnitten sind, welche eine Verbindung des Muskels mit Rückenmark oder Gehirn herstellen. — Zur Submaxillardrüse gehen

Nerven-
einfluss auf
die Absonde-
rung des Sub-
maxillar-
Speichels.

- a) centripetal leitende Fasern vom n. lingualis,
- b) centrifugal leitende (sekretorische),

α) von der chorda tympani (n. facialis),

β) vom n. sympathicus cervicalis;

c) sind in der Drüse (Ganglienzellen enthalten, von welchen noch besondere (gangliöse) Fasern ausgehen.

Reizung des centralen Endes des n. lingualis (n. trigemini) bringt reflectorisch eine Erregung der chorda hervor. Direct auf die Absonderung wirken nur die oben unter α) und β) genannten Nerven.

Man unterscheidet 1) Chorda-, 2) Sympathicus-, 3) paralytischen Speichel als Arten des Submaxillar-Speichels. Die zwei ersten erhält man durch Reizung der chorda und des n. sympathicus, der letztgenannte fliesst aus, wenn alle Nerven durchgeschnitten sind (Bernard).

	Chordaspichel.	Sympathicusspichel.
Feste Bestandtheile, durch das Mikroskop erkennbar	fehlen	eigenthümliche Klümpchen
Reaction	alkalisch	stark alkalisch
Schleimgehalt	fadenziehend	stark fadenziehend
Specificisches Gewicht	1,0039—1,0056	1,0075—1,01
Eiweissgehalt	vorhanden	vorhanden
Mineralbestandtheile:	Chlornatrium, Chlorkalium, phosphorsaures Calcium, phosphorsaures Magnesium, kohlensaures Calcium	
Saccharificationsvermögen	fehlt	vorhanden
Besondere Eigenschaften	—	Durch öfteres Reizen des n. sympathicus nimmt bald die Secretion ab, die Ausführungsgänge werden durch Schleim verstopft, schliesslich verkleinert sich die Drüse.

Die Menge des Speichels, welche durch Reizung der chorda gewonnen wird, kann sehr bedeutend sein (in 1 Stunde bei einem Hunde 55,2 Grm. Ludwig und Becker), jedenfalls ist sie immer grösser, als die durch Reizung des n. sympathicus gewonnene. Auch kann der Secretionsdruck des abgesonderten Chordaspeichels den des Blutdrucks übertreffen. (Ludwig.)

Während der Absonderung sah Ludwig die Temperatur des Speichels die des Blutes bis 1,5^o C. übertreffen; aber auch das Venenblut wurde wärmer.

Die Eigenschaften des Sublingual-Speichels sind noch nicht aufgeklärt.

§. 4. Schleim, Oberhaut und Speichelkörperchen in der Mundflüssigkeit.

In der Mund- und Rachenhöhle finden sich in reichlicher Menge und zwar am Rande und Rücken der Zunge, an den Lippen, Wangen, dem Gaumen, der hindern Schlundwand acinöse Drüsen, deren kurze Ausführungsgänge in der Schleimhaut der Mundhöhle münden. Ihr Inhalt wird (wegen des Mucingehaltes) in Wasser schleimig und bildet mit Essigsäure Klümpchen. Von den eigentlichen Speicheldrüsen sind die Submaxillar- und Sublingualdrüsen gleichfalls schleimhaltig, während die Drüsenepithelien der Parotis keinen Schleim produciren.

Schleimdrüsen in Mund- und Rachenhöhle.

Die Oberhaut in der Mundflüssigkeit gehört der Zunge und Mundhöhle an und wird in grosser Menge abgestossen. S. Fig. 5 p. 43.

Epithel.

Der Ursprung der Speichelkörperchen ist nicht vollends aufgeklärt. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass sie aus irgend welchen acinösen Drüsen der Mundhöhle stammen, wie man vermuthet hat. Hingegen können sie möglicherweise von den Balgdrüsen herrühren oder aus den Capillargefässen dringen. S. Abschn. III, Kap. 1, §. 6.

Speichelkörperchen.

Zweites Kapitel.

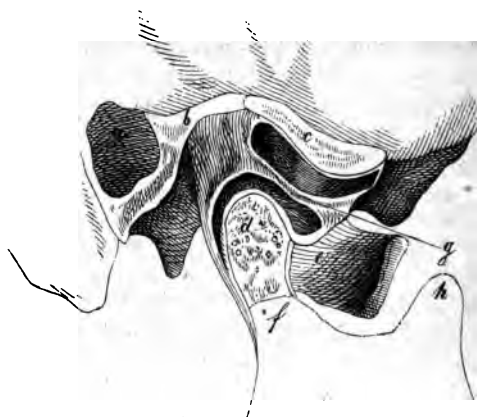
Kau- und Schluckbewegungen.

§. 5. Kaubewegung.

terkiefer-
wegung.

a) Herabziehen des Unterkiefers. Es wird hauptsächlich vom vordern Bauche des *m. digastricus* (*nervus mylohyoideus* vom dritten Ast des *nervus trigem.*), aber auch *m. mylohyoideus* (*nervus mylohyoideus*) und *m. geniohyoideus* (*nervus hypoglossus*) bewirkt. Dabei wird

Fig. 6.



Unterkiefergelenk. *a* äusserer Gehörgang. *b* Gelenkgrube. *c* tuberculum articulare. *d* Gelenkkopf des Unterkiefers. *e* *m. pteryg. ext.* *f* collum condyli. *g* Zwischenknorpel. *h* *proc. coronoideus*.

das Zungenbein durch den *m. stylohyoideus* und hinteren Bauch des *digastricus* vom Schläfenbein, *sternohyoideus* vom Brustbein, *omohyoideus* vom Schulterblatt aus fixirt. Bei dem Öffnen des Mundes rückt jedesmal der Gelenkkopf des Unterkiefers Fig. 6 *d* auf das tuberculum articulare *c*, indem er die fossa glenoidalis *b* verlässt.

In der Gelenkkapsel des Kiefergelenkes liegt ein Zwischenknorpel *g*. Dieser ist sowohl nach oben als nach unten concav. Er kann sich daher nach oben dem *tuberc. articulare*, als nach unten dem Gelenkkopfe anpassen. Wenn nun beim Oeffnen des Mundes der Unterkiefer herabgezogen wird, so zieht der *m. pterygoideus internus* den *proc. condyloideus* nach vorn und da die Kapselmembran mit der Bandscheibe verbunden ist, so wird diese mit hervorgezogen und bildet eine untere Pfanne für das *tuberc. articulare* und eine obere für den Gelenkkopf des Unterkiefers.

- b) Heraufziehen des Unterkiefers.
- α) Bewegung von unten nach oben, durch *m. masseter*, *m. pterygoideus internus*, vordern Theil des *m. temporalis*;
- β) von vorn nach hinten; durch die beiden *mm. pterygoidei externi* wird er hervorgezogen, durch die *interni* und den hintern Theil des *temporalis* zurückgezogen;
- γ) Von rechts nach links und von links nach rechts wird die Bewegung durch den *m. pterygoideus externus* einer Seite ausgeführt.

§. 6. Zungenbewegungen.

Zurückziehen — *mm. hyo- und styloglossus*.

Herausstrecken — *m. genioglossus*.

Verbreitern — *mm. hyoglossus und longitudinalis*.

Vershmälern und Verdicken — *m. transversus*.

Erhebung gegen den harten Gaumen — *mm. styloglossus und longitudinalis*.

Anlegen an den Boden der Mundhöhle — *m. hyoglossus*.

Zungenbewegunge

§. 7. Schlingbewegungen.

- 1) Zwischen der Zungenwurzel und dem harten Gaumen entsteht eine Annäherung. Dies geschieht durch

Annäheru
der Zunge
den Gaum

Hebung der Zunge mittels des *m. mylohyoideus*, welcher bei seiner Contraction dicker wird; ferner durch die Contraction der Zungenmuskeln, welche gleichfalls die Zunge verdicken und verkürzen: endlich durch den *m. glossopalatinus*.

2) Die Zunge wird zurückgezogen (*mm. styloglossi*), dadurch der Kehldeckel herabgedrückt, die Höhle des Kehlkopfs verschlossen: gleichzeitig verengert sich dabei die Stimmritze.

3) Während dies geschieht, stellt sich der Gaumen horizontal durch die *mm. levatores veli palatini*, er wird zugleich nach den Seiten hin ausgedehnt durch die *mm. tensores palati*, endlich nähert sich der Schlund dem Gaumen. Letzteres erfolgt theils durch die *mm. pharyngopalatini*, theils durch das Vorrücken des Zungenbeins und des Kehlkopfs (*geniohyoideus*, vorderer Bauch des *digastricus*, *mylohyoideus*), theils durch die Contraction der *constrictores superiores*.

4) Durch den bolus wird das Zäpfchen nach hinten gedrückt, und durch den *m. azygos* horizontal gestellt. Auf diese Weise entsteht ein Abschluss desjenigen Schlundtheils, welcher oberhalb des weichen Gaumens liegt, der sogenannten *pars respiratoria pharyngis*, von demjenigen Theile, welcher unterhalb liegt, *pars digestiva*.

§. 8. Bewegungen des Schlundes und der Speiseröhre.

Sobald der Bissen den Schlundkopf erreicht hat, steigt der Kehlkopf abwärts, die Bewegung des Schlundes erfolgt mit einer sehr grossen Geschwindigkeit. Die Speiseröhre hingegen zieht sich langsam zusammen, was wahrscheinlich davon herrührt, dass der Schlund quergestreifte und die Speiseröhre mehr glatte Muskelfasern hat. Mitunter geht vom untern Ende der Speiseröhre der Bissen in die Höhe, um wieder hinabzurücken, und diese Bewegungen wiederholen sich in manchen Fällen öfters.

Drittes Kapitel.

Functionen des Magens.

§. 9. Chymus.

Der Magen ist durch seine Schleimhaut ein Secretions-, durch seine Muskelhaut ein contractiles Organ. — Während der Verdauung findet sich in ihm der Speisebrei, chymus, in Farbe, Consistenz und Quantität je nach der genossenen Nahrung verschieden. Er enthält: 1) Nahrungsmittel, theils noch unverändert oder nur mechanisch verkleinert, theils durch die Absonderungen im Munde und Magen gelöst, 2) Mund- und Magen-secrete, 3) Gase.

Bestandtheile des Chymus.

§. 10. Magensaft und Magenschleim.

Die von der Magenschleimhaut abgesonderte Flüssigkeit, welche die Eigenschaft hat, Albuminate (Proteinstoffe) und leimgebende Substanzen aufzulösen, wird Magensaft, succus gastricus, genannt.

Magensaft, succus gastricus.

Fundort: die ganze Schleimhaut des Magens mit Ausnahme der portio pylorica. Doch soll nach neuern Untersuchungen von Grützner und Ebstein auch diese Magenparthie verdauende Eigenschaften besitzen.

Gewinnung: 1) am Reinsten, wenn weder Mundflüssigkeit, noch Speisen im Magen sind, daher bei Thieren, denen Magen fisteln (Blondlot) angelegt waren, wenn man durch indifferente Mittel die Magenschleimhaut reizt;

Magensaft aus Fisteln.

2) aus Magen fisteln bei Menschen, welche durch eine Verwundung entstanden sind (Beaumont, Bidder und Schmidt, Grünewaldt);

3) durch Auspressen der Schleimhaut des fundus und corpus vom Magen bei frisch geschlachteten Thieren, welche in der Verdauung begriffen waren;

Bereitung künstlichen Magensaftes.

4) sogenannter künstlicher Magensaft (Eberle). Man

bereitet ihn gewöhnlich so, dass man den vierten Magen (Labmagen) eines Kalbes aufschneidet, entleert, mit destillirtem Wasser auswäscht, bis er nicht mehr sauer reagirt, die Muskelhaut abzieht, die Schleimhaut in viele kleine Stücke zertheilt und in einem Glaszylinder mit salzsäurehaltigem Wasser (0,01^o/_o—0,1^o/_o Salzsäure) bei 35^o C. einen Tag lang hinstellt und dann abfiltrirt. — Wird eine zu grosse Menge Salzsäure angewandt, so löst die Flüssigkeit die Albuminate wenig oder gar nicht auf. Anstatt Salzsäure lässt sich auch Milch- und Phosphorsäure, jedoch mit geringerer Wirkung, anwenden.

Eigenschaften,
Menge und Bestandtheile
des Magensaftes.

Eigenschaften: eine fast klare, eigenthümlich riechende, schwer faulende, sauer reagirende Flüssigkeit, welche in der Wärme rasch die Albuminate, besonders Blutfibrin, löst und in Peptone (s. u.) verwandelt; ebenso auch die leimgebenden Substanzen. Nicht gelöst werden: Mucin, Horn- und elastisches Gewebe, Stärke, Fett. — Spec. Gewicht = 1,001—1,01. Die Ebene des polarisirten Lichts wird vom Magensaft nach Links gedreht. Der künstliche Magensaft verliert seine Wirksamkeit durch Kochen, Behandeln mit Alkohol, Galle, Sublimat.

Menge des abgesonderten Magensaftes. Von einer Frau mit einer Magénfistel wurden in einer Stunde im Mittel 580 Grm. Magensaft entleert, was auf 24 Stunden 13—14 Kilo und auf 1 Kilo Körpergewicht über 200 Grm. ausmacht.

Chemische Bestandtheile. Der Magensaft vom Menschen enthält Wasser . . . 99,46^o/_o,
feste Bestandtheile 0,54 „

von letztern 0,3 organische, 0,2 anorganische. Unter den organischen ist das Pepsin (Bereitung s. Anh.) am Meisten beachtenswerth. Angesäuert bewirkt dasselbe die Auflösung der Proteinsubstanzen. — Von anorganischen Substanzen fand man im Magensaft freie Chlorwasserstoffsäure, Chlorkalium, Chlornatrium, Chloram-

monium, Chlorcalcium, phosphorsaures Calcium, Magnesium, Eisenoxyd. In 1000 Theilen menschlichen Magensaftes waren nur 0,217 Salzsäure, (beim Hunde 3,05, beim Schafe 1,23), hingegen 1,34 Chlornatrium enthalten. — Neben Salzsäure wurden auch Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure angetroffen, welche Substanzen wahrscheinlich nicht normal sind.

Peptone werden die durch den Magensaft gelösten Proteïnsubstanzen genannt, welche sich vorzugsweise durch zwei Eigenschaften von den nicht geronnenen Albuminaten auszeichnen, dass sie nämlich durch Kochen und die meisten Metallsalze nicht gerinnen und dass sie zweitens leicht diffundiren (Funke), im Verhältniss zu Eiweiss = 7 : 100. Durch den Magensaft wird Blutfibrin in Syntonin (= Parapepton, Meis'sner) verwandelt. (Schwann.)

Pepton- und
Syntoninbil-
dung.

Zur Production des Magensaftes treten mehrere Factoren zusammen: 1) die Drüsenzellen. Bekanntlich finden sich in der Magenschleimhaut zweierlei Drüsen. Ihre Verschiedenheit ist anatomisch durch die verschiedenen Zellen ausgezeichnet. Die eine Art derselben ist runder, färbt sich durch Anilin, Karmin etc. stärker und leichter, und hat vorzugsweise ihren Sitz an der Wandung und dem Grunde der Drüsen, man nennt sie nach Heidenhain Belegzellen; die andere Art ist eckiger, cylindrisch, färbt sich wenig oder nur am Kerne und findet sich in der Mitte der Drüsen, Hauptzellen genannt (s. Fig. 10). Diese beiderlei Zellen finden sich zwar überall, aber in der Pylorusgegend grösstentheils die letztere Art. — Man nennt die mit Hauptzellen vorwaltend versehenen Drüsen Schleimdrüsen, die andern, welche beiderlei Zellen führen, Labdrüsen. Die erstern, wie gesagt, fast ganz auf die Pylorusgegend beschränkt, sind mit Cylinderepithel ausgekleidete Schläuche, welche wesentlich zur Schleimabsonderung bestimmt scheinen, da ihre Zellen Mucinreaction geben (Fig. 7). Die übrige Magenschleimhaut

Bedingungen
zur Bildung
des Magen-
saftes.

Schleim- und
Labdrüsen.

ist mit Labdrüsen (Fig. 8 u. 9) versehen und aus ihr lässt sich hauptsächlich Magensaft gewinnen. Zur Zeit der Verdauung werden viele dieser Zellen entleert. Man findet sie nämlich auf dem Speisebreie mit Schleim bei Thieren, welche man bald nach der Fütterung ge-

Fig. 7.



Eine Magenschleimdrüse des Schweins mit Cylinderzellen. *a* Zellen. *b* Gang, nach Frey.

Fig. 8.



Magendrüse des Menschen mit Labzellen erfüllt, nach Frey.

Fig. 9.



Labdrüsen eines Hundes, 67 mal vergrößert.

Fig. 10.



Labdrüsen aus dem Magen eines Hundes während der Verdauung, nach Heidenhain. *a* Belegzellen. *b* Hauptzellen.

tötet hat. Hieraus kann auf eine bedeutende Vermehrung (Fortpflanzung) derselben geschlossen werden. Während im Innern der Labdrüsen also Pepsin er-

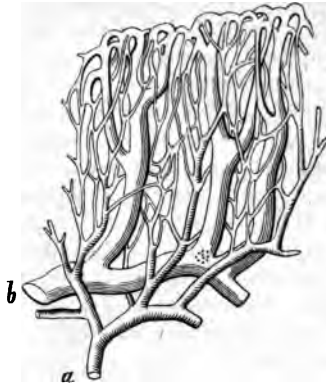
zeugt wird, geht an ihren Mündungen während der Verdauung ein eigener chemischer Process vor sich. Es bildet sich nämlich hier und hier allein Chlorwasserstoffsäure. Wird blaues Lackmuspapier an den Drüsengrund gedrückt, so wird es nicht geröthet, wohl aber an der Drüsenmündung. (Brücke.) Wenn man in eine Vene eines lebenden Thieres eine Lösung von Ferrocyankalium und in eine andere Vene eine Lösung von einem Eisenoxydsalze einspritzt und alsbald das Thier tödtet, so ist nur die Oberfläche der Drüsenmündungen blau von Berlinerblau gefärbt. Dies beweist, dass nur diese sauer reagiren. Denn nur in einer sauren, nicht in einer alkalischen Flüssigkeit verbinden sich obige zwei Substanzen. (Bernard.) — So sind also die Labdrüsen geeignet, die beiden Produkte zu liefern, welche mit einander verbunden die Auflösungsmittel der Albuminate darbieten. Weder Pepsin noch Säure sind allein für sich im Stande, diese Wirkung hervorzubringen. (Entdeckung von Eberle.)

2) Nerven. Bei leerem Magen wird kein Magensaft, sondern nur Schleim entleert; die Absonderung entsteht infolge einer Reizung, einerlei ob es Nahrungsmittel oder unverdauliche Substanzen sind. Man kann daher vermuthen, dass die Absonderung in Folge eines Nervenreizes vor sich geht. Es ist noch nicht ermittelt, ob der n. vagus, sympathicus oder die gangliösen Nerven auf die Magendrüsen wirken; nur das ist ausgemacht, dass nach Durchschneidung beider m. vagi und beider nn. splanchnici doch die Verdauung nicht beeinträchtigt wird. (Budge.) Während der Absonderung röthet sich die Magenschleimhaut. Bernard beobachtete, dass dabei die Gefäße sich erweitern und das Venenblut heller wird. In wie weit diese Erscheinung von den Nerven und insbesondere von den Gefässnerven abhängt, lässt sich nicht bestimmen.

3) Blut. Die Arterien laufen gestreckt neben den Drüsen und umgeben ringförmig deren Mündungen,

s. Fig. 11. Welche Bedeutung diese Verbreitungsart hat, ist noch unermittelt. Man hat sie auf eine Resorptions-

Fig. 11.



Blutgefäße vom Magen des Hundes. a Arterie. b Vene.

(Frey) oder auch auf eine Respirationsthätigkeit (Henle) bezogen; es wäre auch an eine Beziehung zur Bereitung der Chlorwasserstoffsäure zu denken.

§. 11. Magengase und Darmgase.

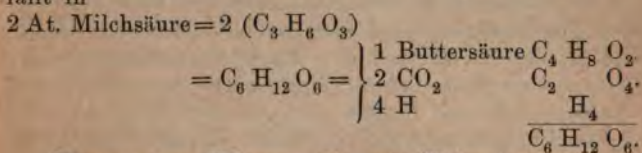
Gase im
Magen und
Darme.

Es gibt drei Veranlassungen, durch welche Gas im Magen und Darm sich vorfinden kann, nämlich 1) das Einströmen der äussern atmosphärischen Luft, 2) Eintritt von Blutgasen, 3) Zersetzungen.

Die atmosphärische Luft kommt mit dem Speichel, den Speisen, beim Athmen und durch Schlucken von Luft in den Magen. An der geöffneten Bauchhöhle von Hunden bemerkt man oft, dass sie in kurzer Zeit den Magen durch Schlucken von Luft enorm ausdehnen; auch gibt es viele Menschen, welche mit Leichtigkeit sich auf diesem Wege den Magen willkürlich auf-

blähen. Wahrscheinlich geschieht dies, indem man einathmet, während zugleich der Respirationskanal durch den Kehldeckel oder Stimmritze abgesperrt wird. — Der beim Schlucken in den Magen gelangte O verschwindet aber rasch, indem er ins Blut diffundirt. Die an einem Hingerichteten angestellten Untersuchungen von Magendie und Chevreul ergaben 11,0 O, 14,0 CO₂, 71,45 N, 3,55 H. Planer fand bei einem mehrere Tage mit Leguminosen gefütterten Hunde nur 0,79 O, 32,9 CO₂ 66,30 N; in andern Fällen 6,12 O. — Es findet also im Magen eine Respiration Statt. Während nämlich Sauerstoff durch die Capillaren tritt, verlässt die CO₂ dieselben. Die Diffusion der letztern aus dem Blute in den Darmkanal ist denselben Gesetzen unterworfen, welche bei dem Athmen erörtert wurden. Je grösser die Spannung der im Darne schon vorhandenen CO₂ ist, desto weniger wird vom Blute aus diffundiren, und umgekehrt.

Zersetzungen von Nahrungsstoffen und deren Lösungen können auch Bildung von CO₂ und H veranlassen. So z. B. 1 Atom Zucker = C₆ H₁₂ O₆ zerfällt in



Chymus von Thieren, die mit Hülsenfrüchten gefüttert waren, entwickelte ausserhalb des Körpers noch eine bedeutende Menge von CO₂. (Planer.) Die Entwicklung von H wechselt ganz ausserordentlich, (weil sie lediglich von der Zersetzung der Nahrungsmittel und von sehr variablen Bedingungen abhängt,) nämlich von 2 bis 50⁰/₁₀₀. Im Dünndarme verschwindet der Sauerstoff gänzlich. Im ganzen Darmkanal findet sich auch N, der von der eingethmeten Luft herrührt. — Im Dickdarm kann sich auch Sumpf- oder Grubengas (= Methyl-

wasserstoff CH_4) bilden. Man weiss, dass unter Luftabschluss und bei trockener Destillation organischer Substanzen dieses brennbare Gas entsteht; unter welchen Veranlassungen es im Darm sich bildet, ist unbekannt. — Selten ist auch SH im Dickdarm gefunden worden.

§. 12. Magenbewegungen.

Magennus-
keln.

Die Magenhöhle ist von drei in verschiedener Richtung (fibrae longitudinales, circulares, obliquae) verlaufenden Lagen von Muskelringen umschlossen, deren vereinigte Wirkung eine gleichmässige Verengerung des Magens hervorbringt. Der dichtere Muskelring am pylorus und die hier befindliche Schleimhautfalte (valvula pylori) erklären die Erfahrung, dass während der Verdauung die Pylorusöffnung mehr oder weniger verschlossen ist. Die Zusammenziehung des Magens wechselt mit einer Expansion, wie dies bei vielen Bewegungen (s. Nervenphysiologie) der Fall ist. Man sieht bei Thieren, deren Magen während der Verdauung beobachtet wurde (Spallanzani), nicht viel mehr als ein geringes Aufblähen und Zusammenfallen.

Itung der
Magenbewe-
gung.

An Magen fisteln hat man constatirt (Beaumont), dass die Bewegung von der cardia nach dem pylorus und wieder zurück erfolgt. Auch durch Reizung des n. vagus am Halse beginnt eine Contraction des Magens an der cardia und breitet sich von da weiter aus.

Die Magenbewegungen führen allmählig die weich gewordenen Substanzen durch den pylorus zum Dünndarm. Man rechnet im Allgemeinen die Verdauungszeit auf 4—5 Stunden.

Viertes Kapitel.

Functionen der Leber.

§. 13. Ueberblick.

Eigenthüm-
lichkeiten
der Leber.

Die eigenthümliche Einrichtung, dass die im Magen und Darne aufgelösten Nahrungsmittel, sowie auch Pro-

dukte, welche in der Milz (Lymphkörperchen) und in dem pancreas (Leucin etc.) entstehen, durch die Venen des Unterleibs nicht direkt in die vena cava gelangen, sondern erst mit Elementen der Leber zusammenkommen; ferner die unverhältnissmässige Grösse der Leber bei Embryonen und die Theilnahme dieses Organs an dem embryonalen Blutlaufe (s. Abschn. 8), endlich die immer noch bedeutende Massenhaftigkeit desselben bei Erwachsenen (Gewicht 2000—2500 Grm.) lassen auf einen wichtigen Complex von Functionen schliessen, die indess bis jetzt nur theilweise bekannt sind.

In der Leber werden stickstoffhaltige (Gallensäuren, Farbstoffe etc.) und stickstofflose (Glycogen, Cholesterin, Fett) Substanzen producirt. Es entstehen namentlich Galle und Glycogen in ihr, von denen jene zunächst in den Darm, dieses direkt ins Blut übergeführt wird. — Es gibt kein Organ, in welchem sich so leicht Fett absetzt als in der Leber (§. 16), wahrscheinlich aus Albuminaten hervorgehend. — Auch hat man die Leber als den Ort betrachtet, in welchem neue Blutkörperchen entstehen. Eine solche Annahme scheint mir wenig begründet, während vielmehr Thatsachen dafür sprechen, dass grade in der Leber ein lebhafter Zersetzungsprocess von Blutbestandtheilen vor sich geht, s. u. §. 17.

Leberpro-
dukte.

§. 14. Galle.

Man erhält Galle aus der Gallenblase eben geschlachteter Thiere und Enthaupteter. Diese ist aber nicht reine Galle, sondern mit dem Schleime der Gallenblase vermischt. Zur genauern Untersuchung der Function legt man Gallenfisteln an, aus denen die Galle nach Aussen abfliesst. (Schwann. Blondlot.) Thiere vertragen die völlige Entziehung, wenn ihnen eine sehr reichliche Nahrung gegeben wird.

Gewinnung
der Galle.

Gallen-
fisteln.

Die gesunde menschliche Galle ist röthlichgelb oder grün, riecht eigenthümlich, schmeckt stark bitter, reagirt

schwach alkalisch oder neutral, hat ein spec. Gewicht von 1,026—1,03; mit Gallenblasenschleim vermischt fault sie leicht, von demselben befreit, hingegen langsam. Sie hemmt die Gährung, sowie auch die künstliche Verdauung. Wenn man Oel oder durch Erwärmung flüssig gemachtes Fett mit Galle vermischt, so zertheilt sich dasselbe in sehr feine Theilchen, welche in der Flüssigkeit sich eine Zeit lang schwebend erhalten, es entsteht eine Emulsion. Wird eine solche Emulsion von einer alkalischen Lösung durch eine Membran getrennt, so diffundiren die beiderlei Flüssigkeiten gegen einander, das Alkali bildet mit dem Oel Seife und es gehen zugleich Fetttropfen über. (Wistinghausen.) Während eine Diffusion zwischen Fett und Wasser bekanntlich nicht Statt findet, wird diese möglich, wenn zwischen beiden eine gallengetrankte poröse Scheidewand sich befindet. Hieraus lässt sich auch erklären, dass das im Darne befindliche Fett durch die nassen Membranen hindurchgeht.

Die quantitative Analyse der Galle eines 49jahrigen enthaupteten Mannes ergab folgende Bestandtheile in 1000:

Wasser	822,7
feste Substanzen	177,3
gallensaure Alkalien	107,9
Fett und Cholesterin	47,3
Schleim mit Farbstoff	22,1
anorganische Salze	10,8

(Gorup-Besanez.)

Bei Hunden, Katzen und Schafen fanden sich feste Substanzen nur ungefähr 5⁰/₁₀₀. (Bidder und Schmidt.)

Von organischen Bestandtheilen der Galle sind bekannt:

1) die Natriumsalze der Glycochol- und Tau- rocholsaure, von denen die letztere in der menschlichen Galle vorwaltet. Beide Gallensäuren lassen sich durch die Pettenkofer'sche Probe nachweisen. Man

setzt der Galle in einer Porzellanschale einige Tropfen verdünnte Schwefelsäure und eine sehr geringe Menge Zuckerlösung zu und erhitzt langsam. Es entsteht ein schön rother Fleck. — Sehr kleine Quantitäten Gallensäure können in dieser Weise nachgewiesen werden. — Enthält eine Flüssigkeit Eiweiss, so muss zuvor dieses durch Coagulation entfernt werden, weil Schwefelsäure mit Zucker dasselbe gleichfalls röthet.

2) Gallenfarbstoffe. Der hauptsächlichste Gallenfarbstoff ist roth, Bilirubin (Biliphäin, Cholepyrrhin), welcher durch Schütteln der Galle mit Chloroform erhalten wird. (Valentinpr.) Eine alkalische Lösung desselben färbt sich an der Luft (durch Oxydation) grün, es entsteht Biliverdin, welches in der alkalisch reagirenden Galle niemals fehlt. Durch Zersetzung bilden sich noch andere Farbstoffe, namentlich der braune: Bilifuscin, Bilihumin. — Das Bilirubin scheint identisch mit einem Farbstoffe zu sein, der in alten Blutextravasaten, z. B. des Gehirns vorkommt, dem Hämatoïdin. — In der Gelbsucht finden sich Gallenfarbstoffe im Blute und Urine, sowie mit wenigen Ausnahmen in allen Körperorganen. Auch wenn man viel Wasser oder gallensaure Alkalien ins Blut von Thieren spritzt, lassen sich im Urine Gallenfarbstoffe nachweisen. Man erklärt dies daraus, dass das Wasser und die gallensauren Alkalien den Blutfarbstoff lösen, Hämatoïdin bilden, aus dem wiederum Bilirubin entsteht.

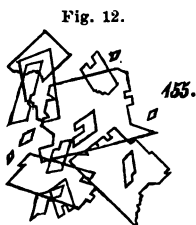
Gallenfarbstoffe.

Die Gallenfarbstoffe werden durch die Gmelin'sche Probe erkannt. In ein Probirglas, in welchem verdünnte, alkalisch gemachte Galle enthalten ist, lässt man eine Mischung von starker Salpetersäure und salpetriger Säure sehr vorsichtig tropfenweise einfließen, ohne umzuschütteln. Nach einiger Zeit bilden sich farbige Ringe und zwar folgen sich Grün, Blau, Violett, Roth,] Gelb. Sehr gut ist auch eine neuerdings von Maly angegebene Methode zur Erkenntniss der Gallenfarbstoffe: Man schütte in ein Reagenzglas etwas reine

Gmelin'sche Probe.

Salpetersäure, auf diese 1 oder 2 Tropfen Brom, dann lasse man verdünnten Gallenfarbstoff auffallen. Es entsteht dadurch oben eine ziemlich starke Schicht von blauer Farbe, darunter eine schmale von Roth, zwischen beiden Violett, unten etwas Grün und Gelb.

3) Cholesterin, früher wegen seiner Auflöslichkeit in Aether Gallenfett genannt (s. Anhang), krystallisiert in grossen rhombischen Tafeln (Fig. 12).



Cholesterinkrystalle, aus einem Gallensteine dargestellt, 155mal vergrössert.

Bringt man auf Cholesterinkrystalle etwas concentrirte Schwefelsäure, so färben sich die Ränder vorübergehend roth. Es findet sich in den meisten Gallensteinen, aus denen es durch Kochen in Alkohol erhalten wird. Das Cholesterin ist löslich in heissem Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol und Lösungen von gallensauren Alkalien, daher auch in der Galle,

nicht aber in Wasser. Seine Lösungen drehen die Polarisationsebene nach Links.

4) Lecithin (Diakonow) und Neurin oder Cholin (Strecker) auch Harnstoff und Harnsäure.

Fette. 5) Fette und Seifen in sehr geringer Menge.

Salze. 6) Salze: Chlornatrium und phosphorsaures Natrium, etwas phosphorsaures Calcium, Eisenoxyd. Nach Young enthält die menschliche Galle zwischen 0,004 und 0,01% Eisen.

Die Quantität Galle, welche ein mit einer Fistel versehener Hund entleerte, betrug für jedes Kilo Körpergewicht im Mittel aus 67 Versuchen:

in 1 Stunde 1,023 Grm. frische, 0,049 trockene,
 „ 24 Stunden 24,55 „ „ 1,176 „

(Bidder und Schmidt). Nimmt man an, dass ein Mensch von 60 Kilo Körpergewicht gleichviel absondert, so würde ein solcher in 24 Stunden zwischen

2 und 3 Pfd. entleeren. Reichliche Fleischnahrung vermehrt, Brod und Fett mit geringerer Fleischnahrung vermindert die Absonderung. Sie beginnt einige Stunden nach der Nahrungsaufnahme sich zu steigern und nimmt von Stunde zu Stunde noch zu (während 8, Kölliker u. Müller, selbst 15 Stunden, Bidder und Schmidt). Die Secretion scheint also mit dem Eintritte von Nahrungsmitteln in das Duodenum zusammenzuhängen. Die bekannten Wirkungen der Galle sind:

1) Werden Galle, Gallensäuren oder gallensaurè Alkalien mit Blutkörperchen in Verbindung gebracht, so lösen diese sich auf (Hünefeld) und man kann mit ausreichender Gallenmenge in einer gewissen Blutquantität alle Körperchen verschwinden machen. Wirkungen
der Galle.

2) Galle oder Gallensäuren, auf motorische Nerven oder Muskeln gebracht, reizen dieselben, es entstehen Zuckungen (Budge) und später durch Ueberreizung Lähmung. Gelangt nicht genug Galle in den Darm, so wird seine Bewegung verlangsamt.

3) Der emulgirenden Eigenschaft der Galle, welche wohl die wichtigste Function derselben ausmacht, wurde oben schon Erwähnung gethan.

4) Der Gallenfarbstoff färbt die Excremente und trägt wesentlich zum Geruch derselben bei.

5) Das Natrium der gallensauren Verbindungen bildet mit Fettsäuren Seifen. Da nun der pankreatische Saft die Fette zerlegt, so entstehen durch die Galle Seifen.

6) Bei Thieren, denen alle Galle durch die angelegte Fistel abfließt, erfolgt eine grosse Mattigkeit, Verstopfung, Gefrässigkeit; im Chylus ist das Fett sehr vermindert, während die Excremente fettreicher sind.

§. 15. Glycogen.

Aus der Leber ist ein stickstoffreier Körper darstellbar (s. Anhang), welcher durch verschiedene Fermente (Speichel, Blutserum, verdünnte Schwefelsäure, wässeri- Glycogen.

ges Leberextract) in Dextrin und Traubenzucker umgewandelt werden kann, nämlich das Glycogen, welches $\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ $\frac{0}{0}$ des ganzen Lebergewichts betragen kann (Bernard). Diese Umwandlung scheint im normalen Zustande in der Leber selbst nicht zu erfolgen. Denn wenn man die Bauchhöhle eines gesunden Thieres öffnet, einen Theil der Leber ausschneidet und in kochenden Alkohol wirft, dann das Thier tödtet und mit einem andern Stücke Leber ebenso verfährt, so kann man in jenem keinen Zucker nachweisen (Pavy), während er sich in diesem sehr deutlich erkennen lässt. Der Zucker entsteht unmittelbar nach dem Tode. — Durch Hungern verliert sich das Glycogen, durch den Genuss von Albuminaten in Verbindung mit amyllum- oder zuckerreicher Nahrung wird die Bildung am Meisten befördert. Stärke allein reicht nicht aus, wohl aber Fleischkost allein, um jenen Stoff in der Leber zu erzeugen; hingegen sinkt seine Menge, wenn Thiere bloss Fett und Fleisch erhalten. Es ist wahrscheinlich, dass das Glycogen in der Leber durch Spaltung von Albuminaten entstehen kann, da es auch bei blosser Fleischkost sich findet. — Ob dasselbe und wo es in Zucker verwandelt wird, ist noch nicht ausgemacht und auch nicht zu sagen, ob es zur Bildung von CO_2 verwandt wird. Im Blute des rechten Herzens sollen nach Pavy nur Spuren von Zucker vorkommen. Krankhaft kann die Bildung von Zucker im Körper so gesteigert werden, dass er pfundweise durch den Urin abgeht. Es steht aber noch nicht ganz fest, dass dieser Zustand von einer Leberaffection herrührt. Bei Verletzungen der 4. Hirnhöhle, Durchschneidung der n. splanchnici, bei bedeutenden Athem- und Cirkulationshinderungen sah man bei Thieren Zuckerharuruhr entstehen.

§. 16. Fett.

st in der
Leber.

Es existirt keine Leber, deren Zellen nicht mehr oder weniger Fetttröpfchen in sich enthielten. Sie vermehren

sich bei mangelnder Bewegung und reichlicher Nahrung enorm und sind in dem frühesten Embryozustande schon aufzufinden. Verfettung der Leber ist sicher nicht allein



Fig. 13.

Stück einer Rattchenleber, 40 mal vergrößert.
a b v. intralobulares, *c* Durchschnitte derselben. *d v.* interlobulares. *e v.* sublobulares.
f ductus biferi.

vom Fette der Nahrung oder von im Körper aufgespeichertem Fette herzuleiten; sie erfolgt nicht nur durch manche Substanzen (Arsenik, Phosphor) sehr rasch,
 Budge, Compend. der Physiologie. 3. Aufl. 5

sondern auch bei einer Mischung von Nahrungsmitteln, welche viel Albuminate und wenig Fett enthalten.

§. 17. Factoren der Leberproducte.

Bekanntlich ist die ganze Leber in eine grosse Menge von kleinen, etwa 1—2 Mm. messenden Feldern getheilt. Die Abgrenzung wird durch Verzweigungen der vena portarum, der a. hepatica, der ductus biliferi und im normalen Zustande durch eine ungemein geringe Menge

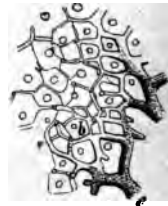
v. portarum.
Leberzellen.
Gallencapillaren.

Fig. 14.



Ein injicirtes Leberläppchen vom Kaninchen, vergrössert.
a v. interlobulares. b v. intralobulares.

Fig. 15.



Gallencapillaren aus Zweigen der ductus biliferi hervorgehend, welche sich um die Leberzellen herum verbreiten. Die letztern b durch ihre Kerne erkenntlich.

von Bindegewebe bewirkt. Dadurch entstehen die sog. Leberläppchen oder Leberinselchen. In diesen finden sich ausser den in ihrer Verbreitung weniger bekannten Nerven und Lymphgefässen drei bemerkenswerthe Theile: 1) Capillargefässe, hauptsächlich der vena portarum angehörig, welche in die Mittelvene, v. intralobularis, münden (s. Fig. 14). 2) Leberzellen; 3) die von mir entdeckten Anfänge der Gallengefässe, die sogenannten Gallencapillaren (s. Fig. 15), deren Wandungen die Leberzellen bilden. Ueber ihr Ver-

hältniss zu diesen vgl. die Arbeiten von Hering, Kölliker u. A.

Der grosse Durchmesser der Pfortader, die Aeste, aus welchen sie sich bildet, sowie die eigenthümliche Art ihrer Ausbreitung machen es wahrscheinlich, dass das in ihr kreisende Blut den Stoff liefert, aus welchem die Leberzellen die Secretionsproducte erzeugen. Der Querschnitt der *a. hepatica* ist ungefähr = 5,5 Mm., der der *vena portarum* = 16 Mm. Letztere wurzelt in Organen, welche die gelösten Nahrungsmittel enthalten (Magen, Darm) und in Organen, welche die hauptsächlichsten Bildungsstätten der Lymphzellen sind (Milz, solitäre — Peyersche — Lymphdrüsen). Sie ergiesst sich endlich nicht in eine andre Vene, sondern geht in einem neuen Blutcapillarsystem auf.

Das Blut, welches in die Leber gelangt, ist zwar fettreicher als das, welches aus der Leber abfließt. Nach Lehmann's Untersuchungen an einem Hunde enthielt das Blut der *v. portarum* in 100 Theilen des festen Rückstandes 5,0, das der *venae hepaticae* 3,0. Dagegen war der Zuckergehalt der *v. portarum* beim Hunde 0, der *ven. hepaticae* 0,7—0,8. Jedenfalls ist aber die Menge der stickstofflosen Substanzen, welche der Leber zugeführt werden, sehr gering. Aus der Leber geht eine viel grössere Menge solcher Substanzen heraus. Die Gallensäuren sind viel ärmer an Stickstoff, als die Albuminate; das Glycogen ist stickstofflos. — Aus diesen Thatsachen lässt sich der Schluss ziehen, dass die Albuminate, welche im Pfortaderblut zur Leber gelangen, sich hier spalten und zwar in stickstofflose, stickstoffarme und weiterhin stickstoffreiche Substanzen. Zu letztern wäre der Harnstoff (s. IV. §. 3) zu rechnen.

Für die Spaltung der Albuminate spricht auch der Gehalt der Galle an Schwefel (s. IV. §. 3) und an Eisen s. p. 62, sowie auch der Gallenfarbstoff, welcher mit Recht als Derivat des Blutfarbstoffs anzusehen ist. Da nun auch die Galle Blutkörperchen auflöst, so scheint

die Annahme berechtigt, dass in der Leber ein grosser Theil des Blutes zu andern Bildungen verwendet wird.

Aus dem Pfortaderblut entsteht eine Diffusion gegen die Leberzellen hin, welche dadurch Material zu drei Produkten erhalten: 1) der Galle, 2) dem Glycogen, 3) zu Fett. — Auf welchen Processen die Spaltung oder Bildung dieser Stoffe beruht, ist noch nicht aufgeklärt. Die Galle dringt in die Gallencapillaren und von da aus in die ductus biliferi. Von den wesentlichen Gallensubstanzen hat man bis jetzt vergeblich die Gallensäuren im Blute gesucht (Liebig, Hoppe), dieselben auch nicht nach Exstirpation der Leber (Kunde, Moleschott) gefunden. Dadurch ist wahrscheinlich geworden, dass die Leberzellen nicht etwa schon die gallensauren Alkalien aus dem Blute erhalten und dieselben den Gallencapillaren überliefern, sondern dass sich jene erst durch Vermittlung der Zellen in ihnen bilden.

Fünftes Kapitel.

Function der Bauchspeicheldrüse.

§. 18. Gewinnung des Bauchspeichels.

aporäre
isteln.

1) Bei Hunden wird zur Zeit der Verdauung der grössere Ausführungsgang des pancreas in der eröffneten Bauchhöhle aufgesucht, eingeschnitten und in denselben eine Canüle eingebunden. Nachdem der Bauchspeichel ausgeflossen, wird die Wunde verheilt. (Cl. Bernard.)

manente
isteln.

2) Es wird eine bleibende nach Aussen mündende Fistel angelegt. (Ludwig und Weinmann.)

nfusum.

3) Es wird ein kaltes Infusum der Drüse bereitet, welche frisch aus der Bauchhöhle eines etwa 6 Stunden nach einer reichlichen Fütterung geschlachteten Thieres genommen worden ist.

4) Es wird aus frischem pancreas ein Auszug mittelst Glycerin bereitet (v. Wittich).

§. 19. Eigenschaften und Functionen des Bauchspeichels.

Er ist eine klare Flüssigkeit, ohne morphologische Bestandtheile, schmeckt salzig und reagirt alkalisch. Nur das Infusum zeigt eine saure Reaction, weil im pancreas Fett enthalten ist und dieses zerlegt wird (s. n.). — Frisch gewonnen ist der Bauchspeichel zähflüssig, der aus bleibenden Fisteln erhaltene hingegen ist dünnflüssiger. Der Gehalt desselben an festen Bestandtheilen ist ausserordentlich abweichend und dieselben Beobachter haben in verschiedenen Analysen über 9 und unter 2⁰/₀ gefunden.

Eigenschaf-
ten.

Jeder Bauchspeichel wandelt, wie die Mundflüssigkeit, rasch Stärke in Dextrin und Traubenzucker um, (s. oben S. 43), hat aber zweitens die merkwürdige Eigenschaft, die neutralen Fette in ihre Bestandtheile: Fettsäuren und Glycerin, zu zerlegen. Deshalb röthet, wie oben bemerkt, Pancreasinfusum schon an und für sich die blaue Lackmustinctur, weil im pancreas stets Fett sich findet, noch mehr bei Zusatz von Fett, infolge der frei werdenden Säure. — Ausserdem kann der Bauchspeichel wie die Galle das Fett fein zertheilen und eine Emulsion hervorbringen.

Saccharifica-
tions- und
Emulsions-
Vermögen,
sowie Zerle-
gung der
Fette.

Frisch gewonnener Bauchspeichel, sowie das Infusum des pancreas lösen bei Körperwärme die Albuminate, besonders Fibrin auf, ohne dass die Verdauungsflüssigkeit aufhört, alkalisch zu bleiben; jedoch scheint ein Zusatz von einer sehr geringen Menge Säure diese Wirkung zu erhöhen. Diese Eigenschaft des Bauchspeichels ist nicht beständig vorhanden, am Sichersten ist sie zur Zeit der Verdauung zu beobachten. — Die aufgelösten Albuminate werden, wie die Peptone (s. oben S. 53), nicht mehr durch Kochen etc. coagulirt.

Lösung der
Albuminate.

§. 20. Chemische Bestandtheile des Bauchspeichels.

1) Wasser 90—98,6⁰/₀; 2) Eiweiss, gewöhnliches und Kali-Albuminat; 3) Leucin in grosser Menge im

standihel- frischen Saftes und im Infusum; wenn der Speichel in
 : Wasser, Zersetzung übergeht, auch Tyrosin; 4) ein die Stärke
 veiss, Leu- umwandelndes Ferment, welches auf dieselbe Weise
 , Ferment- erhalten wird, wie das der Mundflüssigkeit (Cohn-
 , Salze. heim); 5) das Pancreaspepsin, welches man erhält,
 wenn man das mit Wasser verdünnte Pancreassecret mit
 Collodium behandelt. Der dadurch entstehende, wohl
 ausgewaschene Niederschlag wird getrocknet, das Collo-
 dium in Alkoholäther gelöst und der rückbleibende
 farblose Satz mit Wasser verdünnt (Danilewsky);
 6) Salze, vorzugsweise Chlornatrium, Chlorkalium,
 kohlensaures Natrium, phosphorsaures Calcium.

§. 21. Absonderung.

Die absondernden Elemente sind die Drüsenzellen. Reichlich wird das pancreas von Nerven (plexus hepaticus, lienalis, mesentericus sup.) und Gefässen versorgt. Durch Reizung des centralen Endes vom n. vagus wird die Absonderung gehemmt, nach Durchschneidung der Gefässnerven beträchtlich vermehrt. — Die Menge des abgesonderten Bauchspeichels hängt sehr von der Nahrung ab, sodass z. B. bei hungernden Thieren in 1 Stunde nicht $\frac{1}{2}$ und nach reichlicher Fütterung beinahe 100 Gr. entleert werden können (Weinmann); nach den Beobachtungen von Bernstein steigt das Secret von der 1. bis 6. Stunde nach der Nahrungsaufnahme von 1,5 bis 5 C. C. in 10 Minuten und nimmt dann wieder ab.

Sechstes Kapitel.

Functionen des Dünndarms.

§. 22. Uebersicht.

Die wesentlichen Functionen des Dünndarms sind folgende: 1) die Schleimhaut sondert gewisse Flüssigkeiten ab, nämlich Darmsaft (succus entericus) und

Darmsaft.
 Secretor-
 on. Motus
 intestinalis.

Darmschleim. Die secernirenden Organe sind die Lieberkühnschen Drüsen, vielleicht auch die Epithelien. Die im Anfange des duodenum befindlichen Brunner'schen Drüsen haben Saccharificationsvermögen und lösen Fibrin (Krolow, dessen Versuche ich bestätigen kann). 2) Die Zotten resorbiren das emulsionirte Fett und andere Substanzen, die Capillargefäße die gelösten und veränderten Nahrungsmittel. 3) Die Darmmuskeln bewirken die Fortleitung des Darminhalts. 4) In den solitären resp. Peyerschen Drüsen, sowie in der adenoiden Substanz der Schleimhaut werden wahrscheinlich Lymphzellen producirt.

§. 23. Darmsaft.

1) Man erhält ihn rein, wenn man aus der geöffneten Bauchhöhle eines Hundes eine Darmschlinge herauszieht, dieselbe, ohne sie vom Mesenterium also auch ohne sie von ihren Gefäßen und Nerven zu trennen, quer an beiden Enden durchschneidet, das eine Ende unwegsam macht, das andere zum Verwachsen mit der Bauchwand bringt, die Darmwunden, zwischen welchen die Schlinge herausgeschnitten worden ist, mit einander durch die Darznaht und endlich die Bauchwandungen wieder lege artis vereinigt. Unter glücklichen Umständen können solche Thiere längere Zeit am Leben bleiben. Durch Reizung der Schleimhaut der nach Aussen offenen Darmschlinge wird Darmsaft gewonnen, manchmal 4 Grm. auf 30 Quadratcentimeter Oberfläche in der Stunde. (Thiry.) 2) Durch Anlegung von Darmfisteln nach Unterbindung des ductus choledochus und pancreaticus. (Bidder und Schmidt, Zander.)

Gewinnung
des Darm-
saftes.

Der Darmsaft ist eine gelbliche, dünne, alkalische Flüssigkeit, welche Albuminate, namentlich Fibrin aufzulösen vermag, auch saccharificirend zu wirken scheint. — Er hat ein spec. Gewicht von 1,0115 (Thiry), enthält 2,5⁰/₀ feste Bestandtheile, von denen

Eigenschaf-
ten des
Darmsaftes.

ungefähr $\frac{1}{3}$ Eiweiss, $\frac{1}{3}$ andere organische Substanzen, $\frac{1}{3}$ Asche (darin kohlen-saures Natrium) ausmacht.

beson-
derung.

Der Darmsaft wird nur bei Reizung der Schleimhaut abgesondert.

§. 24. Aufnahme durch Zotten und Capillargefässe der Darmschleimhaut.

Zotten.

Millionen kleiner, 0,2—1 Mm. langer Fädchen (Zotten) erheben sich vom duodenum bis zum coecum aus der Schleimhaut des Dünndarms. Jede Zotte ist von einer Schicht Epithelzellen mantelartig umhüllt (s. Fig. 16), und reichliche Gefässverzweigungen sprechen dafür, dass in den Zotten wichtige Prozesse vor sich gehen. In die Epithelzellen geht das Fett des Darm-inhalts. Zur Zeit der Verdauung findet man in der That diese mit zahllosen Fettstäubchen erfüllt (Goodsir), Fig. 17c. An der Basis jeder Zelle findet sich ein verdickter Saum, der jene gewissermassen deckelartig verschliesst (Fig. 17a) und sich sogar durch verschiedene Umstände; schon durch Wasser, abheben kann. Dieser Saum ist häufig mit Streifen versehen (Kölliker, Funke), welche von Kölliker u. A. für Porenkanäle angesehen werden. — Ausserdem findet sich noch eine andere Art von Epithelzellen, dunkler, keulenförmig und öfters mit einer Oeffnung versehen (d) (Becherzellen, von Andern Vacuolen genannt). Ob nun das Fett durch Porenkanäle, durch Oeffnungen der Becherzellen, durch Abheben der Deckel als neutrales Fett in die Epithelzellen, oder ob, was wenig wahrscheinlich ist, das Fett in Seife übergeht und in den Epithelien wieder in neutrales Fett umgesetzt wird, oder ob endlich die Epithelzellen im Leben wandungslos sind und sich also mit Fett imprägniren können, ist bis jetzt nicht mit Sicherheit zu sagen.

Fettauf-
nahme.

Von dem Epithelmantel wandert die Fettmasse ins Innere der Zotte und gelangt in einen Mittelkanal,

welcher nach neuern Untersuchungen (v. Recklinghausen) mit Epithel begrenzt ist und den Anfang von Lymphgefäßen bildet.

Während der Verdauung verkürzen sich die Zotten (Gruby und Delafond) mittelst Muskelfasern (Brücke), welche mit der Muskelschicht der mucosa zusammenhängen (Kölliker). Da während des Lebens die Muskeln des Darms fast beständig in einer unausgesetzten Schwankung von geringer Contraction und Expansion sich befinden, so ist zu vermuthen, dass es sich ebenso bei den Zotten verhält und dass dadurch der Uebergang von Fett wesentlich gefördert wird.

In die Zotten gelangen aber auch Lösungen von Albuminaten und Kohlehydraten, die Lymphgefäße des Darms führen daher eine wahre Emulsion, gemischt mit Lymphzellen, den sogenannten Milchsaft oder Chylus (s. p. 80).

Mittlerweile entsteht auch ein Diffusionsstrom durch Vermittelung der Capillargefäße zwischen gelösten Substanzen aus dem Dünndarm (Peptonen, Trauben- und Milchzucker, Seifen, Salzlösungen) einerseits und dem Blute andererseits, wobei jedoch das letztere mehr Stoffe aufnimmt, als abgibt (s. Resorption).

Fig. 16.



Zottaubewegung.

Chylus.

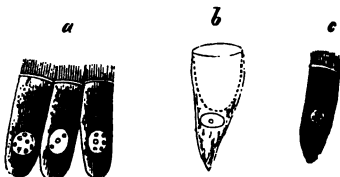
a b c d b a
Darmzotte vom Hunde.
a Epithelialmantel. *bb*
Arterien. *c* Vene. *d* Chylusgefäß.

§. 25. Bewegung des Dünndarms.

Die Schleimhaut des Dünndarmkanals wird von einer inneren, stärkern Lage von ringförmig verlaufenden und einer äussern Lage von longitudinalen Muskelfasern umgeben. Durch die Contraction jener entsteht Verengung, durch die Contraction dieser Verkürzung des Darms. Diese Veränderungen betreffen aber nicht alle Theile zusammen, sondern nur einzelne Abschnitte. Beobachtet man den Darm gesunder lebender Thiere,

armmus-
a und ihre
traction.

Fig. 17.



Epithelzellen des Dünndarms.
a Zellen mit gestreiftem Saum. b Becherzelle nach Henle.
c Zelle ganz mit Fett erfüllt.

sogleich nachdem das peritoneum blossgelegt worden, aber unverletzt geblieben ist, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, so bemerkt man fast beständig bald hier, bald dort eine sehr geringe, wellenartige Bewegung. Einzelne Theile heben und senken sich ein wenig, ohne dass eine stärkere Einschnürung oder ein Aufrichten ganzer Strecken sich sichtbar machte. Mancherlei Umstände jedoch rufen eine sogenannte peristaltische (wurmformige) Bewegung hervor, bei welcher einzelne Theile oft plötzlich sich stark einschnüren, aufblähen, fortkriechen, sich wie in einem Bogen erheben. Dieser Erscheinung liegen zwei Veranlassungen zu Grunde, nämlich erstens solche, welche die allgemeine Ernährung herabsetzen, z. B. Compression der aorta abdominalis (Schiff), sowie auch bei eintretendem Tode, so beson-

ristaltik.

ders deutlich nach einer unglücklichen Chloroformnarkose u. s. w. Bei sehr geschwächten Individuen sah ich zuweilen starke peristaltische Bewegungen durch die Bauchdecken hindurch ganz deutlich. Diese Art von Vermehrungsbewegung hängt wahrscheinlich von einem Zustande des Gangliennervensystems ab, dessen Uebergewicht sich nach der grössern oder geringern Paralyse des Cerebrospinalnervensystems geltend macht. Die zweite Veranlassung ist Erregung des Darms, entweder von der Schleimhaut aus, wie durch den Inhalt des Darms, die Nahrung, durch fremde reizende Substanzen, Luft etc., oder von der Muskelhaut aus, z. B. durch Elektrisiren, wobei sich stets die circulären Fasern am Meisten zusammenziehen. Mit solchen Contractionen sind auch Erscheinungen verbunden, welche auf Schmerzgefühl deuten. Es lässt sich vermuthen, dass Colikschmerzen häufig von Contractionen der circulären Darmmuskeln herrühren, die durch äussere Wärme wieder ausgedehnt werden. — Es hängt von den Widerständen ab, ob eine Bewegung gegen den Dickdarm oder gegen den Magen gerichtet ist; in der Regel ist die erstere die gewöhnliche, doch kommen auch, wie die Beobachtung lehrt, sogenannte antiperistaltische Bewegungen vor.

Antiperistaltische Bewegungen

Getrennte Darmstücke eben getödteter Thiere zeigen spontan peristaltische Bewegungen. Auch durch Reizung können vorher ruhende wieder in Thätigkeit versetzt werden. Beides dauert freilich nur eine kurze Zeit. Die Kräfte, von denen diese Bewegungen ausgehen, müssen entweder in den Nerven und Ganglien des Darms oder in dessen Muskelfasern sich entwickeln.

Ueber den Einfluss des n. vagus und n. splanchnicus auf den Darm s. Nervenphysiol. VI.

Siebentes Kapitel.

Function des Dickdarms.

Die wesentliche Function des Dickdarms besteht in der Fortführung und Ausleerung der Excremente.

§. 26. Excremente.

Ihre Menge beträgt zwischen 67 und 306 Grm., im Mittel 130. Sie enthalten Wasser 75⁰/₀, Nahrungsreste, Cellulose, Spiralgefäße, Fett, Holzfaser und Zersetzungsprodukte der Galle, namentlich Dyslysin, Choloidinsäure, veränderten Gallenfarbstoff, Cholesterin und einen Extractivstoff: Excretin (Marcet). Die Asche beträgt 1,9⁰/₀ und enthält kohlen-saure, phosphorsaure, schwefel-saure und Chlor-Verbindungen, mit Magnesium, Calcium, Eisen und Kieselerde.

§. 27. Entleerung der Excremente.

Zu dieser Function sind 2 Apparate von entgegengesetzter Wirkung in Anwendung. Der eine dient dazu, die Entleerung zu veranlassen, der andere dieselbe unter die Herrschaft des Willens zu bringen. Zum erstern gehören der Mastdarm, der m. levator ani und die Bauchpresse; zum zweiten der m. sphincter ani externus. — a) Mastdarm. Die Musculatur des Mastdarms ist von der des übrigen Dickdarms dadurch verschieden, das die Längsmuskelfasern ununterbrochen neben einander liegen, während sie im colon zu 3 bandartigen Streifen geordnet sind. Diese sog. taeniae coli erzeugen, weil sie kürzer sind, als das Darmrohr, die Ausbuchtungen des colon, in welchem die Excremente aufgehalten werden und einen grossen Theil ihrer Flüssigkeit verlieren. Das ganze colon, vorzugsweise sein sehr beweglicher, gekrümmter Endtheil, das S. Romanum, stellen ein Reservoir für die Excremente dar, welches

nur zeitweise den in grösserer Menge angesammelten Inhalt in den Mastdarm überführt. Hier sind die Bewegungen zwar wegen des Mangels der taeniae gleichmässiger; jedoch walten die zur Verengerung dienenden circulär verlaufenden Muskeln vor den longitudinalen, welche zur Verkürzung dienen, vor. Am Ende des Mastdarms bildet der sphincter ani internus einen starken Verengerer dieses Theiles und hilft ganz besonders bei einem von oben wirkenden Druck zur Entleerung der Excremente.

b) *m. levator ani*. Seine Function ist nicht bloss die gewöhnlich angegebene, nämlich den Mastdarm in die Höhe zu ziehen. Seine Hauptwirkung besteht vielmehr darin, den Mastdarm zu verengern. Man kann sich davon durch die electriche Reizung dieses Muskels bei Thieren (z. B. Hunden, bei denen er sehr entwickelt ist) überzeugen. Wenn man Wasser in den obern Theil des Mastdarms fortwährend einfliessen lässt, und reizt indessen beiderseits den levator ani, so zieht sich der Mastdarm so sehr zusammen, dass der Ausfluss des Wassers aufhört. Man muss nach meiner Ansicht den *m. levator ani* als einen Muskel betrachten, welcher, während die Längs- und Circulär-Fasern des Mastdarms unwillkührliche Contractionen bewirken, seinerseits willkührlich die Ausleerung sehr unterstützt. Er setzt sich einige Centimeter oberhalb des Afters an den Mastdarm an. Da zugleich bei seiner Contraction ein Druck auf den Mastdarm durch die Bauchpresse ausgeübt wird, so muss der Inhalt nach unten, d. h. gegen den After hingetrieben werden. Dieser Muskel ist um so wichtiger, weil sehr gewöhnlich der Mastdarm oberhalb des Afters erweitert ist und hier leicht ein Aufenthalt der Excremente Statt finden könnte.

c) Die Bauchpresse. Durch dieselbe wird ein Druck auf den Mastdarm in der Richtung von oben nach unten und von vorn nach hinten ausgeübt. Die Bauchpresse wird durch eine Beugung der Oberschenkel

gegen den Unterleib unterstützt. Daher ist bei obstructio das Sitzen auf einem niedrigen Gefüsse zu empfehlen.

d) *m. sphincter ani externus*. Im normalen Zustande ist der After durch die Elasticität geschlossen; die Wände der Schleimhaut liegen aneinander. Der *m. sphincter externus* ist nicht contrahirt. Sobald hingegen Kothmassen gegen den After andrängen, zieht er sich (reflectorisch) zusammen, so lange bis der durch die Muskeln des Mastdarms und den *levator ani* entstandene Druck oder der Wille den Widerstand des sphincter überwindet. — Nach Durchschneidung der Sakralnerven steht der After offen. Es ist aber nicht ermittelt, ob diese Erscheinung durch vermehrte Contraction der Mastdarmmuskeln oder durch Abnahme der Elasticität bedingt ist.

Dritter Abschnitt.

L y m p h e u n d B l u t.

Erstes Kapitel.

L y m p h e.

§. 1. Allgemeines.

Man nennt Lymphe eine helle Flüssigkeit, welche Definitio Eiweiss, Fibrinogen (s. Kapitel 2) und Lymphkörperchen enthält. Die Flüssigkeit wird liquor s. plasma lymphae genannt.

Sie kommt vor 1) verbunden mit fibrinoplastischer Vorkomm Substanz (Kap. II. p. 92): in den Lymphgefässen und ist gerinnungsfähig; 2) ohne oder mit geringen Mengen fibrinoplastischer Substanz und ohne Mucin: in den serösen Säcken, als liquor pericardii, pleurae, peritonei, sowie im Subarachnoidalraum (Serum genannt); 3) ohne fibrinoplastische Substanz mit Mucin: in Synovialsäcken, wahrscheinlich in der conjunctiva bulbi und auf den Schleimhäuten. Man nennt sie mit einer grössern Menge von Mucin gemischt: Schleim. 4) Sie ist in dem Blute enthalten, in welches sie durch den ductus thoracicus geführt wird, und kann wieder unter gewissen Umständen aus den Capillargefässen austreten. Dadurch ist es möglich, dass sie infolge von Entzündung in der Form von Eiter in allen Geweben erscheint, und im normalen Zustande entstehen vielleicht die sogenannten Speichelkörperchen und Schleimkörperchen durch Austreten der Lymphzellen aus dem Blute. (Cohnheim).

ellen der
lymphe.

Der liquor lymphae hat theils seine Quelle in den Nahrungsmitteln, welche im Darmkanal in die Zotten übergeführt werden, theils in den Gewebssäften. Die cellulae lymphae entstehen in gewissen Drüsen, welche man conglomerirte oder folliculäre Drüsen nennt.

§. 2. Chylus.

genschaft-
en des
Chylus.

Die in den Lymphgefäßen des Darmkanals und des Mesenteriums vorhandene Flüssigkeit heisst Chylus oder Milchsaft. Den letztern Namen hat sie erhalten, weil sie nach Genuss von fetthaltigen Substanzen, also auch von Milch, ein weisses Aussehen zeigt. Die weisse Farbe rührt von den in der Flüssigkeit aufgeschlemmten Fettkügelchen her. Der Chylus reagirt alkalisch, hat ein spec. Gewicht von 1,012—1,022. Er verwandelt Stärke in Dextrin und Traubenzucker (vom beigemischtem pancreatischen Saft?), hat die Eigenschaft, wenn er einige Zeit steht, zu gerinnen, und scheidet sich dann in einen weichen Kuchen *placenta chyli*, und eine Flüssigkeit, *serum chyli*. Die morphologischen Substanzen, welche man unter dem Mikroskope bemerkt, sind 1) Fettkügelchen, von denen ein jedes mit einer dünnen Eiweissmembran (*Hapto-genmembran*) umgeben ist. Aus diesem Grunde wird der Chylus nicht eher durch Aether entfärbt, bis zuvor durch einen Zusatz von Natron jene Membran aufgelöst ist, gerade so wie dies bei der Milch der Fall ist. Das Fett im Chylus ist in sehr feinen, staubförmigen Theilchen vorhanden. 2) Chyluszellen oder Lymphzellen (s. p. 82). 3) Im ductus thoracicus finden sich in der Regel auch Blutkörperchen.

rphologi-
sche Be-
ndtheile.

chemische
bestand-
theile.

Chemische Bestandtheile sind: 1) Wasser ungefähr 95⁰/₁₀; 2) Fett, theils als neutrales, dem Nahrungsfette entsprechend, theils verseift; 3) fibrinogene und fibrinoplastische Substanz (s. Kapitel 2); 4) Eiweiss, und zwar dieselben Arten, welche im Blute vorkommen.

Wenn auch noch Pepton im Chylus sich findet, so ist doch der grösste Theil desselben schon in Albumin umgewandelt. 5) Zucker und Harnstoff in sehr geringer Menge. 6) Milchsäure Alkalien. 7) Von anorganischen Substanzen ist vorzugsweise Chlornatrium vorhanden; ferner Kali, Natron, Phosphorsäure, Kalk, Magnesia und Spuren von Eisen.

Der Chylus unterscheidet sich selbstverständlich von der Lympe anderer Gegenden, z. B. von der des Halses oder der Extremitäten dadurch, dass jener Substanzen aus Nahrungsmitteln, namentlich Fett, Eiweiss und Salze aufgenommen hat, aber auch mehr Fibrin enthalten soll. Als Beispiel dienen zwei Analysen von Chylus und Lympe des Pferdes. (C. Schmidt.) Es enthalten 1000 Grm.

Unterschl
von Chyl
und Lymp

	Lympe		Chylus aus dem ductus thoracicus	
	Serum	Kuchen	Serum	Kuchen
Wasser	957,61	907,32	958,50	887,59
feste Stoffe . . .	42,39	92,68	41,50	112,41
Fett	1,23	—	0,50	1,54
Seifen	—	—	0,28	0,27
Fibrin	—	48,66	—	38,95
Albumin	32,02	34,36 { incl. Fett. }	30,85	65,96
Extractivstoffe	1,78			
Hämatin	—	—	—	2,05 (incl. 0,14 Eisen).
Salze	7,36	9,66	7,55	5,46
Chlornatrium	5,65	6,07	5,95	2,30
Natron	1,30	0,60	1,17	1,32
Kali	0,11	1,07	0,11	0,70
Schwefelsäure	0,08	0,18	0,05	0,01
An Alkalien geb. Phos- phorsäure	0,02	0,15	0,02	0,85

	Lymphe		Chylus aus dem ductus thoracicus	
Phosphorsaureres Calcium	0,20	1,59	0,20	0,25
Phosphorsaur. Magnesium	0,05	0,03

§. 3. Lymphzellen.

Fundorte: Im Blute als farblose Blutkörperchen, im Schleim als Schleimkörperchen, in der Mundflüssigkeit als Speichelkörperchen, im Eiter als Eiterkörperchen, in der Lymphe, im Chylus, in den Lymphdrüsen, den corpora Malpighiana und der pulpa der Milz, den solitären und Peyer'schen, überhaupt in allen folliculären Drüsen, an vielen, vielleicht allen Schleimhäuten unter dem Epithel; endlich auch im Knochenmark.

Eigenschaften. Es sind membranlose Protoplasmakugeln, meist gegen $\frac{1}{200}$ ''' gross, jedoch auch viel kleiner, bis $\frac{1}{400}$ ''' und sogar $\frac{1}{600}$ '''. Sie variiren also zwischen 0,011 Mm. und 0,004 Mm. sind resistent gegen Wasser, Alkohol, Säuren, Galle (?), haben meist einen, oft zwei und mehrere Kerne, welche durch Essigsäure stärker hervortreten. (Siehe Fig. 18 d.)

Fig. 18.



a Blutkörperchen von der Fläche,
b vom Rande aus gesehen, c wie
Geldrollen an einander liegend.
d Lymphzellen.

Entstehung. In den folliculären, den Lymphdrüsen und der Milz ist ein netzartiges Gewebe, reticulum, nachzuweisen, in dessen Maschen Lymphzellen in ungeheurer Anzahl vorhanden sind, adenoïde Substanz (His), cytogene Binde-substanz (Kölliker). Wahrscheinlich vermehren sie sich in diesen Räumen durch Theilung. Sie werden von

da aus dem Blute auf directem Wege durch die Milz, auf indirectem Wege durch die Lymphgefässe zugeführt. Die ausserordentliche Verbreitung von Brutstellen der Lymphzellen im Körper lässt auf die grosse, noch nicht vollends gekannte Bedeutung derselben schliessen.

§. 4. Function der Milz.

I. Aus physiologischen und anatomischen Gründen lässt sich schliessen, dass die Milz eines der wichtigsten Organe ist, in welchen die Entstehung von Lymphzellen erfolgt und wahrscheinlich ist grade dies die vorwaltende Function derselben. Entstehung
von Lymph-
zellen in der
Milz.

1) Bei Thieren kann ohne allen bleibenden Nachtheil für Gesundheit und Leben die Milz exstirpirt werden. Andere Organe, welche Lymphzellen produciren, vertreten dann die Verrichtung jener, und nehmen auch an Grösse gewöhnlich zu. Hierhin gehören namentlich die Lymphdrüsen. Mitunter sieht man auch nach einer solchen Exstirpation Nebenmilzen anwachsen.

2) Das aus der Milz durch die vena lienalis ausfliessende Blut ist viel reicher an Lymphzellen, als das Venenblut anderer Organe. Gewöhnlich kommt auf 500 rothe Blutkörperchen 1 farbloses, im Milzblute hingegen auf 70 rothe 1 farbloses. (Hirt).

3) Die Vergrösserung der Milz kann in Krankheiten eine bedeutende Höhe erreichen. Mit derselben ist eine ganz beträchtliche Zunahme der Lymphzellen im Blute verbunden.

4) Man hat beobachtet, dass nach dem Essen die Milz anschwillt und andererseits, dass 1 bis 1 $\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Essen die weissen Blutkörperchen zunehmen. Es ist daher die Vermuthung eines Zusammenhangs beider Erscheinungen zulässig. Das Anschwellen der Milz hängt mit dem Vorhandensein von Muskelfasern im Gewebe der Milz zusammen, vorzugsweise aber ist es abhängig von den Gefässmuskeln und deren Nerven.

Man kann die Erscheinung füglich der *Erection* vergleichen; die *Structur* des *penis* und der *Milz* bietet viele Analogien. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass gleichzeitig mit der aktiven *Hyperämie* der *Magenschleimhaut*, wie sie bei vollem *Magen* beobachtet wird, auch eine *Hyperämie* in der blutreichen *Milz* entsteht, zumal eine *Communication* zwischen dem *plexus nervosus gastricus* und *lienalis* besteht. --- Das *Abschwellen* der *Milz* ist leicht aus dem sehr elastischen *Gewebe* derselben zu erklären. Das *Netz- und Balkengewebe* der *Milz* ist nämlich ausserordentlich *dehnbar und elastisch*.

Hauptsächlich scheint die *Bildung oder Vermehrung* der *Lymphzellen* in dem *reticulum* und den *corpora Malpighiana* zu erfolgen, welche ganz von solchen *Zellen*, öfters *doppeltkernigen*, erfüllt sind. Auf welche Weise nun dieselben ihre geschlossnen *Follikel* verlassen, ob sie sich durch die *Wandung* durchpressen oder ob *Follikel* geradezu *bersten*, ist unbekannt. Mir erscheint das Letztere um deshalb *wahrscheinlicher*, weil man nicht selten in der *Milz* *Blutkörperchen* in einem *Verhalten* bemerkt, wie in *Extravasaten*, s. u.

Entstehung
von Blut-
körperchen
in der Milz.

II. Die *Milz* wird ausserdem als der *Ort* angesehen, in welchem aus *Lymphzellen* *Blutkörperchen* entstehen. Von *Kölliker* sind solche *Uebergänge* wirklich angegeben. — In der *Milzasche* sind über 7 % *Eisen* enthalten, in der *Leberasche* nur 2,34 % (*Oidtman*). Man könnte daher vermuthen, dass die *Milz* besonders geeignet wäre, das in der *Nahrung* dem *Blute* zugeführte *Eisen* aufzunehmen und zur *Hämoglobinbildung* zu verwenden. -- In der *Milz* sind mannichfaltige *Stoffe*, welche auf einen regen *Bildungsprocess* hinweisen, gefunden worden: *stickstoffhaltige*: *Xantin*, *Hippoxantin*, *Leucin*, *Harnsäure* --, *stickstofflose*: *Inosit* in grosser Menge, *Ameisensäure*, *Milchsäure*, *Essigsäure*, *Buttersäure*; von *anorganischen Substanzen*: *Natron*, *Kali*, *Phosphorsäure*, *Eisenoxyd*, *Kalk*.

Manche *Beobachter* nehmen an, dass im *Gegensatze*

zu der obigen Theorie in der Milz Blutkörperchen zu Grunde gehen. Diese Ansicht gründet sich darauf, dass man in der Milz öfters, jedoch durchaus nicht constant, eine kleine Anzahl von Blutkörperchen neben einander von einer Membran umschlossen findet. Man hielt jene für eingekapselt, der allgemeinen Cirkulation entzogen, zur Zersetzung bestimmt. Indessen trifft man solche Bildungen auch in andern Organen, wenn kleine Extravasate Statt gefunden haben, z. B. im Gehirn. Vergl. auch IV. §. 9.

Blutkörperchenhaltige Zellen. Untergang der Blutkörperchen in der Milz.

§. 5. Lymphdrüsen und verwandte Gebilde.

Die Lymphdrüsen sind ebenso, wie die Milz, Bildungsheerde für die Lymphkörperchen. In dieselben gehen Lymphgefäße hinein, vasa afferentia, und andere heraus, vasa efferentia. In letztern sind reichlich Lymphzellen enthalten. — Die Drüsensubstanz der Lymphdrüsen ist im Ganzen der der Milz und der andern ähnlichen meist folliculären Gebilde (s. u.) vergleichbar. Während in den Drüsen mit Ausführungsgängen die Kanalform die typische ist, zeigen die folliculären Drüsen eine Maschenform. Die Bälkchen vertreten hier die Wandung. An ihnen verlaufen in den Lymphdrüsen die blutführenden Gefäße. Durch die Maschen hindurch gehen Gänge, die Lymphsinus genannt, mit welchen die vasa afferentia und efferentia communiciren und in welche die Lymphzellen, die sich beständig loslösen, hineingelangen.

Bau der Lymphdrüsen.

Den Lymphdrüsen ähnlichen Bau zeigen auch die Follikel an der conjunctiva des Auges, Trachomdrüsen genannt, in der Zunge, in den Mandeln, im Gaumen, den solitären und Peyer'schen Drüsen, welche man wahrscheinlich sämmtlich als Lymphzellen bereitende Organe zu betrachten hat. Man zählt auch die Thymus diesen Organen zu, deren Bau aber noch nicht vollständig aufgedeckt ist.

Follikel

Durch die Untersuchungen von Neumann und Bözzzero scheint auch das rothe Knochenmark, wie es besonders in den kurzen Knochen (Wirbeln) gefunden wird, zu den Organen zu gehören. in denen sich nicht nur die verschiedensten Formen von Lymphzellen finden, sondern auch Entwicklungsstufen zu Blutkörperchen.

§. 6. Circulation der Lymphe.

Aufnahme
der Lymphe
durch
die Lymph-
gefäße.

An welcher Stelle die Aufnahme der Lymphe durch die Lymphgefäße stattfindet, wird durch die Kenntniss von den peripherischen Anfängen dieser Gefäße bestimmt. Diese sind jedoch noch nicht überall mit Sicherheit ermittelt. Man weiss indess, dass in serösen Häuten zwischen den Epithelzellen Lücken vorhanden sind, welche direct mit den Lymphgefässen communiciren. Wenn man z. B. in die Bauchhöhle eines Thieres Miloh einspritzt, so dringt dieselbe durch jene Lücken in die Lymphgefäße des Peritonealüberzugs vom Zwerchfell. (Entdeckung von v. Recklinghausen.) Dasselbe zeigt sich in der Pleurahöhle (Dybkowski). Wahrscheinlich finden sich im Bindegewebe offene Mündungen der Lymphgefäße. In den Zotten füllen sich die Epithelzellen mit dem feinertheilten Fett und andern gelösten Substanzen und bei der Contraction der Zotten wird der Inhalt der Zellen in das Innere der Zotten getrieben und gelangt in den mittlern Kanal. (S. Fig. 16 und 17. S. 73 und 74). Mit diesem Kanal hängen nun die mit Wandungen versehenen Lymphgefäße des Darmkanals zusammen.

Treibende
Kräfte.

Welche Kräfte wirken, um die Flüssigkeiten in die Anfänge der Lymphgefäße einzutreiben und dieselben auf ihrer Bahn weiter bis zum ductus thoracicus zu leiten, ist noch nicht vollständig aufgeklärt. Dass jene Kräfte zum Theil wenigstens von der Peripherie gegen das Herz hin wirken, geht daraus hervor, dass ein Druck

auf ein Lymphgefäß eine Anschwellung jenseits der Compression erzeugt. Der Druck, unter welchem die Bewegung der Lymphe steht, ist im Allgemeinen sehr gering; so z. B. am Halslymphstamm bei Hunden war der Seitendruck 5—20 Mm. einer Lösung von Natriumcarbonat. Der geringe Druck erfordert auch relativ geringe treibende Kräfte, zumal die reichlichen Klappen in den Lymphgefäßen den Rückfluss hindern. Sowohl die benachbarten Muskeln als der Seitendruck der benachbarten Blutgefäße wirken in diesem Sinne; denn bei stärkerer Bewegung und bei Zunahme des Blutdrucks ist auch der Lymphstrom verstärkt. In dieser Weise mag in den Lymphgefäßen der Extremitäten das Einfließen von Flüssigkeiten in deren Mündungen vorzugsweise geschehen. In der Brust- und Bauchhöhle kann durch den Druck, den die in diesen Höhlen beständig vorhandenen Flüssigkeiten (liquor pleurae etc.) während der Expiration erfahren, ein Zufluss zu den Anfängen der Lymphgefäße erfolgen. (Dybkowski, Ludwig und Schweigger-Seidel.) Ob ferner die Muskelhaut der Lymphgefäße, wie die in den Arterien, während des Lebens einer wechselnden Dilatation und Contraction unterworfen ist, lässt sich bis jetzt nur hypothetisch aussprechen. Neuerdings hat Goltz beobachtet, dass bei Fröschen eine Kochsalzlösung aus den bei diesen Thieren unter der Haut befindlichen Lymphsäcken schnell resorbirt wird, solange die Centralorgane des Nervensystems unversehrt sind, nicht aber nach deren Zerstörung. Endlich wirkt auch auf den Inhalt des ductus thoracicus die Ansaugung, durch welche das Venenblut während der Inspiration dem Herzen zugeführt wird, da ja jenes Lymphgefäß in die v. subclavia mündet.

Bei der Expiration sahen Bidder und Weiss den Seitendruck im ductus thoracicus von 12 auf 15 Mm. Hg. steigen; bei der Inspiration betrug der negative Druck 5,78 Mm. Hg.

Antritt der
Lymphe aus
dem Blute.

Die in das Blut übergeführte Lymphe kann in demselben nicht als solche bleiben, sonst würde die Menge der Lymphkörperchen bei jedem Zufluss derselben das Blut überfüllen. Entweder müssen die eingeführten Lymphzellen das Blut wieder verlassen, oder es muss eine Verwandlung der Lymphzellen vor sich gehen, oder die Lymphzellen müssen sich zersetzen. Dadurch ist es möglich, dass dieselben ungefähr in einem gleichen Verhältnisse zu den rothen Blutkörperchen (0,2 %) im Allgemeinen bleiben.

Es ist erwiesen, dass bei Entzündungen massenhaft die farblosen Blutkörperchen, welche den Lymphzellen identisch sind, aus den Capillargefässen austreten, indem sie zwischen den Epithelien, welche die intima der Gefässwand sowie die Capillargefässe bilden, durchdringen. (Entdeckung von Cohnheim.) Es liegt daher die Annahme nahe, dass auch unter normalen Verhältnissen, wenn das Blut eine grössere Menge von Lymphzellen aufgenommen hat, diese auf dem oben angegebenen Wege das Blut wieder verlassen und dass auf diese Weise in den serösen Säcken die sogenannten Transsudate entstehen, welche nichts Anderes sind, als wasserreiche Blutflüssigkeit mit Lymphzellen; dass ferner auf gleiche Weise auch auf den Schleimhäuten die Speichel- und Schleimkörperchen ihre Entstehung haben, so auch unter krankhaften Umständen die Eiterkörperchen. Ob zum Theil in den Transsudaten die Lymphzellen zersetzt werden, ist nicht bekannt, hingegen ist es sicher, dass die Lymphzellen auf den Schleimhäuten zu einem grossen Theil den Körper verlassen und zwar durch die Schleimhaut des Darmkanals in den Excrementen und auch bei gesunden Thieren (Hunden) öfters durch die Schleimhaut der urethra. Damit erklärt sich freilich nicht die Bedeutung, welche diese Zellen in serösen Säcken und auf Schleimhäuten haben.

Man hat wiederholt vermuthet, dass die Lymphkörperchen in Blutkörperchen sich umwandeln, nament-

lich sind in der Milz solche Uebergänge von verschiedenen Beobachtern (Funke, Kölliker) gesehen worden, ebenso im Knochenmarke (Neumann). v. Recklinghausen gibt an, im Froschblute sogar ausserhalb des Organismus eine Neubildung rother Blutkörperchen aus Lymphzellen bemerkt zu haben. Indess ist es noch nicht gelungen, mit hinlänglicher Sicherheit im Blute einen Uebergang der Lymphzellen in Blutkörperchen zu beobachten, so wahrscheinlich dieser Process auch ist.

Umwandl
der Lym
körperch
in Blutk
perchen

Zweites Kapitel.

Blut.

§. 1. Allgemeine Eigenschaften und Bestandtheile des Blutes.

Das Blut (spec. Gewicht: 1,045—1,075, Wärme: 36—39° C., Reaction: alkalisch), wie es in den Adern fliesst oder lebendiges Blut, besteht aus einer Flüssigkeit, plasma sanguinis, und aus zahlreichen, darin aufgeschlemmten, sehr kleinen Körperchen (s. S. 93). Wenn das Blut die Adern verlassen hat oder nicht mehr circulirt, so stirbt es ab. Hierbei geht folgende Veränderung in demselben vor sich. Ein im plasma des lebendigen Blutes flüssiger Stoff, das Fibrinogen, wird fest und während dies geschieht, hängen sich die Blutkörperchen an denselben an. Weil er fest wird, d. h. weil seine Theilchen immer enger an einander treten, so presst er die Flüssigkeit, welche ihn umgibt, aus. Diesen Process nennt man die Gerinnung des Blutes, coagulatio sanguinis. Das geronnene Blut besteht daher aus einer zusammenhängenden rothen, ziemlich festen Masse, dem Blutkuchen, placenta s. coagulum s. crassamentum sanguinis und einer Flüssigkeit, dem serum sanguinis (mit einem spec. Gewicht von 1,026—1,029), in welchem der Kuchen schwimmt. Jener enthält das gesammte Fibrin, in diesem fehlt es.

Spec. Ge
wicht,
Wärme,
Reactio
lebende
und todt
Blut.

unction
plasma.

Aus dem plasma schöpfen alle Organe ihren Bedarf an O, an Eiweiss und andern oxydirbaren Substanzen, in dasselbe fliessen CO_2 und andere oxydirte Stoffe zurück.

unction
er Blut-
perchen.

Die Blutkörperchen sind die Magazine für den Sauerstoff, der beständig von ihnen aufgenommen und abgegeben wird; sie sind wesentliche Erreger der vielen Verbrennungsprocesse, welche im Körper vorkommen.

Das Blut erhält seinen Zufluss aus 3 Quellen, 1) aus den flüssigen und gasförmigen Stoffen, welche die Digestions- und Respirationsorgane ihm zuführen; 2) aus den in den organischen Geweben gebildeten Zersetzungsproducten; 3) aus den cytogenen Organen s. p. 82 u. 85.

§. 2. Gerinnung des Blutes.

heidung
a plasma
id Blut-
perchen.

Die beiden genannten Bestandtheile des lebenden Blutes, plasma und Blutkörperchen, lassen sich nicht durch Filtriren von einander ohne Weiteres trennen. Es sind dazu vielmehr verschiedene Hülfsmittel erforderlich. Beim Froschblut ist dies durch manche Sorten von Filtrirpapier, wenn dasselbe mit Zuckerwasser von $\frac{1}{2}$ pCt. imprägnirt ist, möglich. Die Blutkörperchen bleiben auf dem Filtrum; eine helle Flüssigkeit geht durch, in welcher sich nach einiger Zeit mit einer Nadel weisse geronnene Flöckchen aufheben lassen. (J. Müller.) — Lässt man Säugethierblut aus der Ader in ein Gefäss fließen, welches zur Hälfte mit einer concentrirten Lösung von Glaubersalz gefüllt ist, und stellt es ruhig hin, so setzen sich nach einiger Zeit die Blutkörperchen auf den Boden des Gefässes und darüber steht eine ziemlich klare Flüssigkeit. Bringt man zu dieser Brunnenwasser hinzu, so scheidet sich eine faserige Masse ab. (Denis.) Auch andere Salze, wie Kochsalz, zeigen ähnliche Wirkungen. Ferner hat Grünhagen angegeben, dass auch

Glycerin (10—40 Volumina) Froschblut (1 Vol.) vom Gerinnen abhält. Setzt man zu dieser Mischung das 10fache von Wasser hinzu, so entsteht ein gallertiges Fibrincoagulum. — Pferdeblut, welches in kalten Gefäßen aufgefangen wird, scheidet von selbst das helle plasma aus, welches über den Blutkugeln steht und nach einiger Zeit zu einem gleichförmigen Pfropfe gerinnt.

Hieraus geht hervor, dass die Blutgerinnung von einer Substanz herrührt, welche im plasma enthalten ist und im todtten Blute erstarrt. Man nennt, wie gesagt, die flüssige Fibrinogen und die erstarrte Fibrin. An das anfangs klebrige, gallertartige, später faserige, sehr elastische Fibrin hängen sich die Blutkörperchen und dadurch entsteht der Blutkuchen, der sich wegen der Elasticität des Fibrins mehr und mehr zusammenzieht und die Flüssigkeit, welche nun ihr Fibrinogen verloren hat und serum heisst, auspresst. — Schon wenige Minuten, nachdem das menschliche Blut aus der Ader gelassen ist, fängt es an, fest zu werden, nach 12—14 Stunden ist es gewöhnlich in plasma und serum geschieden. Gerinnt das Fibrin, wie es mitunter durch krankhafte Zustände geschieht, langsamer, so haben sich die specifisch schwereren Blutkörperchen mit einem Theile des Faserstoffs zu Boden gesenkt, während in dem überstehenden serum ein Theil des Faserstoffs erst allmählig gerinnt und eine weisse Decke, *crusta phlogistica*, bildet.

Fibrinogen,
Fibrin.

Crusta phlo-
gistica.

An der Oberfläche, wo der Kuchen mit der atmosphärischen Luft in Berührung ist, wird sein Farbestoff oxydirt und hellroth, im Innern zeigt er eine dunkelrothe Färbung. Schneidet man einen Blutkuchen durch, so wird er zwar heller, aber in der Regel nur dann, wenn dies bald geschieht, nachdem er sich gebildet hat. Denn die Blutkugeln verlieren das Vermögen sich zu oxydiren, einige Zeit, nachdem sie aus der Circulation gekommen sind.

Fibrinogen. Das Fibrinogen ist aber nicht nur im plasma enthalten, sondern auch in den Flüssigkeiten seröser Höhlen, also in der des Herzbeutels, des Bauchfells, der Scheidenhaut des Hodens u. s. w. Im gesunden Zustande sind diese Flüssigkeiten vollkommen klar, bei manchen Krankheiten zeigen sie Gerinsel, d. h. das Fibrinogen ist in Fibrin übergegangen. Es gibt aber eine Substanz, welche dieselben sehr rasch erstarren macht, das sogenannte Globulin oder Paraglobulin oder fibrinoplastische Substanz (A. Schmidt). Man kann dieselbe aus verschiedenen Theilen des Körpers bereiten, so z. B. aus den Blutkörperchen, dem serum, der Krystalllinse, der Milch, dem Chylus, der Hornhaut u. s. w. Am Leichtesten erhält man es, wenn man CO_2 eine Zeit lang in stark mit Wasser verdünntes serum streichen lässt; dies wird dadurch getrübt und es setzt sich ein weisser Bodensatz. Wird dieser zum liquor pericardii oder einem andern Transsudat gebracht, so verwandelt sich die Flüssigkeit in eine geléartige feste Masse.

Fibrinoplastische Substanz.

Obgleich nun im plasma sowohl eine gerinnungsfähige (Fibrinogen), als eine Gerinnung erzeugende (Globulin) Substanz vorhanden ist, so gerinnt dasselbe doch nicht innerhalb der lebendigen Gefässe, in denen Blut circulirt. Wird ein Gefäss unterbunden, so gerinnt gleichfalls das Blut in demselben; ebenso wenn fremde Körper (kleine Glasstücke, Quecksilberkügelchen u. s. w.) in ein solches gebracht werden. Hiernach ist wahrscheinlich, dass während des Lebens von der Gefässwand ein Stoff abgesondert oder überhaupt eine Wirkung ausgeübt wird, welche das Globulin seiner Gerinnung erzeugenden Eigenschaft beraubt (Brücke), oder auch, dass das Globulin erst im todtten Blute aus verwandten Substanzen sich bildet. Bis jetzt kennt man die Ursache der Gerinnung nicht. Indessen haben die neuesten Untersuchungen von A. Schmidt gelehrt, dass zu den oben genannten beiden Substanzen dem Fibrinogen und der fibrinoplastischen Substanz noch eine dritte, welche

als Ferment dient, hinzukommen muss. Um diese zu bereiten, verfährt Schmidt in folgender Weise: Er bringt 1 Th. Blutserum mit 15—20 Th. starken Alkohols in Verbindung und lässt diese 14 Tage lang stehen, filtrirt dann und trocknet den Rückstand. Dies Ferment bildet sich unter gewöhnlichen Umständen erst nach dem Tode.

Mittel, welche die Gerinnung verzögern, sind folgende: sehr geringe Mengen kaustischer Alkalien, ferner Kohlensäure Alkalien, schwefelsaures Natrium, Salpeter, Chlornatrium, Chlorkalium, Zuckerwasser, Gefrierenlassen des Blutes. Verzögerung der Gerinnung.

Beschleunigt wird das Gerinnen durch Luftzutritt, durch etwas über Körperwärme erhöhte Temperatur, durch Bewegung des Blutes ausserhalb des Körpers. Beschleunigung der Gerinnung

§. 3. Morphologische Bestandtheile des Blutes.

Die morphologischen Bestandtheile des lebenden Blutes sind so klein, dass sie nur bei starker Vergrößerung erkennbar werden, und leisten dadurch den sie in den Gefässen fortbewegenden Kräften einen geringen Widerstand. Man unterscheidet: 1) die rothen Blutkörperchen, weitaus die grösste Menge der festen Bestandtheile ausmachend. Es sind glatte, schlüpfrige, sehr elastische Scheibchen, die man mit Münzen vergleichen kann, wenn man sich diese in ihrer Mitte mit einem Eindrücke



versehen vorstellt, oder mit biconcaven optischen Linsen. Sie sind also breiter (im Mittel 0,0076 Mm. = $\frac{1}{131}$ Mm. = ungefähr $\frac{1}{300}$ ''') als dick (0,0017 Mm., ungefähr $\frac{1}{1600}$ '''). Wenn sie auf dem Rande stehen, haben sie ein stab-

förmiges Aussehen, wenn sie liegen, sind sie kreisrund mit einem zarten Schatten im Centrum, den man früher als Kern ansah. Wenn sie sich mit ihren Flächen so auf einander legen, dass der Rand des einen vor dem des andern etwas vorsteht, so adhären sie leicht und bilden die sogenannten geldrollenartigen Formen. (S. Fig. 19.)

Einzeln gesehen erscheinen sie gelb, mitunter ins Grünliche spielend, in grösserer Menge nebeneinander roth. Ihre grosse Elasticität bemerkt man im circulirenden Blute, besonders bei Fröschen, leicht, wo sie in engen Gefässen, in denen sie nicht Platz genug haben, ihre Form ändern. Ihr specifisches Gewicht ist grösser als das der Blutflüssigkeit, sie sinken daher zu Boden.

Stroma und Hämoglobin, mechanischen Bestandtheile der Blutkörperchen.

Ein jedes Blutkörperchen besteht aus einer ungefärbten Grundsubstanz, dem sogenannten stroma desselben, und aus einer farbigen Substanz, dem Hämoglobin. Man kann letzteres vom erstern scheiden, so dass das farblose stroma zurückbleibt. Dies geschieht durch Wasser, den elektrischen Entladungsschlag, Anwendung grosser Kälte (Rollet), Essigsäure, Aether, Rhodankalium, Schwefelkohlenstoff etc. Ob der zurückbleibende kleine runde Körper eine besondere Membran besitzt oder nicht, ob überhaupt dem unversehrten Blutkörperchen eine Hülle zuzusprechen sei, ist noch nicht endgültig festgestellt. Die Beobachtungen, nach welchen jene durch Harnstoff (Kölliker), wiederholtes Aufthauen vorher eingefrorener Blutkörperchen (Rollet) durch Wärme über 50° C. (M. Schultze) in Stücke zerfallen, sprechen dagegen. Eine Membran ist bei Säugethierblutkörperchen bis jetzt nicht dargestellt.

Erinnerung der Blutkörperchen.

— Die Blutkörperchen schrumpfen ein und scheinen zu gerinnen durch Alkohol, Gerbsäure, Kreosot, Salpetersäure, sie werden durch Alkalien und durch Gallensäuren aufgelöst. Durch manche Substanzen zerfällt das Hämoglobin in kleine Körnchen, welche aus dem

stroma austreten und dann eine moleculare Bewegung annehmen, z. B. durch Rhodankalium. Durch mannichfache Veranlassungen, so z. B. durch Elektrisiren des Blutes, werden die Blutkörperchen zackig; ich finde, dass bei manchen Menschen dieses Zackigwerden ausserordentlich rasch eintritt, und, wie mir scheint, besonders bei schwächlichen Individuen.

2) Weisse oder farblose Blut- oder Lymphkörperchen (s. o. S. 82), kleine ungefärbte Kugeln, im Mittel $0,011 \text{ Mm.} = \frac{1}{88} \text{ Mm.} = \frac{1}{200} \text{ ''}$, welche kein Hämoglobin, wie die rothen, hingegen einen oder mehrere Kerne und eine feinkörnige contractile Masse (protoplasma) enthalten. Erwärmt verändern die frisch entnommenen ihre runde Gestalt, werden zackig, es treten Ausläufer aus ihnen hervor, wie dies bei Amöben der Fall ist, und nehmen sogar kleine Körperchen von Zinnober etc. aus der Nachbarschaft auf. (M. Schultze.) Ihre Contractilität erlischt nach Neumann durch Zusatz von Wasser oder Anwendung der inducirten Electricität rasch.

Farblos
Blutzelle

Im Blute kommt ungefähr auf 500 gefärbte 1 farbloses. Nach dem Genusse von Nahrungsmitteln, von tonischen Arzneimitteln, besonders aber im Blute von Kranken, welche an Milztumoren leiden, sind sie beträchtlich vermehrt. Sie entstehen in folliculären Drüsen (s. S. 88) und sind wahrscheinlich vielen Metamorphosen unterworfen. Man vermuthet, dass sie sich in rothe Blutkörperchen umwandeln s. p. 88.

3) Kleine staubförmige Körperchen von dunkler Farbe, wahrscheinlich Trümmer von Blutkörperchen und zertheiltes Fett. Man nennt sie Elementarkörperchen.

Elementar
körperchen

§. 4. Chemische Zusammensetzung des Blutes.

Im Blute finden sich Stoffe aus drei verschiedenen Quellen: 1) solche, welche durch den ductus thoracicus

und die Hohlvenen zugeführt worden: 2) solche, welche durch chemische Prozesse im Blute selbst entstanden; 3) solche, welche durch Diffusion aus den Geweben eingetreten sind.

Im Blute sind Gase (nämlich CO_2 , O und N) ferner stickstoffhaltige, stickstofflose und mineralische Bestandtheile enthalten, jedoch nicht in dem Verhältnisse, wie in der Nahrung, in welcher auf 4—5 Th. Kohlehydrate oder ungefähr 2 Th. Fett etwa 1 Th. Albuminate kommt.

Bestand-
theile des
Blutes.

Im Blute sind von stickstofflosen Substanzen nur Fett und sehr geringe Mengen von Zucker vorhanden. Das Fett ist gleichfalls nur sehr spärlich, auf 1000 Theile Blut ungefähr 1,6—1,9 (Becquerel u. Rodier), und zwar im plasma, theils als neutrales Fett, theils verseift. Dagegen sind in 1000 Theilen Blut nahezu 200 Theile Albuminate. Es lässt sich vermuthen, dass das Fett sehr rasch im Blute zerlegt oder aus demselben abgesetzt wird.

Zersetzungs-
produkte.

Zersetzungsprodukte sind gleichfalls im Blute nachgewiesen, wie Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Milchsäure, jedoch in äusserst geringer Menge, sodass auch von diesen anzunehmen ist, dass sie ausserordentlich rasch aus dem Blute ent-

Albuminate.

fernt werden. Von Albuminaten finden sich im Blute verschiedene Modificationen: 1) Fibrinogen, resp. Fibrin im plasma; 2) Globulin oder fibrinoplastische Substanz (s. S. 92) im plasma und im serum; 3) Natronalbuminat oder Serumcasein (Panum), durch geringe Mengen von Essigsäure aus dem serum fällbar; 4) eigentliches Serumalbumin. Es zeigt die für die Albuminarten angegebenen (s. Anh.) Kennzeichen. Vom Eieralbumin unterscheidet es sich dadurch, dass dieses durch Aether coagulirt und eine geringere Drehung nach Links im polarisirten Lichte zeigt, als das Serumalbumin. — Vom Globulin unterscheidet sich letzteres dadurch, dass jenes beim Erhitzen sich zwar trübt, aber keine coagula bildet und durch CO_2 -Gas gefällt wird. 5) Hämoglobin in den

Blutkörperchen (s. S. 99). 6) Eine dem Pepton ähnliche Modification, durch Hitze nicht fällbar, Proteinbioxyd (Mulder), eine Substanz, welche ähnlich dem Protogon sich verhält (L. Hermann) und Cholesterin.

Ungefähr die Hälfte der Blutmasse besteht aus Kochsalz, welches zum grössten, vielleicht alleinigen Theile dem serum zukommt, während Chlorkalium in grösserer Menge in den Blutkörperchen sich findet. Ueberhaupt enthalten letztere, ähnlich wie die Muskeln, mehr Kalium —, das serum mehr Natriumsalze. Es ist bemerkenswerth, dass in der Blutsache von Thieren, welche sich von Vegetabilien nähren, weniger Kali und weniger Phosphorsäure vorkommt als bei Omni- und Carnivoren. Ueber die Bestandtheile der Blutmasse s. Anhang III.

Minerals
Blutbestandtheile.

§. 5. Quantität der wichtigsten Blutbestandtheile.

In 1000 Theilen Blut sind enthalten (nach C. Schmidt):

	Wasser	Feste Stoffe	Hämoglobin	Albumin- und Extractivstoffe	Fibrin	Salze
Blutkörperchen	513,04	349,71	163,33	159,59	. . .	3,74
Plasma	486,96	439,	47,96	. . .	39,89	3,93
	788,71	211,29				7,88

In runden Zahlen enthält das Gesamtblut

78 ⁰ / ₁₀₀	Wasser		C	N
16 ⁰ / ₁₀₀	Hämoglobin	darin	8,67	2,56
4 ⁰ / ₁₀₀	Albumin	„	2,14	0,62
0,4 ⁰ / ₁₀₀	Fibrin			
0,2 ⁰ / ₁₀₀	Fett			
0,8 ⁰ / ₁₀₀	Salze.			

Im serum sind 8—9⁰/₁₀₀ Albumin, in den Körperchen 30⁰/₁₀₀ Hämoglobin.

Nach Welcker verhält sich die Menge der Blutkörperchen zum Plasma bei

Säugethieren	32:68	es kommt also auf 100 Blutkörper.	212	Plasma
Vögeln	28:72	„ „ „ „ „ „	257	„
Reptilien	27:73	„ „ „ „ „ „	270,8	„
Amphibien	25:75	„ „ „ „ „ „	300	„

Während also bei Säugethieren annähernd die Hälfte des vom Blute eingenommenen Raumes von Blutkörperchen erfüllt wird d. h. von dem respiratorischen Theile des Blutes, wird bei Amphibien nur der dritte Theil davon erfüllt. — Die Blutkörperchen der Säugethiere unterscheiden sich von denen der übrigen Thierklassen dadurch, dass sie bei letztern grösser und elliptisch sind, während sie bei Säugethieren mit wenigen Ausnahmen eine zirkelrunde Form haben.

§. 6. Faserstoff.

Den geronnenen Faserstoff erhält man durch Schlagen des frischen Blutes oder durch Auswaschen des Blutkuchens. Diesen knetet man in Wasser, bis er weiss ist, und behandelt ihn mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure (Letzteres wegen der beigemengten Kalk- und Magnesiaphosphate). Er ist im feuchten Zustande sehr elastisch, weiss, formlos oder besteht, wenn er durch Schlagen des Blutes erhalten wird, aus verworrenen Fäden und fault ziemlich leicht; im getrockneten Zustande ist er grau und sehr spröde. Er enthält immer unorganische Bestandtheile, welche nach dem Glühen zurückbleiben. Er ist unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, löslich in Alkalien, wohl auch in Essigsäure; er zersetzt Wasserstoffhyperoxyd. Der geronnene Faserstoff aus dem Blute des Menschen und einiger (nicht aller) Thiere, z. B. des Schweins, wird durch warmes (30—40° C.) Salpeterwasser, sowie durch Fäulniss in Eiweiss umgewandelt und ist überhaupt diesem sehr nahe verwandt.

§. 7. Hämoglobin.

Synon.: Hämatoglobulin, Hämatokrystallin, früherhin *cruor*, Blutroth.

Hämoglobin entwickelt wie Platinmohr aus Wasserstoffsperoxyd rasch Sauerstoff. Diese Wirkung wird aufgehoben durch Blut, welches Blausäure enthält. (Schönbein.)

Blutkörperchen mit Wasser versetzt geben das Hämoglobin an dieses ab, welches sich dadurch roth färbt. In dünnen Schichten erscheint es jedoch grün. Es ist also dichroitisch. Es ist in physiologischer Beziehung durch drei Eigenschaften ausgezeichnet: 1) durch seinen Eisengehalt, 2) durch seine Krystallisationsfähigkeit (Reichert), 3) durch seine leichte Oxydationsfähigkeit. In 100 Theilen Hämoglobin sind 0,42 Eisen (ausserdem: C 54,2, H 7,2, N 16,0, O 21,5, S 0,7).

Das Eisen wird durch die gewöhnlichen Reagentien auf Eisen im frischen Blute nicht angezeigt.

Eisen.

Wird Asche oder auch nur die Kohle des Blutkuchens*) mit Salzsäure erhitzt, so färbt sich die filtrirte Lösung durch Kaliumeisencyanür blau, durch Rhodankalium roth. Leitet man Chlorgas in Blut, so werden die organischen Bestandtheile desselben zerstört, es entstehen starke Blasen, das Blut wird entfärbt, grauweiss; die filtrirte, gelbliche Flüssigkeit reagirt auf Eisen. Auch andere organische Substanzen lassen, wenn sie alkalisch gemacht werden, das Eisen nicht erkennen. Wird Zuckerwasser in einem Reagenzglas mit einem Tropfen einer Lösung von salzsaurem Eisenoxyd vermischt und werden einige Tropfen Ammoniak hinzugefügt und umgeschüttelt, so wird die bräunliche Flüssigkeit durch die gewöhnlichen Reagentien auf Eisen nicht geändert. Diese wirken erst, wenn etwas Säure

*) In der Asche des serum sanguinis ist kaum eine Spur von Eisen nachweisbar.

hinzugehan wird. (Rose.) Im Blute sind ungefähr $0,08\frac{0}{0}$ Eisen, also in 12 Pfund 4,8 Grm. In der Asche ist das Eisen wahrscheinlich als Oxyd vorhanden.

Blutkrystalle. Die Hämoglobinkrystalle sind prismatisch oder tafelförmig und gehören dem rhombischen Systeme an. Man erhält sie aus Hundeblut auf folgende Weise: Geschlagenes Blut wird mit gleichem Volum Wasser und $\frac{1}{2}$ Volum Alkohol vermischt und 24 Stunden bei 0° stehen gelassen. — Auch bilden sie sich häufig im Hundeblute, welches lange steht, ohne Weiteres.

Im Magen von Blutegeln, welche gesogen haben und ungefähr 8—14 Tage aufbewahrt wurden, finden sich die meist rhombischen Hämoglobinkrystalle oft in grosser Menge (Budge).

Die Hämoglobinkrystalle sind nach C. Schmidt doppelbrechend und pleochromatisch, d. h. ein durchgehender Lichtstrahl wird in zwei Strahlen gespalten und die Krystalle zeigen drei verschiedene Flächenfarben und drei verschiedene Achsenfarben.

Durch Alkalien und Säuren zerfällt das Hämoglobin in Hämatin und eine Eiweisssubstanz. — Das in alten Blutextravasaten, im Magen nach Blutungen gefundene Hämatoïdin ist wahrscheinlich identisch mit Bilirubin, s. S. 61. Das Hämatin ist blauschwarz, unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, hinterlässt beim Verbrennen $12,8\frac{0}{0}$ Eisen, löst sich leicht in Säuren und Alkalien. Diese letztern Lösungen sind bei auffallendem Lichte braunroth, bei durchfallendem grün.

Hämatin.

Man bereitet dasselbe aus Hämin (s. u.) oder direct aus geschlagenem Blute durch Behandeln mit kohlen-saurem Kali.

Hämin.

Hämin ist eine Verbindung von Hämatin mit Salzsäure. Es hat grosse praktische Wichtigkeit zur Erkenntniss von Blutflecken. Es krystallisirt in dünnen, rhombischen Blättchen (s. Fig. 20). Um aus Blut Hämin darzustellen, reibt man etwas getrocknetes Blut mit einer sehr kleinen Menge Kochsalz zusammen auf einem

Uhrglas, setzt Eisessig zu und erhitzt gelinde, bis Blasen in der Flüssigkeit entstehen und kleine hautartige Stückchen obenauf schwimmen. In diesen finden sich die bräunlichen Krystalle.

Das Eiweiss des Hämoglobins ist am Nächsten dem Globulin verwandt, wofür es schon von Berzelius gehalten wurde, der die Blutkörperchen als Hämatoglobulin ansah.

Das Hämoglobin, wie es durch Wasser, Gefrieren, den elektrischen Entladungsschlag aus den Blutkörperchen gewonnen wird, enthält O locker gebunden. Betrachtet man eine Lösung von Hämoglobin in Wasser durch den Spectralapparat, so erscheinen im Gelb 2 Absorptionsstreifen, welche sich durch ihre schwarze Farbe leicht zu erkennen geben. Der eine ist breiter, der andere, mehr nach Grün hingerrichtete schmaler. Wenn hingegen das Hämoglobin sauerstofffrei ist, so sieht man anstatt zweier nur einen Absorptionsstreifen in der Mitte zwischen beiden (Stokes). Zu den Stoffen, an welche das Hämoglobin seinen Sauerstoff leicht wieder abgibt, gehören z. B. Schwefelammonium, ammoniakalisches weinsteinsaures Eisenoxydul etc., kurz alle reduzirende Substanzen.

Bekanntlich kann der gewöhnliche O durch gewisse Mittel, z. B. das Durchschlagen des elektrischen Funkens, das Verbrennen von Phosphor, eine Modification erfahren, das sogenannte Ozon, welches in viel höherem Grade als der gewöhnliche Sauerstoff die Fähigkeit zu oxydiren zeigt. Körper, welche diesen erregten Sauerstoff enthalten, greifen die Korkstöpsel an, bleichen Farbstoffe und färben eine Auflösung von Guajakharz in Weingeist blau. Dies ist z. B. der Fall bei Terpeninöl, das längere Zeit dem Lichte und der Luft ausgesetzt war; es verwandelt einen Theil des gewöhnlichen Sauerstoffs in den activen, aber hält ihn so gebunden, dass die oxydiren Eigenschaften nur lang-

Fig. 20.



Häminkrystalle.

Oxyhämoglobin.

Ozon.

sam erscheinen. Es gibt hingegen Stoffe, welche, mit jenen ozonbindenden Körpern, in Berührung gebracht, das Ozon frei machen und dann die oxydirende Wirkung sogleich hervorbringen. Solche Stoffe nennt man Ozonträger. Es gehören dazu Platinschwarz, Eisenoxydul, aber auch Blutkörperchen, resp. Hämoglobin. Wenn man daher altes Terpentinöl und Guajactinctur allein mit einander verbindet, so entsteht die Bläuung sehr langsam oder gar nicht, sobald aber Blutkugelchen noch hinzugefügt werden, so entsteht auf der Stelle der blaue Fleck. — Jod färbt Stärke blau, nicht aber Jodkalium. Lässt man hingegen auf Jodkaliumstärkepapier Ozon einwirken, so wird dieses gebläut, weshalb jenes auch als Mittel dient, um die Anwesenheit von Ozon zu zeigen. Altes Terpentinöl bringt sehr rasch die Bläuung des genannten Papiers hervor, wenn man Blutkörperchen hinzufügt. (Schönbein.) Aber das Hämoglobin ist nicht nur Ozonträger, sondern es soll auch selbst Ozonreactionen zeigen, daher das Vermögen haben, den gewöhnlichen O in activen zu verwandeln. Wird Guajaklösung auf Papier gebracht und lässt man diese verdunsten, fügt dann eine concentrirte Lösung von Hämoglobin hinzu, so soll eine blaue Färbung entstehen. (A. Schmidt.)

§. 8. Arteriellcs und venöses Blut.

Das arterielle Blut ist reicher an Gasen überhaupt, als das venöse. Hingegen ist dort O, hier CO₂ vorwaltend.

100 Volumen Blut enthalten im Mittel nach Schöffer:

arterielles: 45,37 Gas, 14,60 O, 2,02 N, 29,99 CO₂

venöses: 41,24 „, 9,05 O, 1,52 N, 34,40 CO₂.

Das arterielle Blut gerinnt rascher, ist hellroth, beide Eigenschaften sind vermuthlich Wirkungen des grössern O-Gehaltes; das venöse Blut gerinnt langsamer, ist blauroth.

Während der Muskelbewegung verliert das Venenblut O und gewinnt CO_2 , ohne dass es dadurch gerade dunkler wird. (Ludwig und Szelkow.)

§. 9. Farbe des Blutes.

Das Hämoglobin, welches den gefärbten Theil des Blutes, den Farbstoff der Blutkörperchen ausmacht, wird von verschiedenen Gasarten verändert. Sauerstoff färbt es hellroth, CO_2 dunkelroth, Kohlenoxyd und ölbildendes Gas kirschroth, Mineralsäuren braunroth. — Stoffe, welche die Blutkörperchen ausdehnen, wie Wasser, machen das Blut dunkler, während solche, welche die Blutkörperchen zusammenziehen, wie die meisten Salze, das Blut heller machen. In diesem Falle gleichen die Blutkörperchen concaven Spiegeln und reflectiren das Licht, in jenem können die farbigen Elemente mehr durchdringen und werden sichtbar, zugleich wirken die sphärischen Blutkörperchen, wie Convexspiegel (Henle.)

Da Wasser das Hämoglobin auflöst, so wird das mit einer grössern Menge Wasser versetzte Blut durchsichtig und nimmt eine Lackfarbe an. Die Ursache liegt darin, dass die Blutkörperchen das Blut undurchsichtig machen, und alle Stoffe, welche die Blutkörperchen auflösen, bringen daher diese Lackfarbe hervor. In dicken Schichten ist das venöse Blut dunkelroth, in dünnen grünlich, — mithin dichroitisch (Brücke).

§. 10. Quantität des Blutes.

Um die Blutmenge eines Thieres zu bestimmen, hat man in neuerer Zeit folgende Methode (Welcker) angewendet. Eine kleine Quantität Blut (A) wird aus einer Ader eines Thieres, dessen Blutmenge bestimmt werden soll, gelassen, durch Schlagen defibrinirt, gemessen und gewogen und in verschiedene gleich grosse

Portionen getheils. Eine Portion bleibt unvermischt, eine zweite enthält $\frac{1}{8}$ Wasser, $\frac{7}{8}$ Blut, eine dritte $\frac{1}{8}$ Wasser, $\frac{6}{8}$ Blut u. s. w. Die Färbung der verschiedenen Mischungen ist natürlich verschieden und deutlich unterscheidbar. Das Thier wird dann durch Verbluten getödtet, das Blut (B) aufgefangen und gewogen. — Aus dem Thiere wird der Inhalt des Magens, des Darms, der Gallen- und Harnblase entleert, sodann das Cadaver zerhackt und mit einer gewogenen Menge Wasser ausgewaschen. Dieses Wasser wird vom Blute, welches noch im Körper geblieben ist, geröthet. Vergleicht man nun die rothe Farbe desselben mit der Farbe der verschiedenen aus A gewonnenen Proben, so finden sich 2 gleichgefärbte Flüssigkeiten heraus. Da man nun weiss, wieviel Wasser und wieviel Blut in jeder der Proben von A enthalten ist, so kann man auch berechnen, wieviel Blut der gesammte Auszug enthält. Hierzu addirt man A und B, um die ganze Summe zu finden. Es ergab sich, dass die Blutmenge bei Hunden $\frac{1}{13}$, bei Kaninchen $\frac{1}{18}$, bei Menschen $\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{14}$ des Körpergewichts beträgt. Ungefähr lässt sich annehmen, dass ein erwachsener Mensch 5—6 Kilogramm Blut führt. In 6 Kilo sind ungefähr (s. p. 97):

Wasser	4680 Grm.			
Hämoglobin	960	„	enthalten	520 C 153,6 N
Albumin	140	„	„	128,4 C 37,2 N
Fibrin	24	„	„	12,8 C 3,7 N
Fett	12	„	„	9,24 C
Salze	48	„	„	

Blut-
perchen-
ählung. Man schätzte früher die Quantität des Blutes im menschlichen Körper zu 20 Pfund.

Die Zählung der einzelnen Blutkörperchen von einer gemessenen kleinen Blutmenge geschieht auf einer getheilten Glastafel unter dem Mikroskope. (Vierordt.) Sie hat ergeben, dass in einem Kubikmillimeter Blut ungefähr $4-5\frac{1}{2}$ Millionen Blutzellen vorkommen.

Denkt man sich sämmtliche Blutkörperchen des Menschen, die Menge des Gesamtblutes zu 4400 CC. angenommen, neben einander gelegt, so würden sie eine Fläche von 2816 Quadrat-Meter decken.

Drittes Kapitel.

Bluteirculation.

§. 11. Beschreibung des Blutumlaufs.

Das arterielle Blut gelangt aus dem linken Ventrikel in die aorta und deren Verzweigungen, geht ununterbrochen aus den feinsten Arterien in Capillargefässe über und von da gleichfalls ununterbrochen wieder in Venen. In den Capillargefässen ist das Blut dunkel geworden. Das Blut der Venen, welche als directe Fortsetzungen der aus den Arterien hervorgehenden Capillargefässe zu betrachten sind, sammelt sich endlich in zwei grossen Venen, vena cava superior (20 Mm. Durchmesser) und inferior (30 Mm. Durchmesser). Beide münden an der hintern Wand des rechten Vorhofs. Die Herzvenen münden direct in diesen, ohne erst in die Hohlvenen einzutreten. — Den Umlauf, welchen das Blut vom linken Ventrikel bis zum rechten Vorhof macht, nennt man den grossen Kreislauf.

Grosser
Kreislauf.

Aus dem rechten Vorhofe tritt das dunkle Blut in den rechten Ventrikel, aus ihm in die arteria pulmonalis, vertheilt sich durch deren Ausbreitungen in ihren Capillargefässen, wird in denselben wieder hellroth und kehrt als arterielles Blut in den linken Vorhof zurück, in welchen die vier venae pulmonales münden. — Den Umlauf, welchen das Blut vom rechten Ventrikel bis zum linken Vorhofe macht, nennt man den kleinen Kreislauf.

Kleiner
Kreislauf.

Man pflegt endlich auch von einem Pfortaderkreislauf zu sprechen und versteht darunter den Um-

Pfortader-
kreislauf.

weg, den das Venenblut der Milz, des pancreas, des Magens, des grössten Theils des Darms und kleiner Aeste der Gallenblase und Gallenkanäle macht, indem es, ehe es in die vena cava inferior überfliesst, erst durch die vena mesenterica superior, vena lienalis, vena mesenterica inferior und vena coronaria ventriculi in die vena portarum übergeht und durch die aus der vena portarum entstehenden Capillargefässe sich in der Leber verbreitet und dann erst durch die Lebervenen in die vena cava inferior gelangt.

§. 12. Zweck der Bluteirculation.

Während das Blut innerhalb der Gefässe zu allen Körpertheilen mit Ausnahme der Oberhäute geführt wird, dringen plasma und Gase durch die Wandungen der Capillaren. Andererseits können wiederum die zwischen den Gefässen vorhandenen Flüssigkeiten und Gase in das Blut diffundiren. Es ist mithin ein doppelter Strom des Blutes vorhanden, nämlich 1) ein Fliessen durch das Bett der Gefässe und 2) ein Diffusionsstrom durch die Wandungen.

Directer und
Diffusions-
strom des
Blutes.

§. 13. Bedingungen für die Herstellung des Blutlaufs.

Druck-
differenz.

Die Bewegung des Blutes wird dadurch ermöglicht, dass, wie bei Bewegungen aller Flüssigkeiten, dasselbe von dem Orte des stärkern Druckes nach dem Orte geringern Druckes hingeführt wird; mit andern Worten: es muss eine beständige Druckdifferenz unterhalten werden. Am Anfange des Gefässsystems, d. h. da, wo die Arterien aus den Ventrikeln herauskommen, ist der Druck grösser als am Ende, d. h. da, wo die Venen ihren Inhalt in die Atrien ergiessen. Indem durch die Zusammenziehung des Herzens die Bluttheilchen gedrückt werden, entsteht in ihnen eine Spannung, sich von dem Drucke zu befreien und dahin sich zu verschieben, wo sie einem geringern Drucke ausgesetzt sind. Die Span-

nungsdifferenz gleicht sich also durch Bewegung aus, sie wird veranlasst durch bewegende Kräfte. Diejenigen, welche bei der Blutcirculation in Betracht kommen, bestehen:

- 1) in der Contraction der Muskelfasern des Herzens,
- 2) in der Elasticität der Arterien,
- 3) in der Contractilität der Arterien,
- 4) in dem Luftdrucke.

§. 14. Function des Herzens.

Die Muskeln der Vorkammern sind ohne muskulöse Verbindung mit den Muskeln der Kammern, wovon man sich am Besten an gekochten Herzen überzeugt, bei denen sich die Vorhöfe leicht von den Ventrikeln lösen. Hingegen gehen sowohl in den Atrien als in den Ventrikeln die Muskelfasern von einer Seite zur andern. An den Ostia der Ventrikel hängen die Muskelbündel mit den annuli fibrocartilaginei zusammen. Hier ist ihr Anfang und Ende. Nur die Spitzen der mm. papillares sind mit den chordae tendineae verbunden.

Anatomische
Beschaffen-
heit.

An jedem Ventrikel sind zwei Oeffnungen vorhanden: die eine führt aus dem atrium in den Ventrikel, die andere aus diesem in die zugehörige Arterie (Fig. 19); indess liegen die Oeffnungen der art. pulmonalis und die rechte Atrio-Ventricularöffnung viel weiter auseinander als die entsprechenden Oeffnungen auf der linken Seite. Ein Zipfel der Mitralklappe geht ununterbrochen in die innere Wandung der aorta, da, wo der sinus Valsalvae ist, über. An gekochten Herzen, an welchen die Klappenreste weggenommen sind, sieht man daher nur drei Oeffnungen, indem die Aortenöffnung nur eine Ausbuchtung der linken Atrio-Ventricularöffnung ausmacht.

Die Muskelfasern des Herzens sind quergestreift und sind dadurch ausgezeichnet, dass die einzelnen Bündelchen sich theilen und mit andern in Verbindung treten. Ein Muskelstämmchen verzweigt sich zu Aesten, welche

wieder mit andern Aestchen sich vereinigen. Hierdurch werden die Herzmuskelfasern unter einander in einen innigern Zusammenhang gebracht, ähnlich wie es bei der Harnblase der Fall ist.

Die regelmässige Schlagfolge der Herzmuskeln, oder der Herzrhythmus, wechselt zwischen Contraction und Erschlaffung der einzelnen Abtheilungen des Herzens. Die Contraction nennt man systole, die Erschlaffung diastole. Man unterscheidet:

Drei Momente der Herz-
bewegung.

1) systole atriorum, bei welcher sich sehr rasch gleichzeitig die beiden Atrien contrahiren und zwar in der Richtung von den Venenmündungen gegen die Ventrikelöffnungen hin;

2) systole ventriculorum, welche unmittelbar der erstern folgt oder vielmehr schon vor der völligen Vollendung derselben beginnt und in der sich beide Ventrikel gleichzeitig zusammenziehen;

3) eine kurze Pause.

Wenn 70 Pulsschläge auf 1 Minute kommen, so vergeht zwischen dem Anfange des einen und des darauf folgenden eine Zeit von 0,857 Sekunden, von welchen ungefähr $\frac{2}{6}$ die systole atriorum, $\frac{3}{6}$ die systole ventriculorum, $\frac{1}{6}$ die Pause in Anspruch nimmt. (Donders. L. Landois.)

Herzpuls.

Während der Zusammenziehung der Ventrikel fühlt man den Pulsschlag, pulsus cordis, in der Gegend der 5. und der 6. Rippe. Er entsteht dadurch, dass der Längendurchmesser des Herzens von der Basis der Ventrikel zur Spitze ab- und der Querdurchmesser wie der Dickendurchmesser zunehmen. — Nach Ludwig nimmt der contrahirte Ventrikel die Form eines regelmässigen Kegels mit beinahe kreisrunder Basis und mit senkrecht über deren Mitte stehender Spitze an. Letztere hebt sich von ihrer Unterlage und nähert sich der Basis, drängt sich an die Brustwand und stösst an einen Zwischenrippenraum. Alle einzelnen Theile der Herzventrikel bewegen sich in einer Richtung, welche dem

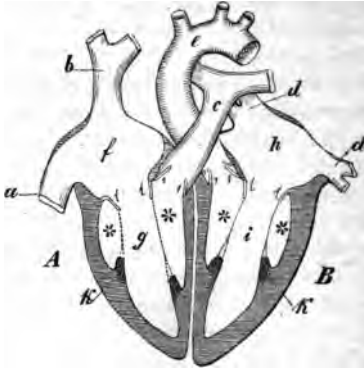
septum in der Nähe der ostia arteriosa entspricht, und bei der ungefähr $2\frac{1}{2}$ —3 mal stärkern Muskulatur des linken Herzens kommt eine Drehung von Links nach Rechts zu Stande. Der pulsus cordis wird auch gefühlt bei geöffneter Brusthöhle. Die Wirkung der systole atriorum besteht darin, dass ein Druck auf das in den Atrien befindliche Blut ausgeübt wird. Dasselbe weicht zwar auch gegen die Venen aus, wovon man sich durch den Augenschein überzeugen kann und wodurch nach den Beobachtungen von Mogk, Ludwig, Weyrich in den Venenanfängen die Spannung des Bluts sich steigert. Am Meisten weicht es in die Ventrikel aus, theils weil dahin eine grössere Oeffnung führt, während die contractilen Venenmündungen sich zusammenziehen, theils weil der Druck in den gefüllten Venen stärker, als in dem grösstentheils entleerten Ventrikel ist. Bei der systole ventriculorum kann das Blut nur in die Arterien treten, weil die Atrio-Ventriculärmündung durch die Klappen verschlossen wird.

Während des Lebens ist das Herz niemals blutleer, ebenso wenig, als das gesammte Gefässsystem. Es befindet sich auch Blut zur Zeit vor der diastole ventriculorum in dem Raume zwischen den Atrio-Ventricularklappen und der Ventrikelwandung, s. Fig. 21 **. Sobald die Ventrikel von Blut gefüllt sind, werden durch den Blutdruck die Klappen (*ll*) geschlossen. Man bekommt davon eine gute Vorstellung, wenn man in das ausgeschnittene frische Herz eines grössern Thieres von den Arterien aus einen Wasserstrom leitet. Man sieht dann, wie die Klappensegel schwellend sich heben und sich eng an einander schliessen, so dass kein Tropfen Wasser mehr ausfliesst. Der Wasserdruck ist nicht im Stande, die leicht bewegliche Klappenwand in den Vorhof hinein zu drängen, weil die Sehnenfäden, chordae tendineae (Fig. 21 die punktirten Linien), welche einerseits mit den Klappen, andererseits mit den Papillarmuskeln verwachsen sind, dies verhindern. Der Zug

Atrio-Ventricularklappen.

der chordae tendineae ist gerade so stark, als der Druck des Wassers auf die Klappen = dem Druck auf die Papillarmuskeln, von welchen die chordae ausgehen (*k*). Bei der systole ventriculorum wird die Spannung des Blutes vermehrt, und zwar proportional der Muskelcontraction der Ventrikel. Die Papillarmuskeln machen aber einen Theil der Muskelwand der Ventrikel aus und ihre Contraction ist genau so stark, als die der

Fig. 21.



Schematische Darstellung der beiden Herzhälften. *A* rechte. *B* linke. *a* v. cava infer. *b* v. cava super. *c* art. pulmon. *d* ven. pulmonales. *e* aorta. *f* rechter Vorhof. *g* rechte Kammer. *h* linker Vorhof. *i* linke Kammer. *k* Papillarmuskeln. *l* Atrio-Ventricularklappen. — Die punktirten Linien sollen die chordae tendineae andeuten, *l*, *l* die Semilunarklappen. Die Oeffnungen neben ihnen an dem Anfange der aorta sollen die aa. coron. bezeichnen.

Ventrikel überhaupt. Je mehr sich die letztern contrahiren, je grösser daher die Spannung des Blutes wird, desto mehr contrahiren sich auch die Papillarmuskeln, desto stärker werden die chordae gegen die Ventrikelhöhle angezogen und dadurch der Eintritt des Blutes in die Vorhöfe verhindert. Zum vollständigen Verständniss muss noch bemerkt werden, dass die Klappen-

zipfel nicht zu den Ventrikeln, sondern zu den Atrien gehören und dass jene nur sehr wenige Muskelfasern enthalten.

Da während der systole ventriculorum das Blut in den Ventrikeln einem grössern Drucke ausgesetzt ist, als das der übrigen Blutsäule, so weicht es in die Arterien aus und öffnet die Semilunarklappen (*ll*). Mitunter liegen eine oder auch beide Oeffnungen der *aa. coronariae* (Fig. 21 neben 1, 1) zwischen der äussern Wand dieser Klappen und der Arterienwand. Dies hat keinen wesentlichen Einfluss. Denn das Blut, welches den letztgenannten Raum erfüllt, reicht aus, um die *aa. coronariae* zu speisen, wovon man sich durch Injectionen am todten Herzen überzeugen kann. Eine Annahme, dass das Herz erst während der diastole ventriculorum mit Blut versehen werde (Selbststeuerung des Herzens, Fantoni, Brücke) ist unbegründet. — Ist die systole vorüber, so sackt sich das Blut in die Taschenräume der genannten Klappen und ihre Ränder legen sich vollständig an einander, sodass kein Blut in die Ventrikel zurückfliessen kann.

Semilunarklappen.

Durch das in die Herzgegend angelegte Hörrohr vernimmt das Ohr 2 rasch hintereinander folgende Töne, welche bei Thieren auch nach geöffneter Brusthöhle, solange das Herz noch kräftig schlägt, hörbar sind (Williams). Sie können also nicht durch Anschlagen des Herzens an die Brustwand entstehen, sondern müssen vom Herzen selbst ausgehen.

Während des Herzstosses und der systole ventriculorum, wird der erste, länger dauernde und dumpfere Herzton am Deutlichsten gewöhnlich unter der 4. Rippe gehört, jedoch auch am ganzen Ventrikel. Da derselbe während der systole andauert, die Anspannung der Atrioventricularklappen aber rascher vergeht, so hat man geschlossen (Ludwig und Dogiel), dass er nicht in der Spannung der Klappen zu suchen, sondern ein Muskelton sei. s. V. §. 9. Während der Ausdehnung

Zwei Herztöne.

der Semilunarklappen, welche auf der rechten Seite dem Sternalende des zweiten Intercostalraums, auf der linken Seite der hinter der Sternalarticulation der 3. linken Rippe und dem daranstossenden Brustbeinstück liegenden Partie entsprechen, wird der zweite kürzere, hellere und höhere Ton gehört.

Stärke und
Frequenz
der Herz-
contractio-
nen.

An der Bewegung des Herzens unterscheidet man seine Intensität und die Frequenz. Die Intensität ist die Kraft, mit welcher die Herzmuskeln auf ihren Inhalt, das Blut, drücken. Sie ist von den Muskeln und Nerven des Herzens abhängig. Der Querschnitt der Herzmuskulatur gibt einen Anhaltspunkt für die Muskelkraft. Der Querschnitt des linken Ventrikels ist ungefähr $2\frac{1}{2}$ —3 Mal so gross, als der des rechten; hiermit stimmt im Ganzen die verschiedene Druckkraft, welche sich im grossen und kleinen Kreislaufe äussert. Nicht selten findet sich innerhalb der Muskelfasern und zwischen denselben Fett, besonders bei alten Leuten, welches von dem Vorrath der contractilen Masse in Abzug zubringen ist, wenn man vom Querschnitt auf die Muskelkraft schliesst. — Ferner hat die Blutmasse, welche die Herzmuskeln durchströmt, einen grossen Einfluss auf ihre Contractionsgrösse. Die Ernährung des Herzens, insofern dieselbe sowohl vom Sauerstoff, als vom plasma des Blutes abhängig ist, kann, sowohl vorübergehend, als anhaltend leiden. Daher kann, um ein Beispiel anzuführen, die Pulsstärke schon abnehmen, wenn in einer unreinen Luft geathmet wird, wie auch, wenn die Nahrung unzureichend ist.

Der Einfluss des Nervensystems auf das Herz und namentlich auf die Intensität desselben wird durch die tägliche Erfahrung bewiesen; indem Gemüthsaffecte bald den Herzschlag beträchtlich verstärken, bald schwächen. Aber auch künstliche Reizungen und Durchschneidungen der Herznerven zeigen auf experimentellem Wege deren Wirkung. S. VI. §. 36.

Die Intensität der Ventrikelcontraction würde man direkt messen können, wenn man den Blutdruck an dem Ursprung der aorta und a. pulmonalis bestimmen könnte. Da dies nicht möglich ist, so hat man aus dem Blutdruck anderer dem Herzen naher Arterien, welche dem Experimente zugänglich sind, wie der carotis, auf den Blutdruck des Herzens geschlossen, indem dabei die verschiedenen Querschnitte der aorta und carotis in Rechnung gezogen worden sind. — Eine directe Messung hat man durch den Cardiograph von Marey erreicht. Dieser besteht wesentlich aus einer Feder, welche auf die Herzgegend aufgesetzt wird, deren Exkursionen man graphisch darstellt, s. u. Herzkraft.

Die Frequenz der Herzschläge innerhalb einer gewissen Zeit hängt von der Gegenwirkung zweier Kräfte ab, von denen die eine die contractile, die andere die ausdehnende Kraft der Herzmuskeln ist. Es sind indessen noch nicht alle die Bedingungen bekannt, unter welchen eine Vermehrung oder Verminderung der Herzschläge erfolgt. — Man kennt nur aus Erfahrung einige Umstände, welche auf die Frequenz wirken. Im Allgemeinen steht die Körperlänge (und namentlich die der Brusthöhle) in gradem Verhältnisse zu der Pulsfrequenz (Rameau). Nach dem Essen nimmt letztere zu, durch Hungern ab. Bei kleinen Thieren ist sie meistens grösser, als bei grossen. Bei neugeborenen Kindern ist sie im Mittel 136, im mittlern Lebensalter etwa 70, im hohen Alter etwas mehr; sie ist im Allgemeinen grösser beim weiblichen als beim männlichen Geschlechte.

Es gibt Mittel, welche zur Erhaltung der Muskelcontractilität erforderlich sind oder dieselbe vermehren und umgekehrt. Da das aus dem Körper ausgeschnittene Herz sich noch eine Zeit lang fortbewegt, so kann man an einem solchen Versuche anstellen. In Sauerstoff dauern die Bewegungen beträchtlich länger, als in Stick- oder Wasserstoff. Ferner schlägt auch ein Herz,

welches Blut führt, länger als ein leeres. Mässige Erwärmung befördert den Herzschlag, zu hohe Wärme (über 40° C.) lähmt die Muskeln: Kalisalze (Grandeau und Bernard), Galle (Budge) sistiren die Herzbewegungen, elektrische Reizung der Muskeln vermehrt dieselben. — Ueber den Einfluss der Nerven auf die Herzbewegung s. Abschn. 6, über die Wirkung des Luftdrucks oben S. 24.

Herzkraft. Die Arbeit, welche der linke Herzventrikel verrichtet, besteht darin, dass derselbe ungefähr 180 Grm. Blut, welche bei jeder Contraction entleert werden, in die aorta hineinpresst. Um die mechanische Leistung des Ventrikels mit einer andern vergleichen zu können, muss man bestimmen, bis zu welcher Höhe diese 180 Grm. Blut vom Herzen gehoben werden können, d. h. den Druck, den das Herzblut auf das in der aorta enthaltene Blut oder was dasselbe sagen will auf die Wandungen derselben ausübt. Wenn der mittlere Blutdruck der carotis etwa 150 Mm. Hg. entspricht, so kann man den am Anfange der aorta auf 250 Mm. Hg. annehmen = 3500 Mm. Wasser = 3,238 Meter Blut. — Die mechanische Leistung setzt sich zusammen aus dem Producte der Blutmenge in die Hubhöhe d. h. $0,180 \times 3,23$ Kilogrammometer = 0,58 Kilogrammometer, die linke Herzkammer hebt bei jeder systole ungefähr 1 Kilo Blut $\frac{1}{2}$ Meter in die Höhe.

§. 15. Bewegung des Blutes innerhalb der Arterien.

Functionen Arterien. Während das Blut durch die Arterien läuft, werden drei wichtige Zwecke erlangt, nämlich 1) wird durch die vielfältigen Theilungen dieser Gefässe das Blut an alle Körperstellen gebracht, welche überhaupt Blut erhalten sollen, und dadurch zugleich ein langsames Fliessen veranlasst, welches für die Verrichtungen der Capillargefässe von so grosser Bedeutung ist; 2) aus

der durch die Ventrikelcontraction resultirenden intermittirenden Bewegung entsteht eine ununterbrochene; 3) kann das Blut in einzelnen Bezirken vorübergehend sich mehr ansammeln und entleeren, langsamer und rascher durch dieselben durchfliessen.

Der erste Zweck wird durch die Widerstände der Bewegung erreicht, der zweite durch die Elasticität der Arterien, der dritte durch die Muskelcontractilität derselben. — So bereiten die Arterien die Function vor, welche durch die Capillargefässe zur Ausführung kommt.

Der Bau jener entspricht den Anforderungen. Für die ausgedehnteste Versorgung der Körpertheile mit Arterien sind nicht nur die Theilungen, sondern auch die Verbindungen der Gefässe untereinander bestimmt. Es gibt kaum einen Organtheil, welcher nicht mindestens von zwei Seiten her mit Arterien versorgt wäre. — Zweige, welche aus einem Stamme hervorgehen, haben zusammen in der Regel einen viel grössern Querschnitt, als der Stamm. So ist z. B. die a. subclavia ungefähr 9—10 Mm. dick, ihre 9 Aeste aber zusammengenommen 20 Mm. Die Arterien bestehen aus drei Membranen. Die innerste, welche mit dem Blute in unmittelbarer Berührung ist, wird auf der Innenfläche mit einer aus spindelförmigen Zellen zusammengesetzten Oberhaut überzogen und dadurch sehr geglättet, wodurch die Reibung beträchtlich vermindert wird. Alle drei Häute haben elastische Fasern, am meisten aber ist dies Gewebe in der mittlern oder Ringfaserhaut der grossen Arterienhäute verbreitet. In derselben Haut finden sich beständig auch Muskelfasern, jedoch in grösserer Menge in den kleinen, als grossen Arterien, sodass man sagen kann, dass die Elasticität im Ganzen genommen gegen die Capillargefässe hin ab- und die Contractilität zunimmt.

Bau der
Arterien.

Die Theilungen der Arterien und die daraus folgende Zunahme des Gesamtquerschnitts sind, wie schon er-

wähnt, die wesentliche Veranlassung der Bewegungswiderstände in den Arterien.

Eine nothwendige Bedingung zur regelmässigen Blutcirculation ist, dass innerhalb einer gewissen Zeit, z. B. einer Minute, eine genau ebenso grosse Menge Blut durch die beiden Hohlvenen in den rechten Vorhof hineinfliesst, als in derselben Zeit aus dem linken Ventrikel in die aorta hineingeworfen worden ist. Der Querschnitt einer jeden von den beiden Hohlvenen ist aber wenigstens so gross, als der der aorta. Es folgt daraus, dass das Blut mit viel geringerer Geschwindigkeit in das Atrium, als aus dem Ventrikel fliesst. Genau ebenso ist das Verhältniss zwischen a. und vv. pulmonales. Es müssen also Widerstände obwalten, welche die Geschwindigkeit des Blutstroms beeinträchtigen. Diese liegen in der Reibung.

So glatt die innere Arterienwand auch ist, es bestehen doch wie auf jeder glatten Fläche Unebenheiten, an welchen das vorbeifliessende Blut adhärirt und sich stösst. Denkt man sich den Querschnitt der Arterie mit Flüssigkeitsringen erfüllt, so ist derjenige Ring, welcher der Arterienwand am Nächsten liegt, am Wenigsten beweglich. Je näher der Achse des Gefässes, desto mehr nimmt die Bewegung zu, sie ist am Grössten in dem Achsenfaden. Ausser der Unebenheit der Wandung übt aber auch die Flüssigkeit selbst einen grossen Einfluss auf die Stärke des Reibungswiderstands aus. So lässt sich aus Versuchen schliessen, dass die Reibung des Blutes etwa viermal grösser als die des Wassers ist. (Young.) Mit der Zunahme der Wandfläche, also auch mit der Theilung der Arterien, vermehrt sich natürlich der Reibungswiderstand. Durch denselben entsteht ein Verlust von bewegender Kraft, indem diese sich in Wärme umsetzt. Wenn daher das Blut in die kleinern Arterien gelangt, so ist die Geschwindigkeit ~~des~~ beträchtlich geringer geworden. Indem man durch verschiedene Vorrichtungen (Volkmann's Hämodynamome-

ter, Vierordt's Hämatachometer, Ludwig's Stromuhr) das Blut aus der Arterie eines lebenden Thieres eine gewisse kurze Zeit hindurch fließen liess, hat man die Geschwindigkeit gemessen. Die mittlere Geschwindigkeit betrug bei Hunden in der carotis 261 Mm., in der a. metatarsa 56 Mm. in der Sekunde.

Mit der Abnahme der bewegenden Kraft vermindert sich aber nicht nur die Geschwindigkeit, sondern auch der Druck. Blutdruck.

Der Grösse der bewegenden Kraft proportional ist die Spannung der Bluttheilchen. Diese haben natürlich um so weniger das Bestreben, sich von dem Drucke, der sie an einander treibt, zu befreien, je geringer dieser ist. Die Befriedigung dieses Bestrebens ist aber nichts Anderes, als die Geschwindigkeit der Strömung, welche wie gesagt mit der Verzweigung der Arterien abnimmt.

Obwohl die Spannung grösser und geringer je nach der Grösse der bewegenden Kraft sein kann, so muss sie doch überall, wo Bewegung entsteht, vorhanden sein. Denn diese beruht auf Spannungsdifferenzen; fehlen diese, so erfolgt Ruhe. — Aber die jeweilige Spannung an einer bestimmten Stelle des Arteriensystems kann doch zunehmen, wenn auch die bewegende Kraft sich nicht vermehrt hat; nämlich dann, wenn durch örtliche Widerstände die Ausgleichung zwischen den mehr und minder gespannten Bluttheilchen gehindert ist. So tritt dieser Fall ein, wenn eine Arterie unterbunden ist, oder wenn in kleinern Zweigen die Blutkörperchen stocken, wie bei Entzündung etc. Hier fühlt man als Zeichen der vermehrten Spannung eine verstärkte Pulsation zwischen dem Hemmniss und dem Herzen in der Nähe des erstern.

Die Spannung der Bluttheilchen oder der Blutdruck offenbart sich nicht nur nach der Längsrichtung des Gefässes, sondern auch gegen die Wandungen des Gefässes. Denn nach bekannten physikalischen Gesetzen

pflanzen flüssige Körper jeden Druck, welcher auf einen Theil ihrer Oberfläche ausgeübt wird, gleichmässig nach allen Seiten fort. Mit gleichem Druck werden daher an einer gewissen Stelle die Bluttheilchen nach der Längsrichtung des Gefässes fortgetrieben, wie auch gegen die Wandung hin. Wenn man also weiss, wie stark die Wandung einer Arterie an einer gewissen Stelle gedrückt wird, so kennt man auch den Druck, welcher auf die ganze Blutsäule, die vor dieser Stelle liegt, ausgeübt wird. Dies kann man dadurch erreichen, dass man in die Arterie eines lebenden Thieres ein Quecksilbermanometer (= Hämatodynamometer, Poiseuille) einsetzt, oder auch in das Arterienende der Extremität eines Amputirten (Faivre), und die Höhe der Quecksilbersäule abliest. Der Blutdruck fand sich beim Hunde in der carotis im Mittel 150 Mm. (Ludwig, Volkmann), beim Menschen in der brachialis 110—120 Mm. (Faivre), in der a. pulmonalis eines Hundes 3 mal geringer als in der a. carotis. (Beutner).

Um den Blutdruck graphisch darzustellen, wurde theils das Manometer mit einem Schreibapparat in Verbindung gesetzt (Kymographion von Ludwig, das Bourdon'sche Federmanometer damit verbunden von Fick), theils ein federnder, an einer Platte vorübergehender Hebel auf die Arterie aufgesetzt (Vierordt), und Marey's Sphygmograph.

Elasticität
der Arterien.
Puls.

Durch den Druck des Blutes gegen die Arterienwandung wird diese ausgedehnt; wodurch der Arterienpuls entsteht. Mit der Ausdehnung nimmt die elastische Kraft zu. Sie äussert aber erst ihre Wirkung, nachdem die systole ventriculorum aufgehört hat, und zwar insofern, als sie das Lumen der Arterie auf denselben Durchmesser zurückbringt, auf dem es vor der systole gewesen ist. — Durch diese elastische Contraction der Arterie wird ein Druck auf das Blut

ausgeübt, welches dahin ausweicht, wohin es ausweichen kann, d. h. nach der Peripherie. Nach vollendeter Ventrikelsystole, also mit dem Beginn der Elasticitätswirkung, schliessen sich nämlich die Semilunarklappen und verhindern den Rücktritt des Blutes. Nichtsdestoweniger wird das Blut auch gegen die Klappen angestossen und zurückgeworfen. Daher sieht man gewöhnlich an den Pulscurven besonders bei manchen Krankheiten an dem absteigenden Schenkel noch eine Erhebung: *pulsus dicrotus*.

Die Wirkung der Elasticität für die Blutcirculation ist sehr bedeutend. Wären die Arterienhäute starr, so würde in der Zeit, in welcher der Ventrikel sich nicht contrahirt, nur noch unmittelbar nach der systole eine sehr kurze Zeit das Blut in Bewegung bleiben, aber dann in Ruhe kommen und nahe $\frac{1}{2}$ Sekunde stillstehen, die Gewebe würden indessen keinen Zufluss von Blut erhalten (während eines Tages etwa 10 Stunden), die Ernährung würde leiden, abgesehen davon, dass, wie oben bemerkt, das Herz einen grössern Kraftaufwand zu machen hätte. — Je näher die Arterie durch die Elasticität ihrem natürlichen Durchmesser, d. h. ihrem relativen Ruhezustande, gebracht ist, desto geringer ist die elastische Spannung. Wenn man die Arterie eines lebenden Thieres öffnet, so springt bei jeder Ventrikelcontraction das Blut in einem grossen Bogen, nach vollendeter Contraction in einem kleinern.

Durch die elastische Arterienwand wird die Art der Blutbewegung modificirt. Dadurch, dass der flüssige Inhalt der Ventrikel gegen eine elastische Wand angetrieben wird, entsteht mit der Strombewegung eine Wellenbewegung, welche von der Wand ausgehend und auf ihr fortschreitend sich dem Blute mittheilt. Die sogenannten Pulswellen verbreiten sich von der Stelle ihres ersten Entstehens an, d. h. von dem Anfange der aorta (resp. der a. pulmonalis), durch das Arterien-system, immer kleiner und kleiner werdend, und ver-

Strombewegung und Wellenbewegung.

hieren sich endlich; in den kleinsten Arterien ist der Puls nicht mehr zu fühlen. Die Bluttheilchen, welche in den Wellen enthalten sind, können aber nicht mehr an die Stelle zurückkehren, welche sie verlassen haben, wie dies bei andern Wellen der Fall ist, sondern müssen ein Stück weiter fortrücken, weil in das Kanalsystem bei der Ventrikelcontraction eine neue Masse von Flüssigkeit hineingeworfen worden ist und diese wegen des Verschlusses der Ventrikelhöhlen durch die Semilunarklappen nicht wieder ins Herz zurückfliessen kann. — Daher wird also auch durch die Pulselle (Bergwelle) das Blut weiter gegen die Peripherie hin gefördert.

Arterien
nach dem
Tode.

Die Elasticität verdrängt nach dem Tode, wenn das Herz zu schlagen aufgehört hat, das Blut und treibt es in die Venen. Die Arterienwände liegen an einander. Werden sie angeschnitten, so bleiben sie geöffnet, weil die Luft eindringt.

Muskelcon-
tractilität der
Arterien.

Während die Elasticität wirksam in die Beförderung des allgemeinen Blutlaufs eingreift, sind auch für die lokalen Blutvertheilungen besondere Vorrichtungen getroffen. Sie bestehen in der zwar langsamen, aber stetigen Verengerung und Erweiterung der Arterien. Die kleinsten Arterien unter 2,2—2,8 Mm. bis zu den Capillaren hin haben eine rein muskulöse mittlere Haut. Ihre Faserzellen sind zu hautartigen Lagen vereint. (Kölliker.) Sie stehen unter dem Einflusse besonderer Nerven, der Gefäss- oder vasomotorischen Nerven. Werden diese durchschnitten, so erweitern sich die Arterien sehr rasch. Hieraus geht hervor, dass, wenn jene Nerven ihrer von dem Rückenmarke entlehnten Wirkung nicht beraubt sind, sie beständig eine Contraction veranlassen, der eine Dilatation folgt. Am Kaninchenohr kann man sogar ein solches periodisches An- und Abschwollen der Gefässe (Schiff) beobachten. Durch diese Anordnung der kleinen Arterien ist es möglich, dass ein Theil vorübergehend mit einer grössern Menge von Blut ver-

sehen werden kann, wie der Magen während der Verdauung, das Gehirn bei geistigen Anstrengungen, das Auge bei scharfem Sehen.

§. 16. Function der Capillargefässe.

Die Capillaren sind feine Röhren, welche blos aus Zellen zusammengesetzt sind. (Entdeckung von Auerbach, Aeby und Eberth.) Sie sind also gewissermassen die Fortsetzung des Epithels der intima. Es ist noch nicht ganz ausgemacht, ob dies Epithel auf einer jedenfalls sehr dünnen Membran aufsitzt oder nicht. — Durch diese epithelialen Röhren findet eine Diffusion mit den umliegenden Theilen statt, was bei den Arterien wegen ihrer grössern Dicke kaum geschehen kann.

In den Capillargefässen ist der Blutlauf beträchtlich langsamer, als in den Arterien. Er wurde für die retina des Menschen zu 0,75 Mm. (Vierordt), für den Schwanz der Froschlarve zu 0,57 (E. H. Weber) in der Sekunde bestimmt. Das Blut kann daher eine längere Zeit in den Capillaren verweilen. Dieselben sind ferner ganz ausserordentlich ausdehnbar, viel mehr als die Arterien und mehr als die Venen, wie Injectionen beweisen. Wahrscheinlich ist auch die Elasticität jener Gefässe sehr bedeutend.

Bei dem erheblichen Widerstande, den die Capillargefässe der Strömung entgegensetzen (nach einer ungefähren Berechnung ist der Querschnitt aller Körpercapillaren zusammengenommen 800 mal grösser, als der der aorta, Vierordt), erscheint dieselbe nicht mehr wie in den Arterien rhythmisch verstärkt, sondern gleichförmig continuirlich. Die Wirkung der Herzkraft und der Elasticität ist gleich gross geworden; sobald sich aber Blutstockung in der Umgebung einstellt, so vermehrt sich die Spannung und man bemerkt ein zwar continuirliches, aber bei jedem Pulsschlage verstärktes Fortrücken der Blutkörperchen.

Die Circulation des Blutes in Capillargefässen beobachtet man an durchsichtigen Theilen von lebenden Thieren. Besonders eignen sich Frösche dazu. Man benützt dazu die Schwimmhaut, deren dunkles Pigment freilich etwas störend ist, oder das Mesenterium oder die Lunge, welche einen prachtvollen Anblick gewährt. Zweckmässig ist es, die Thiere zuvor mit Curare zu vergiften.

Man hat dabei auf Folgendes zu achten:

Beobachtung
der Blut-
circulation
unter dem
Mikroskope.

1) Am Rande bleibt ein sehr schmaler, heller Saum der Poiseuille'sche Raum, frei von Blutkörperchen. Diese fliessen vielmehr in dem Achsenraum des Gefässes.

2) Am Rande fliessen ungefähr 10 Mal langsamer als die rothen die weissen Blutkörperchen. Sie sind klebrig und adhären deshalb leicht an der Wand.

3) In engen Gefässen verändern die Blutkörperchen öfters ihre Form, besonders an Stellen, an welchen durch Lymphkörperchen das Bett noch mehr verengt wird.

4) In den Blutkörperchen des Frosches, welche ausserhalb der Gefässe einen deutlichen Kern zeigen, ist während der Circulation ein solcher nicht zu bemerken.

5) Wenn der zu untersuchende Theil trocken wird, oft auch ohne dies bei grosser Ruhe des Thieres, läuft das Blut langsamer und stockt an einzelnen Stellen.

6) Ehe die Stockung eintritt, häufen sich in einzelnen Gefässen die Blutkörperchen an. Es entsteht eine intermittirende, mit der Herzcontraction zusammenfallende Bewegung.

7) Das Blut in den kleinen Arterien läuft rascher als in den Venen, welche letztere weiter sind und mehr Blutkörperchen enthalten.

§. 17. Blutlauf in den Venen.

Der Bau der Venen gleicht im Allgemeinen dem der Arterien. Sie unterscheiden sich in Folgendem:

1) Das Epithel ist nicht spindelförmig, sondern besteht aus mehr rundlichen Plättchen.

2) In der media sind das elastische Gewebe und die Muskelfasern in geringerer Menge vorhanden. In den kleinern Venen fehlen die letztern ganz. Die kleinsten Venen, derjenige Theil der v. cava, welcher der Leber anliegt, und die grössern Lebervenen entbehren der media.

3) Am Meisten ausgebildet ist die adventitia. Sie enthält in grössern Venen viel Muskel-, Binde- und elastisches Gewebe.

4) Die Venen sind viel ausdehnbarer und weniger zerreisbar als die Arterien.

5) In den mittelgrossen Venen sind Klappen vorhanden, welche in den kleinsten und grössten, sowie in den Venen des Pfortadersystems, der Lungen und des Gehirns fehlen.

Der Blutdruck in den Venen ist ungefähr, wie aus manometrischen Versuchen hervorgeht, 10 mal geringer, als in den Arterien. — Der Blutlauf in den Venen wird durch die Muskeln, welche in ihrer Nähe liegen, beeinflusst.

Vierter Abschnitt.

E r n ä h r u n g.

Erstes Kapitel.

Allgemeine Erscheinungen.

§. 1. Zweck.

Definition. Unter Ernährung versteht man den Complex von Erscheinungen, welche die Bildung und Erhaltung der einzelnen zum individuellen Leben gehörenden Körperorgane umfassen.*)

Ernährung wird bewirkt durch Uebertragung von Kräften.

Diese Erscheinungen bestehen also mit andern Worten aus solchen, welche zum Wachstume (s. §. 5) und aus solchen, welche zum Wiederersatz des stetig erfolgenden Verbrauchs dienen. Dieser letztere kann geformte und ungeformte Theile des Körpers betreffen. Wenn also z. B. die Muskelfaser sich in Faserstoff, Eiweissstoff etc. oder noch weiter in andre stickstoffhaltige Producte oder gar in Gasarten auflöst, so würde dieser Verbrauch zur ersten Kategorie gehören; wenn aber z. B. das flüssige Eiweiss oder das Glycogen, welches zwischen den organischen Elementen sich befindet, zersetzt werden, so würde ein dadurch entstandener Verbrauch zur zweiten Kategorie gehören. Obwohl die Gesetze,

*) Obwohl nach obiger Definition auch die Bildung der einzelnen Körperorgane aus dem Eie ein Ernährungsact ist, so pflegt man doch diese in der Entwicklungsgeschichte (s. Abschnitt 8) gesondert zu behandeln.

unter welchen dieser doppelte Process vor sich geht, nur wenig gekannt sind, so steht doch so viel fest, dass der Umsatz der geformten Elemente jedenfalls viel langsamer erfolgt, als der der ungeformten Stoffe. Während letztere ihre Umwandlungen vollziehen, entwickeln sich verschiedene Kräfte, welche Bewegungen der verschiedensten Art hervorbringen.

§. 2.

A. Molecularbewegungen in Flüssigkeiten.

Flüssigkeiten und das vorzugsweise hier in Betracht kommende Wasser mit den in ihm gelösten Stoffen zeigen Bewegungen, durch welche sie sich mit andern ungleichartigen Flüssigkeiten vermischen, obwohl sie in vollkommener Ruhe neben einander zu sein scheinen. Diese dadurch entstehenden molecularen Bewegungen zeigen sich: 1) wenn zwei ungleichartige, aber mischbare Flüssigkeiten über oder neben einander stehen, ohne dass ein fremder Körper zwischen ihnen ist, Diffusion; 2) wenn eine Flüssigkeit mit einem relativ trockenen Körper in Berührung kommt, ohne dass ein Druck auf jene einwirkt, Imbibition und Quellung; 3) wenn unter denselben Umständen ein Druck einwirkt, Filtration; 4) wenn zwei verschiedenartige, mischbare Flüssigkeiten die beiden Flächen einer imbibitionsfähigen Substanz berühren, Osmose.

Die Geschwindigkeit dieser molecularen Bewegungen hängt wesentlich von zwei verschiedenen Umständen ab, nämlich, 1) von der Temperatur, 2) von der Natur der Flüssigkeiten. Man unterscheidet in letzterer Beziehung sogenannte Krystalloïde, welche leicht diffundiren, von den Colloïden, welche nicht krystallisiren und schwer diffundiren. (Graham.) Doch macht das Hämoglobin, obgleich es krystallisirt, den Uebergang zu den Colloïden.

Uebersicht
der mecha-
schen Mol-
ecularbewe-
gungen.

Geschwin-
digkeit der
molecularen
Bewegungen

Krystalloïd
und Colloïd

1. Diffusion.

gang der
ffusion. Wenn zwei mischbare Flüssigkeiten, z. B. destillirtes Wasser und eine Salzlösung, zusammen gegossen werden, so findet eine gegenseitige Strömung statt, welche an der Schicht, an welcher sich die ungleichen Flüssigkeiten berühren, beginnt und allmählig sich über alle übrigen verbreitet, bis beide Flüssigkeiten ganz gleich gemischt sind. Man kann sich das destillirte Wasser einerseits und die Salzlösung andererseits je aus einer grossen Anzahl von Querschnitten, die über einander liegen, zusammengesetzt vorstellen. In denjenigen beiden Querschnitten, an denen sich die ungleichartigen Flüssigkeiten berühren, welche wir *w* und *s* nennen wollen, begeben sich die Wassertheilchen zu denen der Salzlösung und diese betten sich wiederum in den Querschnitt *w* ein. Der letztere wird daher salzreicher, der andere *s* salzärmer. Dadurch entsteht eine Strömung von *w* gegen die nächste Wasserschicht, welche mit *w* nun nicht mehr gleichartig ist, und wiederum von *s* nach der salzreichern Schicht, und so geht es fort bis zur vollständigen Ausgleichung, sodass in jedem Querschnitte gleichviel Salz enthalten ist.

usions-
windig-
keit. Folgende Beispiele zeigen die Geschwindigkeit der Strömungsbewegungen. In 8 Tagen diffundirten von 20 Theilen wasserfreiem

Chlornatrium	58,5 Gran
Harnstoff	58,5 „
schwefelsaurem Magnesium	27,42 „
Rohrzucker	26,74 „
Albumin:	3,08 „

(Graham).

Bei einer Temperatur von

15,8°—14,8° C. diffundirten 9,67

20—21

11,89 Chlornatrium.

(Fick.)

2. Imbibition und Quellung.

Die Flüssigkeiten und namentlich das Wasser dringen auch in die Poren fester Körper. Diese Poren können entweder offen stehen, wie z. B. bei einem Thoncyliner, oder ihre Wände liegen dicht an einander, wie z. B. bei getrockneten organischen Substanzen. Man pflegt das Eindringen von Wasser in poröse Körper Imbibition zu nennen und die Anschwellung infolge dieses Eindringens die Quellung, was sich an getrocknetem Leim, Eiweiss, Muskeln, Membranen u. s. w. beobachten lässt. Wahrscheinlich kann man die Erscheinung auf den Wasserdruck zurückführen. In dem lebendigen Körper spielt die Quellung eine bedeutende Rolle. Einzelne Organe, z. B. die Milz, können vorübergehend an- und abschwollen, je nachdem in ihnen mehr oder weniger Flüssigkeit abgesetzt ist. Die grössere oder geringere Imbibitions- und Quellungsfähigkeit hängt von verschiedenen Momenten ab: 1) von der Concentration der Flüssigkeit. Die Bewegung der Theilchen einer minder concentrirten Flüssigkeit ist eine grössere, als die einer mehr concentrirten. So nimmt beispielsweise eine getrocknete Ochsenharnblase auf:

von reinem Wasser	310 Gewichtstheile,
„ 9procentiger Kochsalzlösung	288
„ 18 „ „	218 (v. Liebig).

2) Von der Natur der Flüssigkeit; Glaubersalzlösung verhält sich verschieden von Kochsalzlösung. 3) Von der Natur der trockenen Substanz; so zeigt sich eine Verschiedenheit zwischen dem Herzbeutel und der Harnblase, ja sogar zwischen den beiden Flächen einer und derselben Membran.

Alle festen Theile des Körpers sind von Flüssigkeiten imbibirt, welche man Tränkungsflüssigkeiten oder Parenchymäfte z. B. Muskelsaft, Drüsensaft etc., nennt und aus ihnen auspressen kann. Der Wassergehalt des Körpers beträgt ungefähr 70—75 %.

Wichtigkeit
der Quellung
im Organismus.

3. Filtration.

Filtration
in das Blut
und aus dem
Blut.

Wenn auf die Flüssigkeit, welche eine organische Substanz imbibirt, zugleich ein Druck ausgeübt wird, so nennen wir diesen Hergang Filtration. Zwischen dem flüssigen und gasförmigen Inhalte der Capillargefässe des ganzen Körpers und der Parenchymflüssigkeit und deren Gasen findet eine beständige Strömung nach beiden Richtungen hin Statt. Im Ganzen und Grossen muss beim Erwachsenen, dessen Körpergewicht constant bleibt, innerhalb einer gewissen Zeit ebenso viel Flüssigkeit aus dem Blute dringen, als wieder in dasselbe hinein gelangt, wenn keine Störung entstehen soll. Diese Strömung ist theils Osmose, theils Filtration. Letztere erfolgt hauptsächlich durch den Blutdruck, also die Herzkraft. Demnach würde eine grössere Menge aus den Capillaren austreten, als in dieselben hinein, wenn nicht in der Blutflüssigkeit die schwer diffundirenden Colloïde, in der Parenchymflüssigkeit die Krystalloïde prävalirten.

Filtration
von Krystal-
loïden und
Colloïden.

Wenn Salzlösungen durch thierische Membranen filtrirt werden, so findet sich in dem Filtrate nahezu ebenso viel Salz, als in der aufgegossenen Flüssigkeit. Werden hingegen Colloïde, z. B. Eiweisslösungen filtrirt, so halten die Membranen dasselbe zurück und das Filtrat ist wässriger. Bei höherer Temperatur imbibirt mehr als bei niedriger, und bei stärkerem Druck enthält das Filtrat mehr colloïde Substanz. (W. Schmidt.)

Epithellen
scheinen die
Filtration zu
erschweren.

Die Menge von Eiweiss, welche in dem lebenden Körper filtrirt wird, scheint auch von den Organen abhängig zu sein. So ist der Eiweissgehalt von Flüssigkeiten, die in Organen mit Epithelien abgesondert werden, geringer als in Organen ohne Epithelien; z. B. enthalten die Ausschwitzungen der serösen Säcke und das Secret der Drüsen weniger Eiweiss als der Saft der Muskeln und Nerven. (In der Peritonealflüssigkeit finden sich 0,6 bis 0,7 $\frac{0}{0}$, in der Cerebrospinalflüssigkeit 0,8,

in der Fleischflüssigkeit 2—3⁰/₀. Hiernach scheint es, als ob die Epithelien dem Durchtritt von Eiweiss einen Widerstand entgegengesetzten.

4. Osmose.

Trennt eine Scheidewand zwei ungleiche, aber mischbare Flüssigkeiten, so dringen dieselben von beiden Seiten in jene ein und es entsteht ein Diffusionsstrom zwischen beiden Flüssigkeiten — Endosmose, Exosmose.

Um ein Mass für die Geschwindigkeit zu erhalten, mit welcher verschiedene Flüssigkeiten diffundiren, wandte Jolly folgendes Verfahren an: In eine mit einem Stück Schweinsblase am Ende zugebundene und gewogene Glasröhre wurde eine bestimmte Gewichtsmenge einer trockenen Substanz, z. B. Kochsalz, gebracht und die Röhre in ein Gefäss mit destillirtem Wasser gesetzt. Das Wasser wanderte durch die Blase zum Kochsalz und löste dasselbe auf. Zwischen dieser Lösung in der Röhre und dem Wasser des Gefässes, welches täglich ausgegossen und durch frisches ersetzt wurde, fand natürlich eine Strömung statt. Das Gewicht der Röhre wechselte, solange die Strömung dauerte. Sobald hingegen alles Salzwasser in das Gefäss übergegangen und aus demselben weggegossen war, also in Röhre und Gefäss sich nur Wasser befand, blieb das Gewicht der Röhre unverändert, weil nun die Diffusion aufgehört hatte. Damit war der Versuch beendigt. Je langsamer nun der Uebergang einer Substanz zum Wasser ist, desto mehr geht von dem letztern in die Röhre über, desto schwerer wird diese. So ergab sich, dass, während z. B. ein Grm. Kochsalz ins Wasser gegangen war, dagegen 4,3 Grm. Wasser in die Röhre traten. Diejenige Zahl, welche die Gewichtstheile Wasser angibt, die gegen ein Gewichtstheil der zu bestimmenden Substanz durch die Blase gehen, heisst das endosmotische

Aequivalent. Es ist gross bei langsam diffundirenden, klein bei rasch diffundirenden Substanzen, z. B. von

Kochsalz	4,3
Zucker	7,1
schwelsaurer Magnesia	11,7
Kalihydrat	215.

Das endosmotische Aequivalent fällt jedoch nach dem Concentrationsgrade verschieden aus. (Ludwig). Eine Salzlösung von 4,6⁰/₀ hat ein Aequivalent von 1,5, eine solche von 26,5⁰/₀ ein Aequivalent von 3.

Endosmose
im Darne.

Wenn gesalzene Speisen genossen werden, so findet schon auf der Zunge, mehr im Magen und Darm ein Diffusionsstrom zwischen Blutflüssigkeit und dem Salze statt. Das Blut wird salzreicher und es diffundirt von diesem wieder in die Gewebe, z. B. die salzarmen Muskeln. Wenn Thieren, bei denen die Wasseraufnahme gehindert ist, mehr Salz gegeben wird, als gewöhnlich, so findet ein stärkerer Diffusionsstrom statt, indem aus den Geweben mehr Wasser ins Blut und aus dem Blute mehr Salz in die Gewebe tritt; der Harn wird wasserreicher. (Voit.)

B. Chemische Prozesse.

Die chemischen Prozesse, welche bei der Ernährung stattfinden, lassen sich hauptsächlich auf die allmälige Umwandlung der Hauptnahrungstoffe in gewisse Endproducte zurückführen, die den Körper verlassen. Jene sind nun wesentlich: 1) Albuminate, 2) Fett und Kohlehydrate, 3) anorganische Substanzen; die wesentlichen Endproducte sind: 1) Harnstoff und Harnsäure, 2) Kohlensäure, 3) anorganische Substanzen. Eine nothwendige Bedingung zu der Einleitung und Unterhaltung dieser chemischen Prozesse ist die durch Zuführung von Sauerstoff veranlasste Oxydation. Die Verbrennung von C zu CO₂ ist bereits im ersten Abschnitt auseinandergesetzt.

§. 3. Umsatz der stickstoffhaltigen Substanzen.

Die Albuminate in unsern Nahrungsmitteln enthalten in Procenten ungefähr: 53, 5 C, 7 H, 15,5 N, 22,4 O, 1,6 S. Der Stickstoff, welcher sowohl in diesen, als auch in den leimgebenden Substanzen enthalten ist, wird unter normalen Verhältnissen lediglich durch Harn und Koth aus dem Körper geführt. (Entdeckung von Voit.) Wenn also beispielsweise von einem gesunden Erwachsenen während eines Tages 130 Grm. trockene Albuminate (in welchen 20,2 N und 69,55 C) verzehrt werden, so findet sich nahezu dieselbe Menge N in Koth und Urin wieder, vom C hingegen nur etwa 30 Grm. Der Rest = 39,55 C wird als CO_2 durch Haut und Lungen ausgeführt.

Alle genossene N wird durch Harn und Koth entleert.

Der grösste Theil von Stickstoff ist im Harnstoff enthalten, von 20 N kommen 17 auf den Harnstoff; die Menge des Stick-, resp. Harnstoffs steigt und fällt mit der genossenen Menge der Albuminate.

Das Bedürfniss nach Albuminaten wächst mit der Grösse der Arbeit, welche der Körper leistet. Soldaten brauchen in Kriegszeiten erfahrungsmässig täglich 30 bis 60 Grm. Albuminate mehr als im Frieden. (Playfair.) Thiere, welche zur Arbeit benutzt werden, z. B. Pferde, können bei Mangel an Albuminaten beträchtlich weniger leisten. Bei stickstoffloser Kost entsteht leicht ein Zustand im Nervensystem, welcher einen Mangel an Leistungsfähigkeit bekundet, die sogenannte erhöhte Reizbarkeit. Die Albuminate sind demnach zur Arbeit im Körper nothwendig.

Verhältniss zwischen Arbeitsgrösse und Bedürfniss von N.

Während der Arbeit jedoch hat man (Voit) die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass mehr CO_2 , nicht aber mehr N excernirt wird. Nach den Arbeitstagen nimmt die entleerte N-Menge gleichfalls nur wenig zu. So wurde z. B. während der Besteigung eines hohen Berges, nachdem 17 Stunden vorher zum letzten Male Albuminate genossen waren, 3,31 N, in der folgenden

N-Verbrauch während der Arbeit.

Nacht 4,8 N entleert. Die Theorie, dass durch die Arbeit der Muskel an Substanz verliere, muss demnach fallen. C ohne N ist werthlos, s. p. 134. Der arbeitsfähige Körper braucht viel N, weil in ihm viel C verbrannt wird. Mit der Arbeit wird zugleich ein grösserer Blutzufluss nach der Haut und daher ein geringerer nach den Nieren bewirkt und durch die Schweissabsonderung eine grössere Quantität von Wasser nach jenem Organe hingeleitet. Ob dann Harnstoff durch den Schweiss entleert wird, ist problematisch.

Wo bildet
sich Harn-
stoff?

Es ist unbekannt, wo der Harnstoff entsteht, ob im Blute, in den Geweben, in den Nieren. In den Muskeln findet sich keine Spur davon (v. Liebig), wohl aber in verschiedenen Drüsen, namentlich der Leber (Meissner). Neuerlich fand Cyon, dass Blut, welches mehrmals durch die frische Leber geleitet worden war, reicher an Harnstoff wird. Von anderer Seite ist diese Thatsache jedoch wieder bestritten worden. (Gscheidlen). Im Blute ist er unter normalen Verhältnissen nur in geringer Menge vorhanden. Er vermehrt sich nach Exstirpation der Nieren. (Prevost und Dumas). In der Leber scheint der Zerfall der Albuminate besonders stark zu sein. Wenn z. B. mit der Nahrung täglich etwa 2 Grm. Schwefel verzehrt und in derselben Zeit 1000 Grm. Galle in der Leber producirt werden, so sind in denselben mindestens 0,9 S enthalten, welche ungefähr 56 Grm. Albuminaten entsprechen, die mithin in der Leber zerfallen. Dies ist sehr bedeutend, da etwa 130 Grm. Albuminate in der täglichen Nahrung aufgenommen werden.

Verhältniss
von Harn-
stoff zu Al-
buminaten.

Es ist zu bezweifeln, dass der Harnstoff direct aus den Albuminaten entsteht. Man kennt verschiedene stickstoffhaltige Substanzen, welche wahrscheinlich als Zwischenstufen zu betrachten sind, ohne dass man bis jetzt noch einen Uebergang derselben von allen nachzuweisen vermochte. Das Kreatin enthält 32,06 % N, Harnsäure 33,33, Xanthin 36,84, Kreatinin 37,18, Sarkin

41,18, Harnstoff 46,6. Alle diese Substanzen haben weniger C, als die Albuminate. Auf der andern Seite zeichnen sich das im Körper so häufig vorkommende Leucin, sowie das Tyrosin durch ihren Kohlengehalt aus. Leucin 54,96 C, 9,92 H, 10,69 N, 24,43 O in 100

Tyrosin 59,67 C, 6,08 H, 7,73 N, 26,52 O „ „
dagegen

Harnstoff 20 C, 6,66 H, 46,66 N, 26,66 O.

Jedenfalls muss, wie schon oben bemerkt, bei dem Umsatz der Albuminate in Harnstoff Kohle frei werden und als Kohlensäure den Körper verlassen. Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dass aus den Albuminaten auch die Kohlensäure nicht direct entsteht, sondern Fett zuvor sich bildet. Beweise der Entstehung von Fett aus den Albuminaten sind folgende:

Bildung von
Fett aus Al-
buminaten.

1) In unthätigen Theilen, z. B. durchgeschnittenen Nerven, gelähmten Muskeln, dem entleerten Graafschen Follikel etc. lagert sich Fett ab — fettige Degeneration — welches wahrscheinlich aus den stickstoffhaltigen Gewebstheilen selbst hervorgeht.

2) Leichen, welche lange Zeit in Wasser liegen, werden in sogenanntes Fettwachs, Adipocire, umgewandelt, eine weisse Substanz, welche 94—97 % fette Säuren enthält.

3) Wenn man Krystallinsen des Auges, Knochenstücke etc. in die Bauchhöhle lebender Thiere bringt, so werden dieselben zum grossen Theile unter Verlust ihrer frühern Substanz mit Fett durchtränkt. (R. Wagner.) Jedoch ist dieses kein bestimmter Beweis, weil man (Burdach) beobachtet hat, dass auch Stücke von Hohlmark, auf dieselbe Weise behandelt, sich mit Fett anfüllen.

4) Vögel werden bekanntlich sehr fett durch Fütterung mit fettlosem Fleisch.

5) Die Butter der Milch vermehrt sich beträchtlich bei blosser Fleischnahrung. (Subbotin, Kemmerich.)

6) Das Glycogen in der Leber entsteht auch, wenn die Thiere nur Fleischnahrung erhalten. (Bernard).

7) Der Roquefortkäse bleibt einige Tage in Höhlen vergraben, bedeckt sich hier mit einem Pilze und verliert dabei an Casein, während sein Fettgehalt zunimmt. Bestandtheile:

	des frischen:	nach 2 Monaten:
Casein	85,43	43,28
Fett	1,85	32,31
Wasser	11,84	19,26.

(Blondeau.)

Leichte Zersetzbarkheit der Albuminate.

Durch energische Oxydationsmittel werden ausserhalb des Körpers die Albuminate in fette Säuren umgewandelt, welche zum Theil auch im Körper vorkommen, wie Ameisensäure, Essigsäure etc., dann in die Aldehyde dieser Säuren, in Ammoniak und flüchtige organische Basen. — Durch Säuren, durch Alkalien sowie durch Fäulniss entstehen aus den Albuminaten gleichfalls Substanzen, welche auch in dem Körper vorkommen, als flüchtige Fettsäuren, Leucin, Tyrosin etc.

Zweck der Albuminate.

Die Albuminate erfüllen in dem Körper eine doppelte Function; sie dienen nämlich 1) gewissermassen als Ferment oder sie leiten durch ihre chemische Umwandlungen organische Prozesse ein. Während aus den Albuminaten zuletzt sich Harnstoff bildet, wird die Kohle oxydirt, entwickelt sich die Wärme und werden Zellenbewegungen veranlasst. So vermitteln also die Albuminate beständig Uebertragungen verschiedener Kräfte. 2) Es vergrössern sich während des Wachsthums durch Aufnahme von Albuminaten die Körperorgane.

§. 4. Umsatz der stickstofffreien Substanzen.

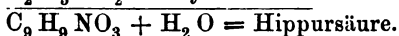
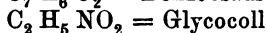
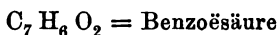
Ursprung der stickstofflosen Substanzen im Körper.

Die stickstofflosen Substanzen — Kohlehydrate und Fette — werden theils durch die Nahrung in den Körper eingeführt, theils in dem Körper gebildet. Wenn Kohlehydrate, die in der Nahrung enthalten sind, in

irgend einem Organe sich finden, wie z. B. in den Muskeln der Traubenzucker und das Dextrin, so lässt sich nicht entscheiden, ob dieselben aus dem Blute ausgeschieden oder neu entstanden sind. Das Glycogen in der Leber (s. S. 63) ist aber sicher erst hier producirt. Das Fett, welches in dem Körper sich vorfindet, ist nicht gerade dasselbe, welches in der Nahrung vorhanden ist. Man hat Thieren verschiedene Arten von Fett gegeben, welche im Körper normal nicht vorkommen, z. B. Rübölseife (Radziejewsky) oder Spermacet (Subbotin), es setzte sich Fett an, aber nur das normale. Die Zellen ordnen also die Elemente eines verwandten Stoffes so, wie es ihrer eigenartigen Function entspricht. In derselben Richtung offenbaren sie ihre spezifische Thätigkeit, wenn sie aus dem C, H und O der Albuminate Fette bilden. Nichtsdestoweniger hat die Art des Fettes, wenn solches in grosser Menge genossen wird, einigermassen Einfluss auf das im Körper abgesetzte. Erhalten z. B. Schweine vorwaltend flüssiges Fett, so ist auch dasjenige der Fettzellen flüssiger, als unter andern Umständen.

Stickstofflose Substanzen, welche in den Körper gebracht werden, können mit stickstoffhaltigen Verbindungen eingehen. So gehen z. B. Benzoësäure, Zimmtsäure ($C_9H_8O_2$), Toluol- (C_7H_8), Bittermandelöl- (C_7H_6O), Chinasäure ($C_7H_{12}O_6$) in Hippursäure über und erscheinen als solche im Urin.

Uebergang
von stickstofflosen
Substanzen
zu stickstoffhaltigen



Im Blute sowie in den Geweben machen die Kohlehydrate nur einen kleinen Theil aus, trotzdem dass sie in grosser Menge in der Nahrung enthalten sind. Es ist unentschieden, ob dieselben direkt zu Kohlensäure verbrennen, oder zuvor in Fett, welches fast in keinem Organe fehlt, umgesetzt werden. Jedenfalls kann eine

Die Gewebe
enthalten
nur wenig
Kohlehydrate.

solche Verwandlung in dem Körper stattfinden. Ein Schwein, welches in 13 Wochen 333 Pfd. Erbsen und 2275 Pfd. gekochte Kartoffeln frass, in welchen Nahrungsmitteln zusammen nur 8,6 Pfd. Fett enthalten waren, wurde in dieser Zeit um 23,4 Pfd. fetter. Das Fett musste sich aus dem Stärkemehl gebildet haben. Bienen bereiten Wachs aus dem Zucker des Honigs. (Huber, Gundlach.) Jedoch erfordert, wie schon oben erwähnt, die Fettbildung das Vorhandensein von Albuminaten.

Ursachen
der Zu- und
Abnahme
von Fett.

Das Fett erscheint in dem Körper theils als neutrales Fett, theils verseift. Die Anhäufung von jenem im Körper kommt nur unter 3 Bedingungen zu Stande, welche zusammen wirken müssen: 1) wenn zu wenig Sauerstoff in den Körper gelangt; 2) wenn zu wenig N consumirt wird (geringe Muskelbewegung, geringer Nervenverbrauch); 3) wenn zu viel C in den Körper eingeführt wird. Keiner von diesen Factoren wirkt allein. Unter den entgegengesetzten Umständen wird Fett verbraucht. So nimmt z. B. das Fettpolster unter der Haut bei Entziehung von Nahrung rasch ab. Es ist unermittelt, ob in einem solchen Falle das neutrale Fett in das Blut übergehen kann, oder ob durch das Alkali des Blutes eine Verseifung stattfindet und auf diesem Wege die fetten Säuren in die Circulation gelangen und zu Kohlensäure verbrennen.

Zweck des
Fettes.

Die Fette dienen, abgesehen von ihrem mechanischen Nutzen, vorzugsweise als Respirationsmittel, wozu die Albuminate nur zum geringern Theil ausreichen. Wenn der Körper nur Albuminate erhält und kein Fett oder Kohlehydrat, so muss eine viel grössere Menge von jenen zur Erhaltung gereicht werden. Ein Hund, welcher 500 Grm. Eiweissnahrung erhielt, entleerte durch den Urin mehr N, als in der Nahrung enthalten war. Dieses Plus musste aus dem Fleische des eigenen Körpers hergegeben sein, um die nothwendige Menge von C zu schaffen. Wurde hingegen den 500 Grm. Fleisch so

viel Fett zugesetzt, als zur Respiration erforderlich war, so entsprach die Stickstoffmenge des Harns der des Fleisches. (Bischoff und Voit).

C. Organische oder Zellenkräfte.

Eine Zelle scheint ursprünglich ein weiches Körperchen zu sein, welches wesentlich aus zwei Theilen besteht, dem sogenannten Protoplasma (gewissermassen ein bewegungsfähiger Keimstoff) und dem Kerne. Oft sogar fehlt der letztere, sodass das Protoplasma den einzigen Bestandtheil ausmacht. Dasselbe ist eine scheinbar gleichförmige, structurlose, öfters körnige Substanz. An dem äussern Umfange besteht aber sehr häufig, vielleicht als Verdichtung des Protoplasma, eine Membran. Zwischen den Zellen findet sich in der Regel eine bald flüssige bald feste Masse in grösserer oder geringerer Menge, welche man Intercellularsubstanz nennt, die man wahrscheinlich als Produkt des Protoplasmas nach Aussen anzusehen hat. Hierdurch werden die einzelnen Zellen mehr oder weniger von einander getrennt. Bei niedern Organismen, z. B. Hydren, ist die ganze Körpermasse gleichförmiges Protoplasma, ungeformt, aber bewegungsfähig und wird Sarkode (Dujardin) genannt. — Es gibt ferner niedere Organismen, die Moneren, bei welchen Zellen bereits sich gebildet haben, die sich fortpflanzen, aber keinen Kern haben. Dies führt zu der Anschauung, dass kernhaltige Zellen wiederum eine weitere Entwicklungsstufe des Protoplasma darstellen, welches sich wie nach Aussen zu einer Membran, nach Innen zu einem Kerne verdichten kann. — Die Bestandtheile einer vollständigen Zelle sind also: Hülle, Protoplasma, Kern mit Kernkörperchen.

Bestandtheile der Zellen.

Erscheinungen der Zellen.

Die wesentlichen Erscheinungen, welche bis jetzt an den Zellen beobachtet worden sind, bestehen: 1) in

Wachsthum, Vermehrung und deren Folgen; 2) in einer Affinität zu gewissen Blutbestandtheilen und einer fermentartigen Wirkung auf dieselben; 3) in Bewegungen.

§. 5. Wachsthum.

Unter Wachsthum versteht man eine Vergrößerung des Querschnitts und der Längendimension des ganzen Körpers oder eines einzelnen Theiles. — Das normale Wachsen kann einen verschiedenen Ursprung haben. Entweder nämlich vermehren sich die Zellen und die aus ihnen entstandenen organischen Elemente (Fasern, Membranen), oder sie nehmen an Volumen zu oder die Intercellularsubstanz dehnt sich aus. Alle 3 Bedingungen kommen gewöhnlich zusammen.

Bildung
neuer Zellen.

Dass eine Vermehrung von Zellen, also eine wahre Zeugung stattfindet, ergibt sich beispielsweise aus folgenden Beobachtungen:

Furchung
des Eies und
anderer
Zellen.

1) Der Furchungsprocess. Bei der Entwicklung des Eies bemerkt man Zellen mit Einschnürungen, so dass neben einfachen Zellen 2, 4, 8 und mehr in einer Kapsel zusammenliegen, von denen man annehmen muss, dass sich die erste Zelle in zwei u. s. w. getheilt hat. Die Theilung soll hier immer vom Kerne ausgehen.

Bei den Knorpeln sieht man neben einander einfache Zellen, dann andere, an welchen zwei dicht zusammen in einer Kapsel liegen, geschieden durch eine zarte Linie, ferner oft auch drei, selbst mehr in einer Kapsel, woraus man auf eine Zerklüftung geschlossen hat, obwohl sichere Beobachtungen hierüber noch nicht vorhanden sind.

Milchdrüsen-
zellen
stossen sich
ab.

2) Die Milchdrüsen sind traubenförmige Drüsen, welche, wie alle Drüsen, aus einer structurlosen Membran bestehen, die an ihrer Innenfläche mit Drüsenepithel ausgekleidet ist. Im Inhalte der Epithelzellen entsteht am Ende der Schwangerschaft Fett, die Zellen

lösen sich ab, dringen in die Ausführungsgänge der Drüsen nach der Geburt massenhaft ein, bersten und entleeren ihren Inhalt, die Milch. Jahrelang kann die Milchabsonderung unterhalten werden, und es wäre absurd, anzunehmen, dass der Bestand der Zellen im jungfräulichen Zustande ausreichte, die grosse Quantität von Milch zu liefern. Wenn eine milchende Kuh in 10 Monaten 3000 Kilo Milch und damit ungefähr 120 Kilo Fett entleeren kann, und dies jahraus jahrein sich wiederholt, so ist dies Beweis genug für Neubildung von Zellen.

3) Aus der Milz werden täglich Lymphkörperchen Lymphze
der Mil in grosser Zahl ins Blut übergeführt, während verhältnissmässig wenige in die Milz vom Blute aus eintreten. In der *a. lienalis* kommen auf 1 farbloses 2200 rothe.
 " " *v. lienalis* " " 1 " 70 "
 (Hirt).

4) Dass die Zahl der Muskelfasern bei erwachsenen Thieren grösser, als bei jüngern ist, lehrt die direkte Vermehrt
der Musk
fasern. Zählung. (Budge).

5) Viele pathologische Neubildungen.

6) Auch das Wachsen der Epithelialbildungen gehört hieher. Die Nägel an den Fingern verlängern sich in einer Woche ungefähr um 1 Mm., an den Füssen 4 mal langsamer. Ein Nagel, der im Sommer 116 Tage zum Wachsen braucht, erreicht im Winter erst in 152 Tagen dieselbe Länge. Auch wachsen meistens auf der rechten Seite die Nägel rascher, als auf der linken. (Beau). — Eine Vermehrung der die Nageloberhaut bildenden Zellen ist die Ursache des Wachsthums. — Nach ähnlichen Gesetzen erfolgt das Wachsthum der Haare, der Epidermis, der Epithelien. Neue Zellen bilden sich, während die vorhandenen vorgeschoben oder abgestossen werden.

In manchen Organen des Körpers wachsen die Zellen der Länge und Breite nach, so z. B. in den Knorpeln. An den Rippenknorpeln eines Neugeborenen beträgt die

Breite 0,0086 Mm.; eines Erwachsenen die Breite 0,0215 Mm. — Die Muskelfaser eines Erwachsenen kann 3 Mal und mehr breiter sein, als die Muskelfaser eines Kindes.

Andre Organelemente sind hingegen bei Neugeborenen so gross, als bei Erwachsenen, z. B. die Epithelien.

Sehr häufig geht die neue Bildung von Gewebeelementen von bestimmten Stellen eines Organs aus. Man nennt eine solche Stelle *matrix*. Für die Knochen ist es das Periost (vergl. übrigens §. 11), für die Linse die Kapsel, für den Nagel das Nagelbett und die Nagelwurzel etc. — Man hat dieser Art des Wachsthums den Namen *appositio* gegeben, entgegengesetzt der *intussusceptio*, bei welcher das Wachsthum von jedem Elemente an allen Stellen eines Organs erfolgt. Bis zu den vierziger Jahren nehmen Körperlänge und Gewicht zu, von da an bis zum Lebensende ab. Ein neugeborner Knabe misst im Mittel $\frac{1}{2}$ Meter, ein neugeborenes Mädchen 0,49. Das Gewicht des erstern beträgt im Mittel 3,20 Kilogramm, des letztern 2,91. Im vierzigsten Jahre misst ein Mann 1,68, eine Frau 1,579 Meter, das mittlere Gewicht von jenem ist 63,67, von dieser 55,23 Kilo.

In entsprechender Weise nehmen Gewicht und Länge der einzelnen Organe bis gegen die mittlern Lebensjahre zu. Manche Organe sollen sogar während des ganzen Lebens an Grösse zunehmen, z. B. das Herz.

§. 6. Affinität und Fermentwirkungen der Zellen.

Verwandtschaft der Zellen zu einzelnen Substanzen.

Die Beobachtung, dass manche in den Körper gebrachte Substanzen leicht von dem einen, schwer von andern Secretionsorganen aufgenommen und wieder abgeschieden werden, lässt auf eine Affinität gewisser Zellen zu bestimmten chemischen Substanzen schliessen. So z. B. wird Jod viel leichter durch den Speichel als durch die Nieren entleert.

Ebenso möchte hierhin die Wirkung specifischer Mittel auf bestimmte Organe in Krankheiten zu rechnen sein. Dies unterstützt die Annahme specifischer Zellen.

Unter Fermentwirkung wollen wir hier den Einfluss verstehen, den die Zellen auf die Zerlegung von Blutbestandtheilen durch ihre Berührung haben. Wenigstens erleichtert eine solche hypothetische Auffassung die Erklärung von manchen Secretionsvorgängen. So z. B. wird man sich denken können, dass das Albumin des Blutes, welches mit den Leberzellen in Berührung kommt, durch dieselbe eine Zersetzung erfährt, infolge welcher sich Gallensäuren bilden. Es enthalten 100 Theile

Albumin	53,5 C,	7,0 H,	15,5 N,	22,4 O,	1,6 S
Taurocholsäure	60,5 C,	8,73 H,	2,81 N,	20,74 O,	6,21 S
	— 7,0 —	— 1,73 —	+ 12,69 +	+ 1,66 —	— 4,61.

Aus dem stickstoffreichen Albumin spalten sich in der Leber die stickstoffarmen Tauro- und Glycocholsäuren ab. — Ebenso lässt es sich als Fermentwirkung auffassen, wenn in den Epithelien der Schleimhäute aus Albumin sich Mucin, gleichfalls stickstoffarm, abspaltet.

Mucin	= 48,94 C,	6,81 H,	8,50 N,	35,75 O,	
Albumin	= 53,50 C,	7,00 H,	15,50 N,	22,4 O,	1,6 S
	+ 4,56 C +	+ 0,19 H,	+ 7,00 N,	— 13,35 O +	+ 1,6 S.

Zellenbewegungen.

Man unterscheidet 1) amöboide und Körnchen-, 2) flimmernde, 3) Muskelfaserbewegungen und 4) die molecularen Bewegungen in den Nerven. — Von den beiden letztern ist in den folgenden Abschnitten die Rede.

§. 7. Amöboide und Körnchenbewegungen.

Amöben sind niedere Organismen aus der Klasse ^{Amöboi} der Rhizopoden, deren einfacher Körper nur aus Proto-^{Bewegun}

plasmasubstanz besteht. Das runde Körperchen kann seine Gestalt ganz verändern, Ausläufer aussenden, so dass es ein radiäres Aussehen annimmt, sich gleichsam fortrutschend von der Stelle bewegen, seine Fortsätze können einen fremden Körper in sich aufnehmen und dadurch sich nähren. — Die Amöben sind mit hüllenlosen Zellen zu vergleichen. Solche amöboide Bewegungen wurden beobachtet an farblosen Blutkörperchen, Eiter- und Schleimkörperchen, Leberzellen, Pigmentzellen, Bindegewebszellen u. s. w. Sogar wurde an gewissen Zellen der cornea beobachtet, dass sie ihren Ort verlassen; an den Eiterzellen, dass sie Farbstoffe in sich aufnehmen u. s. w.

Bei allen diesen Zellen muss man annehmen, dass sie aus hüllenlosem Protoplasma bestehen. Schon oben wurde darauf hingewiesen, dass in den einzelnen Protoplasmaformationen ein Gegensatz zwischen Peripherie und Centrum besteht, ein Bestreben zur Concentration der Molecüle gegen die Mitte hin, wo sich der Kern gestaltet, und dann eine Abscheidung von Hülle und Intercellularsubstanz an der Peripherie. Diese anziehenden und abstossenden Kräfte mögen auch die Bewegungen bedingen, von denen oben die Rede gewesen ist.

Bei verdichteter Hülle bemerkt man Körnchenbewegung im Protoplasma, wie dies bei den Speichelkörperchen leicht zu constatiren ist. (Brücke).

§. 8. Flimmernde Bewegungen.

Es gibt Zellen, die in einen oder mehrere Fäden ausgehen, welche eine schwingende Bewegung zeigen. Hierzu gehören die sogenannten Flimmerepithelien und die Samenzellen.

Flimmer-
bewegung.

Flimmerbewegung kommt bei dem Menschen vor an der Oberhaut:

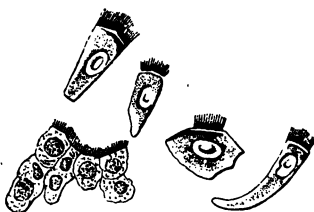
1) der ganzen Respirationsschleimhaut, d. h. Nasenhöhle mit Ausnahme der sogenannten regio olfactoria,

des Thränensackes und Thränenganges, der Nebenhöhlen der Nase, tuba Eustachii, Paukenhöhle, der pars respiratoria pharyngis, des Kehlkopfs mit Ausnahme der die stimmbildenden Theile (Stimmbänder) umgebenden Partien, der Luftröhre; der Bronchien, soweit dieselben noch eine Muskellage haben;

2) der Schleimhaut der innern weiblichen Geschlechtstheile, in denen das Ei fortgeleitet und entwickelt wird, d. h. Tuben, uterus bis zur Mitte des Mutterhalses;

3) der Schleimhaut von Organen, welche Reste des Wolff'schen Körpers darstellen; dahin gehören im männlichen Geschlechte die vasa efferentia testis, die

Fig. 22.



Flimmerepithelien, 300 mal vergrößert.

coni vasculosi und die Nebenhoden bis zu ihrer Mitte, beim weiblichen Geschlechte die Gänge des Nebeneierstocks (Becker);

4) im Centralkanale des Rückenmarks, im sinus rhomboidalis, aquaeductus Sylvii, den Seitenventrikeln.

Die Richtung, in welcher die Cilien, von denen die Bewegung ausgeht, schwingen, ist in den Respirations- und Geschlechtsorganen von Innen nach Aussen. Der Zweck ist noch nicht vollends aufgeklärt (vgl. S. 22). — Die Bewegung geht wahrscheinlich nicht vom Innern der Zelle, sondern von den Fäden selbst aus; ob dieselben Protoplasma enthalten, ist unbekannt.

Bewegun-
gen der
Samenfäden.

Während jede Flimmerepithelzelle wenigstens in der Regel mit mehreren Fäden (bis 30) versehen ist, finden sich in dem Samen nur Zellen oder vielmehr Zellkerne mit je einem schwingenden Faden.

Zweites Kapitel.

Besondere Ernährungserscheinungen.

§. 9. Aufnahme von Stoffen ins Blut.

Wege zur
Aufnahme
der Stoffe in
das Blut.

Es gibt zwei Wege, auf welchen unter normalen Verhältnissen Stoffe in die Blutgefäße gelangen, entweder nämlich, indem eine offene Verbindung mit andern Räumen besteht oder indem durch die Wandungen der Capillargefäße endosmotisch Flüssigkeit und Gase eindringen. Man nennt diese letztere Art der Aufnahme: Resorption. Den ersten Weg bieten die Milz und der ductus thoracicus dar, den zweiten alle Capillargefäße des Körpers, aber auch die Venen und feineren Arterien, jedoch in geringerem Grade, da ihre Wandungen schon eine relativ beträchtliche Dicke haben. Die Wandungen der feinsten Milzarterien gehen ununterbrochen in die Substanz der Milzfasern über und aus den Milzräumen entstehen die Anfänge der Venen. Der ductus thoracicus mündet in eine Vene. Somit können sich also Milzproducte und Inhalt der Lymphgefäße mit dem Blute mischen.

Zur Resorption gehört auch die Aufnahme von Stoffen in die Anfänge der Lymphgefäße.

Resorbirt werden theils Stoffe, welche von Aussen in den Körper geführt werden; nämlich die atmosphärische Luft und die aufgelösten Nahrungsmittel; theils Stoffe, welche in der Umgebung der blutführenden Gefäße in der Tränkungsflüssigkeit sich befinden. — Die Umgebung der Gefäße ist natürlich nach den Körpertheilen verschieden, bald sind es Membranen, bald Kanäle, bald massige Organe. Die ersten beiden sind mit einem

Epithelüberzug bekleidet, welcher bei den letzten fehlt. Der Process wird natürlich complicirter, wenn vor der eigentlichen Resorptionsfläche noch eine besondere Wand zu durchdringen ist. Auf einer solchen können chemische Prozesse erfolgen, und von Neuem Resorptionsstoffe entstehen. So können sich z. B. aus den Nahrungsmitteln selbst, welche in dem Darmkanal enthalten sind, gewisse Zersetzungsproducte bilden, die nicht ursprünglich Bestandtheile jener waren.

Durch die Anfänge der Lymphgefäße können nicht nur flüssige Stoffe, welche überall im Körper, besonders in den Lücken des Bindegewebes sich vorfinden, sondern auch feinertheilte feste Substanzen dem Blute zugeführt werden. Dass Fett durch die Darmzotten in die Lymphgefäße gelangt, ist schon erwähnt, vergl. S. 12. Kohlenstaub und andere sehr feine Pulver, auf die Zunge von Thieren gestreut, hat man im Blute wieder gefunden (Oesterlen), was wahrscheinlich durch Aufnahme in die Anfänge der Lymphgefäße möglich wird.

Von der Resorption hängt natürlich auch wieder die Abgabe von Flüssigkeiten und Gasen aus dem Blute ab und davon der Stoffverbrauch, also auch die Entwicklung von Kräften, welche den Haushalt des Körpers ermöglichen. Die Resorption ist die Wirkung einer der 4 beständigen Strömungen, welche ungehindert vor sich gehen müssen und die alle sich gegenseitig bedingen, nämlich 1) von Lungen (O) und Darm (aufgelöste Nahrung) ins Blut, 2) vom Blut (O und vorwaltend Albuminate) in die Gewebe, 3) von den Geweben (CO₂ und Zersetzungsprodukte) ins Blut, 4) vom Blut in die Secretionsorgane (Nieren, Lungen, Haut). Diese Strömungen sind allen den Gesetzen unterworfen, welche bei den molecularen Bewegungen in Betracht kommen. Namentlich wirken sowohl mechanische, als chemische Verhältnisse. Unter den erstern sind besonders der Druck des Blutes auf die Gefäßwandungen und dann die Scheidewand zwischen dem Blut und den in den

Kanälen und den Geweben befindlichen Flüssigkeiten zu beachten. — Unter übrigens gleichen Verhältnissen wird die Resorption vermindert bei Zunahme des Blutdrucks und umgekehrt. Der Arzt wird also bei hartem und vollem Pulse im Allgemeinen nicht erwarten können, dass die im Darm befindlichen, aufgelösten Nahrungstoffe eben so leicht ins Blut aufgenommen werden, als früher, — sondern mehr im Magen und Darm liegen bleiben und sich vielleicht zersetzen. Das Umgekehrte wird bei Hungernden erfolgen. Andererseits wird auch der tonus der Gewebe einen beträchtlichen Einfluss üben. Sind dieselben schlaff, so wird leichter aus dem Blute Flüssigkeit austreten können, als wenn sie dichter und voller sind.

Was die poröse Scheidewand zwischen den beiden Flüssigkeiten betrifft, so ist die verschiedene Dicke derselben selbstverständlich zuerst massgebend. Die vielschichtige Epidermis lässt nicht so leicht Resorption zu, als das weichere und dünnere Magenepithel.

Von der Natur der Flüssigkeiten selbst hängt aber ebenso sehr der Durchtritt durch die Membranen ab.

So ist beispielsweise die Diffusionsgeschwindigkeit des Harnstoffs mehr als 18 mal grösser, als die des Eiweisses. Wenn daher in den Gefässen eine Lösung von Eiweiss und Harnstoff zusammen enthalten ist, so wird wenig von erstem und viel von letztem durchtreten.

Ferner hängt sehr viel davon ab, ob die Membranen, welche zur Diffusion benutzt werden, auf einer oder auf beiden Seiten mit Epithel bedeckt sind. Im letzten Falle sind in der Regel die Widerstände, welche dem Durchgang entgegenstehen, grösser, als im erstern. Wenn z. B. aus den Gefässen der serösen Membranen Blutflüssigkeit durchtritt, so muss sie erst die Epithelschicht der Capillaren, dann die endothelbedeckte Wand des serösen Sackes durchwandern. Das Transsudat enthält daher wenig Albumin; dasselbe geschieht bei Drüsen-

secreten z. B. dem Harn. Nur wo der Seitendruck im Blute stark vermehrt ist, wie bei Entzündung, steigert sich auch die Menge des Eiweisses.

Wenn hingegen nur eine mit Epithel bekleidete Schicht zu passiren ist, so geht leicht Albumin durch, so z. B. aus den Capillaren in die Muskeln. Die aufgelösten albuminreichen Nahrungsmittel, welche aus dem Kanale der Darmschleimhaut in das Blut gelangen, müssen freilich durch zwei mit Epithel versehene Membranen dringen. Hingegen ist das schwer diffundirbare Albumin in das leicht diffundirbare Pepton im Magen umgesetzt worden.

Indessen soll nach den neuerlich publicirten Versuchen von Czerny und Latschenberger der menschliche Dickdarm das lösliche Eiweiss unverändert als solches resorbiren, ebenso Kleister und Fettemulsionen; hingegen die Resorption durch Chlornatrium verhindert werden.

Manche hierhin gehörende Erscheinungen sind noch nicht aufgeklärt. Der Magensaft greift während des Lebens die Schleimhaut des Magens nicht an, der Gallenfarbstoff geht erst nach dem Tode alsbald durch die Blasenwände; ebenso ist die Harnblase nach dem Tode eher zur Diffusion geneigt, als während des Lebens. Durch die Magenschleimhaut werden Curare und Emulsin sehr schwer resorbirt. Wenn man Emulsin in den Magen eines Thieres bringt und Amygdalin ins Blut spritzt, so bleibt das Thier gesund. Wenn man hingegen am andern Tage demselben Thiere Amygdalin eingibt und Emulsin ins Blut injicirt, so stirbt dasselbe sehr rasch, weil Amygdalin vom Magen aus leicht resorbirt wird und beide Stoffe zusammenkommen und dadurch Blausäure entsteht. (Bernard). — Wird in der Nahrung einem Thiere Fett gegeben, so hat die Aufnahme desselben doch bald ihre Grenze erreicht; Zotten, Lymphgefäße und Blut können nur eine bestimmte Menge aufnehmen. (Boussingault).

§. 10. Assimilation.

Unter Assimilation versteht man die Fähigkeit der Organe, aus dem Blute sich wieder zu restituiren, da sie beständig verbraucht werden und zerfallen. Die Assimilation ist im Kleinen nichts Anderes als die Fortpflanzung eines ganzen Organismus. Wie bei dieser sind drei Factoren auch bei der Zellenfortpflanzung erforderlich: 1) eine Anregung (resp. Befruchtung), 2) keimfähige Substanz, 3) Material, welches zur Bildung verbraucht wird. Dazu dienen 1) die Nerven, 2) die Zellen, 3) die Tränkungsflüssigkeit und das Blut.

§. 11. Regeneration.

Die ganze Anlage des Körpers aus productiven Zellen fordert unabweislich, dass sich in allen Theilen, welche einen Substanzverlust erfahren haben, ein Wiedersatz einstellen kann. Jedoch ist derselbe nicht überall thatsächlich constatirt, und bei einigen Organen gelingt es leichter, als bei andern. Regeneration ist beobachtet an:

a) den Epidermoidalgebilden: Epidermis, Epithel, Nägel, Haare. Ueber die Reproduction des Epithels herrschen zwei verschiedene Ansichten. Nach der einen entwickelt sich dasselbe aus Bindegewebekörperchen, nach der andern wahrscheinlicher aus den benachbarten noch unversehrten Zellen, vgl. S. 168.

b) der Krystalllinse, solange die Linsenkapsel noch vorhanden ist;

c) den Knochen. Ihre Regeneration hängt wesentlich von dem Periost ab (Duhamel), an dessen innerer Fläche sich neue Zellen bilden, aus denen Knochenzellen hervorgehen. Es entsteht sogar Knochen an einem Perioststücke, welches getrennt an eine andere Stelle des Körpers gelegt wird. (Ollier.) In neuerer Zeit sind viele Thatsachen, theils anatomische, theils

physiologische, welche zur Annahme berechtigen, dass auch die Knochen an allen Stellen, an welchen ihre Continuität aufgehoben war, sich reproduciren können.

d) den Nerven. Sie heilen rasch zusammen, wenn ihre Trennung mit einem scharf schneidenden Werkzeuge geschehen ist. Quetschungen oder Verletzungen mit Substanzverlust haben hingegen zur Folge, dass der nicht mehr mit den Centralorganen zusammenhängende Theil des Nerven fettig degenerirt, während der centrale Theil sich erhält. Dasjenige Ende der durchschnittenen hintern Nervenwurzeln von Fröschen wird umgewandelt, welches nicht mehr mit dem Spinalganglion in Verbindung ist. Ist aber der Schnitt so geführt, dass das Spinalganglion an dem Nerven bleibt, so degenerirt keine Faser desselben, während das andere Ende, welches mit dem Rückenmarke, aber nicht mit dem Ganglion zusammenhängt, umgewandelt wird. (Waller.) Man hat indess auch neuerdings beobachtet, dass Nerven, welche von den Centraltheilen getrennt sind, zwar der Fettmetamorphose unterliegen, dass aber später in ihnen normale Nervenfasern sich wieder entwickeln, ohne dass eine Verbindung mit den Centraltheilen zu Stande gekommen war. (Vulpian und Philippeaux.) Auch Ganglien sah man zuweilen sich regeneriren (Valentin) und selbst das Gehirn scheint sich theilweise wiederersetzen zu können (Voit).

e) Auch die Hornhaut kann sich theilweise regeneriren.

f) Bindegewebe. Unter allen Theilen des Körpers regenerirt sich das Bindegewebe, das überall mit einander communicirt, am Leichtesten. Alle Lücken werden von ihm ausgefüllt, und wo andere Theile untergehen oder in ihrer Entwicklung leiden, wuchert das Bindegewebe.

g) Muskelgewebe. Bei absichtlichen Verwundungen regeneriren sich quergestreifte Muskeln schon nach 4 Wochen vollständig (O. Weber), ebenso bei

Fröschen im Frühjahr, nachdem während des Winterschlafes viele fettig degenerirt waren (v. Wittich). — Glatte Muskelfasern entstehen massenhaft im schwangern uterus.

Wo kein Wiederersatz stattfindet, wie dies bei der Haut und den Drüsen bis jetzt als Regel gilt, wird die Lücke von Bindegewebe ausgefüllt.

§. 12. Retention.

In einem wohlgenährten Körper ist ein gewisser Vorrath von Nährmaterial aufgespeichert, welcher bei grösserem Gebrauche vernutzt wird. Diese Zurückhaltung von Stoffen, gewissermassen Reservekapital für ungewöhnliche Ausgaben, kann man als Retention bezeichnen. So beobachtet man namentlich in einem Körper, welcher mehr Kohle durch die Nahrung erhält, als verbrannt wird, Fettablagerung, z. B. bei grosser Muskelruhe oder Unthätigkeit im Nervenleben und gleichzeitiger reichlicher Nahrung.

In der Ruhe während des Schlafes wird meistens mehr Sauerstoff als während des Tages aufgenommen, um wieder des andern Tags verbraucht zu werden.

Auch das Eiweiss sammelt sich im Körper an. Es kann verbraucht werden, wenn die Zufuhr von Aussen sich vermindert. Erhält z. B. ein Thier reichliche Eiweissnahrung und wird ihm nachher jede Nahrung entzogen, so ist die am ersten Hungertage entleerte Harnstoffmenge viel bedeutender, als bei einem schlechtnährten Thiere. So betrug bei einem Hunde

die Harnstoffmenge am ersten Tage	nach einer vorhergegangenen Nahrungsmenge von
60,1	2500 Grm. Fleisch
29,7	1500 " "
19,8	800 " " 200 Fett. (Voit.)

Wird ein Hund mit einer zunehmenden Menge Fleisch gefüttert, und ist der Verbrauch mehr als gedeckt, so bleibt Eiweiss im Körper zurück. Ein Hund erhielt

1500 Grm. Fleisch täglich,	entleerte	106 Grm. Harnstoff
2000 " " " "	144 " "	" "
2660 " " " "	181 " "	" "
1500 Grm. Fleisch = 51 N	106 Ur. =	49,4 N
2000 " " = 68 N	144 " =	67,10 N
2660 " " = 90,4 N	181 " =	84,34 N

(Voit.)

Daher mag es auch kommen, dass, wenn ein schwächender Einfluss auf den Körper eingewirkt hat, bei Menschen, welche Vorrath haben, die Folge nicht sogleich, sondern gewöhnlich erst nach einem Tage eintritt. Der Körper zehrt unterdessen vom Vorrath.

§. 13. Vicariirende Einrichtungen.

Obwohl jeder Körpertheil seine besondere Function hat, so kann doch mehr oder weniger eine Stellvertretung eintreten bei Verlust, und dadurch kann das Leben und die Gesundheit erhalten bleiben, selbst wenn sehr wichtige Organe nicht mehr fungiren. So wurden ohne Nachtheile bei Thieren extirpirt: sämmtliche Speicheldrüsen des Mundes (Budge), selbst das pancreas, sehr häufig die Milz; es können grosse Gefässe (aorta abdominalis, vena portarum) undurchgängig werden, weil durch Anastomosen die Verbindung hergestellt wird. Die diastatische Eigenschaft zeigen die verschiedenen Speichelarten, selbst Schleim, Chylus, Darmsaft; die emulsive Eigenschaft Galle und pancreatischer Saft; die Fähigkeit zur Umwandlung der Albuminate in Peptone Magensaft, Bauchspeichel, selbst Darmsaft. Die Milz kann durch Lymphdrüsen vertreten werden. Häufig erhalten Muskeln, welche gleichartige Function haben, von verschiedenen Seiten Nerven. — Dazu kommt, dass

sich der Körper dem Material, das er verwenden kann, sehr accommodirt. Die Leistungen werden auf das Nothwendigste beschränkt, um das Unentbehrliche (Circulation und Respiration) zu erhalten.

§. 14. Inanition.

Den Zustand des Körpers, welcher entsteht, wenn demselben alle Nahrung entzogen wird, bezeichnet man als Inanition. Die Erscheinungen wurden an Thieren beobachtet. (Chossat, Bidder und Schmidt, Bischoff, Voit.) Nahrungsentziehung tödtet den Körper, aber nicht so plötzlich als Sauerstoffentziehung, weil in jenem Falle der Körper selbst Muskeln und Fett hergeben muss, um die von Aussen zuzuführende Nahrung zu ersetzen. Alle Lebenserscheinungen sind wesentlich concentrirt in der Athem- und Herzbewegung. Ihre Unterhaltung hängt zunächst von der Erregbarkeit gewisser Nervenparthien ab, und diese bedarf wiederum des Sauerstoffs und des Blutes. Zu jenen beiden Muskelarbeiten selbst gehören aber gleichfalls Sauerstoff und Blut und im Blute wieder stickstoffhaltige und stickstofflose Substanz, Albumin und Fett, plastische und Respirationsmittel. So bilden Nerven, Herz- und Athemmuskeln und Blut die drei in einander greifenden Bedingungen ihres gegenseitigen Bestehens. — Um diese Bedingungen zu erfüllen, ist nothwendig: 1) gleichmässige Erwärmung, d. h. eine dem jeweiligen Körpergewicht entsprechende Bildung von CO_2 , welche das wesentlichste Moment der Entstehung von Wärme ausmacht. — Die Kohle für CO_2 gibt zum grössten Theil das im Körper vorhandene Fett, zum kleinern das Eiweiss her (s. o. S. 136). Je mehr das Fett verbraucht ist, desto mehr wird das Eiweiss angegriffen.

2) Zerfall von Albuminaten und schliesslich Entstehung von Harnstoff. — Ohne diese chemischen Prozesse können weder Verbrennung von C, noch auch

die während des Hungers unentbehrlichen Körperbewegungen entstehen. — In den ersten Hungertagen ist die Menge des Harnstoffs, welche abgesondert wird, grösser, später steht sie im Verhältniss zum Körpergewicht. (Bidder und Schmidt.) Je besser ein Thier vor dem Hungern gefüttert war, je mehr „Vorrathseiwiss“ in seinem Körper sich befand, desto grösser ist die in den ersten Tagen entleerte Harnstoffquantität. (Voit.) Immerhin wird aber am ersten Tage beträchtlich weniger Harnstoff entleert, als bei ausreichender Nahrung. So wurden z. B. von einem gutgenährten Arbeitsmann bei mittlerer Kost und Ruhe 37, bei Hunger und Ruhe 26 Grm. Harnstoff secernirt.

Ein Thier, dem die Nahrung entzogen wird, kann sich von seinem eigenen Körper nicht sättigen, weil die Verflüssigung der Theile nur langsam vor sich geht, da die Albuminate dem Magensaft nicht ausgesetzt sind. Daher bleibt das peinigende Hungergefühl.

3) Täglich werden die Herzbewegungen, täglich die Athembewegungen matter, endlich reicht das Material nicht mehr aus, die Nerven erregbar zu erhalten, der Impuls hört auf. Es erfolgt der Tod. An den letzten Hungertagen nimmt CO_2 -Bildung, Wärme, Athem- und Pulsfrequenz, Harnstoffexcret unverhältnissmässig ab.

Bemerkenswerth ist, dass „im Beginn der Inanitionsdauer nur ein kleiner Theil der secernirten Galle mit den Fäces ausgeschieden wird, bis vom zehnten Tage an die Galle vollständig Excret wird“. (Bidder und Schmidt.)

Nach den Untersuchungen von Voit verlieren durch die Inanition in $\frac{\circ}{\circ}$:

Fett 79,
Milz 66,7,
Leber 53,7,
Hoden 40,
Muskeln 30,5,
Blut 27,

Nieren 25,9,
 Haut mit Haaren 20,6,
 Leerer Darm 18,0,
 Lungen 17,7,
 Pancreas 17,
 Knochen 13,9,
 Hirn und Rückenmark 3,2,
 Herz 2,6.

§. 15. Stoffwechsel.

Wenn man die organischen Stoffe, welche der menschliche Körper von Aussen in sich aufnimmt, mit denen vergleicht, welche er wieder nach Aussen abgibt, so sind beide von einander sehr verschieden; indem die ausgeleerten Substanzen ganz anderer Art sind, als die Nahrungsmittel und die eingeathmete Luft. Hingegen gleichen sich die Einnahmen und Ausgaben dadurch aus, dass dieselbe Quantität derselben Elemente den Körper verlässt, als in denselben gebracht worden sind. Nur die Form, in welcher diese Elemente neben einander gelagert waren, hat einen Wechsel erfahren und diese Umwandlung der Form nennt man Stoffwechsel. Was zunächst die Aggregatzustände betrifft, so werden Gase, Flüssigkeiten und feste Substanzen aufgenommen und ausgeleert, jedoch in sehr verschiedenem Verhältnisse. Wenn man als Flüssigkeit bloss das Wasser betrachtet und die in demselben aufgelösten Stoffe als feste, und die alkoholischen Flüssigkeiten, welche genossen werden, vernachlässigt, so ergibt sich, dass ein erwachsener Mensch in 2500—3000 Grm. Nahrung etwa 2000—2400 Wasser und 500—600 Grm. feste Substanz zu sich nimmt. Von den Ausleerungen kann man die Epidermis, Haare, Nägel und Mundepithelien wegen ihrer unbedeutenden Gewichtsmenge unbeachtet lassen. Feste Stoffe sind enthalten, ungefähr

im Urine	55—65 Grm.
in den Excrementen	30—50 „

für den Tag. Durch Haut und Lungen wird Wasser in Dampfform, durch die Haut auch flüssiger Schweiß entleert. Die festen auf diesem Wege aus dem Körper entfernten Stoffe betragen sehr wenig. Aber gesetzt, es würden dadurch 20 Gramm entleert, so würden gegen 500—600 Grm. fester Substanz, welche der Mensch in der Nahrung genießt, höchstens 135 Grm., also etwa der vierte Theil in dieser Form entleert.

Von den in den Nahrungsmitteln enthaltenen Elementen sind weitaus die wichtigsten Stick- und Kohlenstoff. Jener wird durch Urin und Koth, dieser durch die ausgeathmete Luft hauptsächlich aus dem Körper geschafft.

Wir geben eine von J. Ranke beobachtete Zusammenstellung der Nahrungsmittel und der Entleerungen nach ihrem Gehalte an den genannten beiden Elementen.

Einnahmen	in Grammen		Ausgaben		
	N	C		N	C
250 Fleisch =	8,5	31,8	Urin =	14,84	6,52
400 Brod	5,1	97,44	Koth	1,12	10,6
70 Stärke	0	26,05	Ausgeath-		
70 Eiereiweiss	1,52	5,99	mete Luft	0	207,0
70 Schmalz	} 0,1	67,94			
30 Butter					
	15,22	228,7		15,96	224,6

Hiernach stimmte der Verbrauch von C und N annähernd genug mit den aufgenommenen Substanzen.

Wenn man in runden Zahlen annimmt, dass täglich 3000 Grm. Wasser, 130 Albuminate, 84 Fett und 400 Kohlehydrate genossen werden, so entsprechen diesen Einnahmen ungefähr 1500 Wasser, welches durch Harn, nahezu ebensoviel, welches durch Haut und Lungen, etwa 100 Grm., welches durch Excremente entleert wird; ferner 30—40 Grm. Harnstoff und 800 CO₂.

Drittes Kapitel.

Elektricität.

Elektrische Ströme zeigen sich am Bestimmtesten an Muskeln und Nerven. Sie wurden jedoch auch an der äussern Haut z. B. des Frosches und an Schleimhäuten beobachtet.

§. 16. Erkennungsmittel elektrischer Ströme.

Multipli-
cator.

Man erkennt das Vorhandensein der Elektricität durch den Multiplicator und durch den stromprüfenden Froschschenkel. Der Multiplicator besteht aus zwei wesentlichen Theilen: 1) aus zwei parallel unter einander befindlichen Magnetnadeln, die durch ein verticales Stäbchen mit einander verbunden sind. Der Nordpol der einen und der Südpol der andern sind nach derselben Seite gerichtet, wodurch die Einwirkung des Erdmagnetismus vermindert wird. (Astasie der Magnetnadeln.)

2) Aus einer grossen Anzahl von Drahtwindungen. Die eine Nadel hängt innerhalb derselben, die andere über ihnen.

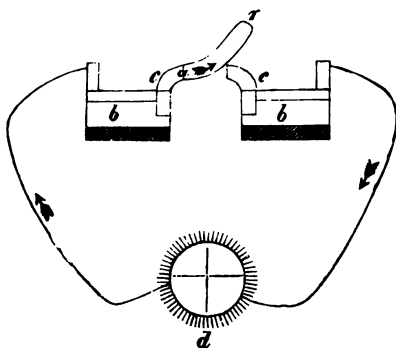
Wenn ein elektrischer Strom eine Magnetnadel umfließt, so entsteht eine Abweichung derselben. Diese Abweichung ist verschieden, je nach dem Eintritt der Elektricität, sodass, wenn z. B. die positive Elektricität gegen den Nordpol einströmt und gegen den Südpol wieder ausströmt, die Magnetnadel sich nach einer andern Seite umwendet, als wenn die positive Elektricität am Südpol ein- und am Nordpol austritt. Die Richtung des Stroms aus der Richtung der Ablenkung zu erkennen, dient die bekannte Ampère'sche Anweisung. (S. Fig. 23 der folgenden Seite!)

Der Multiplicator ist sowohl durch seine Astasie als durch die Drahtwindungen ausserordentlich empfindlich,

selbst für schwache elektrische Strömungen, und man kann nicht nur dieselben überhaupt durch ihn erkennen, sondern auch die Richtungen der Ströme, welche in einem Körper stattfinden. Zugleich kann unter besondern Umständen der Multiplicator als das Mass für die Stärke des Stroms benutzt werden, wozu übrigens andere Vorrichtungen, besonders die Tangentenboussole, dienen.

Bei der Anwendung des Multiplicators kommt es wesentlich darauf an, dass nicht andere Elektrizitäts-

Fig. 23.



Schematische Darstellung zur Erläuterung des Muskelstroms. *b* Zinkgefässe. *c* Bäusche. *a* künstlicher Querschnitt des Muskels *r*, welcher mit seinem Längsschnitt am Aequator auf dem einen Bausch aufliegt, während der Querschnitt *a* den andern Bausch berührt. *d* Multiplicator.

quellen vorhanden sind, welche auf denselben wirken, sondern dass nur die in dem thierischen Theile entwickelten Ströme erkannt werden. Es entstehen aber schon Ströme, wenn man Wasser durch Kupferdrähte verbindet und werden durch einen empfindlichen Multiplicator angezeigt. Der Wasserstoff tritt an den negativen, der Sauerstoff an den positiven Pol (Polarisationsstrom). Deshalb müssen die Gefässe und die

Polarisationsstr.

Flüssigkeiten, mit welchen die thierischen Theile in Verbindung kommen, solche sein, von denen man aus Erfahrung weiss, dass sie keine Zersetzung erleiden. Aus diesem Grunde wendet man Gefässe von amalgamirtem Zink an, und die Papierbäusche, auf welche die thierischen Theile gelegt werden, müssen mit einer beinahe concentrirten Lösung von schwefelsaurem Zink getränkt sein. (Dubois-Reymond.)

tromprüfer
er Frosch-
schenkel.

Der Froschnerv hat darin einen Vorzug vor dem Multiplicator, dass er viel rascher die Elektricitätsspannung durch Zuckungen in den mit ihm verbundenen Muskeln anzeigt, jedoch nicht so empfindlich ist, als jenes Instrument.

§. 17. Muskelstrom.

Längsschnitt,
Querschnitt,
Aequator
eines Mus-
kels.

Man nennt die äussere Oberfläche eines aus parallelen Fasern bestehenden Muskels den natürlichen Längsschnitt, die Sehnen, in welche die Muskelfasern auslaufen, den natürlichen Querschnitt, einen im Querdurchmesser des Muskels gemachten Schnitt den künstlichen Querschnitt. Die geometrische Linie, welche die Längsachse des Muskels in zwei Hälften theilt, heisst der Aequator.

Wird ein aus parallelen Fasern bestehender Muskel, z. B. der sartorius des Frosches, so auf die Bäusche (Fig. 23 c) gelegt, dass sein Querschnitt a den einen, sein Längsschnitt gerade im Aequator den andern Bausch berührt, so weicht die Magnetnadel so aus, als ob mit a der positive, mit c der negative Pol in Verbindung gesetzt worden wäre, d. h. der elektrische Strom des Muskels geht vom Längsschnitte im Multiplicator durch den Querschnitt und im Muskel selbst vom Querschnitt zum Längsschnitt, wie dies die Pfeile in Fig. 23 angeben. — Dieser starken Anordnung steht die schwache entgegen, wenn nur zwei Punkte des Längs- oder zwei Punkte des Querschnitts mit einander ver-

bunden werden. Ein Ausschlag erfolgt nicht, wenn die beiden durch den leitenden Bogen mit einander verbundenen Punkte des Muskels gleichen Abstand vom Aequator oder von dem Mittelpunkte des Querschnitts haben. (Entdeckung von Dubois-Reymond.)

Wird anstatt eines Muskels, dessen Fasern parallel neben einander liegen, ein solcher genommen, der wie der *gastrocnemius* gebaut ist, also z. B. beim Frosche eben der *gastrocnemius*, der *tibialis anticus*, *peroneus*, so kann man alle diese Erscheinungen gewahren, wenn man die nach der Zehe hin liegende Hälfte prüft, d. h. beim *gastrocnemius* das Achillessehnenende; nicht aber am obern Ende, an dem sich der Ausschlag, welcher einen Strom im Sinne vom Längs- zum Querschnitte anzeigt, stets beträchtlich schwächer, oft im umgekehrten Sinne zeigt. (Budge.)

Diesen Strom in Muskeln, an denen man das natürliche Schema der ebengenannten Muskeln künstlich nachbildet, indem man einen schrägen Querschnitt (Muskelrhombus) anlegt, nennt Dubois-Reymond: Neigungsstrom und sucht zu beweisen, dass er wesentlich auf dieselben Grundsätze zurückzuführen ist, auf welchen die Strömung in parallelfaserigen Muskeln beruht. Es soll sich nämlich zu dem gewöhnlichen Strome noch ein anderer gesellen, der von den spitzen Ecken zu den stumpfen Ecken des Muskelrhombus geht.

Nach meiner Ansicht beruht diese Verschiedenheit an den genannten Muskeln darauf, dass zu dem gewöhnlichen Strome sich ein zweiter gesellt, welcher vom Fussende nach dem Kopfende verläuft und daher den Strom in der untern Hälfte verstärkt, in der obern schwächt.

Dubois denkt sich jede Muskelfaser aus Moleculen in Cylinderform zusammengesetzt, welche an ihrer Grundfläche negative, an dem Mantel positive Elektrizität zeigen und von einer indifferenten leitenden Flüssigkeit umgeben sind. Es entsteht mithin ein Strom,

welcher im Elektrizitätsleiter vom positiven Mantel (Längsschnitt) zur negativen Grundfläche (Querschnitt) geht. Da, wo zwei Flächen gleichnamiger Elektrizitäten sich berühren, wie an den Grundflächen, heben sich dieselben auf, daher die Negativität nur am Querschnitte sich offenbart. — Weil das Sehnenende (natürlicher Querschnitt) die Negativität öfters nicht zeigt, so nimmt Dubois nahe der Sehne noch eine eigene Schicht an, welche positive Elektrizität hätte und die er *parelektronomische* Schicht nennt. Nach frühern Beobachtungen dieses Forschers nimmt dieselbe eine unmessbare Dicke ein, nach neuern kann sie sich weit in den Muskel hinein erstrecken, wodurch ein weites Feld zu Erklärungen gewonnen ist. — Vergl. auch Abschn. 5.

Nach den Untersuchungen von Hermann entstehen erst die Ströme bei der Präparation der Frösche, indem schädliche Einflüsse, bei Fröschen unter andern spurweises Zutreten des ätzend wirkenden Hautsecretes, die Oberfläche treffen. Im ganz unversehrten unenthäuteten Thiere sind die ruhenden Muskeln vollkommen stromlos.

§. 18. Nervenstrom.

Nerven-
strom.

Zwischen zwei Längsschnitten des Nerven findet ein Strom statt, wenn die beiden Punkte ungleich weit von dem Aequator des angewendeten Nervenstücks liegen. Ebenso ist auch nur eine schwache Wirkung vorhanden, wenn die beiden Querschnitte angelegt werden. Der stärkere Strom gibt sich zu erkennen zwischen Längs- und Querschnitt und hat wie im Muskel durch den Multiplicatordraht eine Richtung von dem Längs- zu dem Querschnitt. — Der Nervenstrom steht aber hinter dem Muskelstrom an Stärke weit zurück.

§. 3. Froschhautstrom.

Bei einem zu einem Röllchen zusammengewickelten Hautstück eines Frosches, bei welchem die äussere Hautfläche nach Aussen liegt, zeigen sich gleichfalls starke und schwache Ströme. Die schwachen Ströme entstehen von zwei Punkten der äussern Oberfläche oder von zwei Punkten des Querschnitts. Sie nehmen in dem Masse zu, je näher der eine Punkt der äussern Oberfläche dem Querschnitte liegt. Starke Ströme zeigen sich, wenn die äussere Oberfläche und der Querschnitt mit dem Multiplicator verbunden werden. Die Richtung derselben ist umgekehrt wie die des Muskels und Nerven, nämlich im Multiplicatordraht vom Querschnitt zur äussern Oberfläche. (Budge.) Dubois hat nachgewiesen, dass an der Froschhaut eine elektromotorische Kraft, die von aussen nach innen gerichtet ist, besteht. — Auch an der Magenschleimhaut sind Ströme vorhanden, welche indessen von innen nach aussen gehen.

Viertes Kapitel.

Wärme.

§. 20. Allgemeines.

Nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen bewahren die Körpertheile ihre chemischen, physikalischen und organischen Eigenschaften. Werden sie höhern oder tiefern Graden bleibend ausgesetzt, so verlieren sie rasch die Fähigkeit zu functioniren. — Indess sind im Organismus Vorrichtungen vorhanden, um die Constanz in einer bestimmten Breite zu erhalten.

Bei allen warmblütigen Thieren bleibt die Körperwärme nahezu auf derselben Höhe und ist nur innerhalb geringerer Grenzen Schwankungen unterworfen. Sie beträgt bei dem Menschen in der Mundhöhle, Achselhöhle,

Grad der
Eigenwärme.

Kniekehle und allen Theilen, welche nicht, wie die äussere Haut, einer beständigen Abkühlung unterworfen sind, $35-37,5^{\circ}\text{C}$., $28-30^{\circ}\text{R}$., $95-99,5^{\circ}\text{F}$. Die Wärme der umgebenden Luft hat einigen, aber nur geringen Einfluss. Im Sommer ist die Eigenwärme etwas höher als im Winter. In heissen Klimaten zeigt sich bei einem und demselben Menschen die Temperatur etwa um $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$. höher als in warmen. Bei einer künstlichen Erwärmung der Luft von $99,44^{\circ}\text{C}$. können kurze Zeit Menschen aushalten. (Blagden.) Thiere sterben nach einigen Stunden, wenn sie einer Temperatur von einigen und 40°C . ausgesetzt (Obernier, Ackermann), ebenso, wenn sie bis 18°C . abgekühlt werden (Bernard, Walther). Bei Thieren, welche in der Nähe der Pole leben, z. B. dem Polarfuchse, war die Körpertemperatur $+40^{\circ}\text{C}$., die Lufttemperatur -25 bis 30°C . Bei Kaninchen stieg in einer Temperatur von $50-90^{\circ}\text{C}$. die Temperatur nur um einige Grade. (Delaroché und Berger.)

§. 21. Bestimmung der Temperatur des Körpers.

Gefühl. Thermometer. Thermomultiplicator. Der Wärmegrad kann durch die Gefühlsnerven, jedoch nur wenig genau bestimmt werden. Durch Thermometer und Thermomultiplicator lässt sich die Temperatur in Zahlen ausdrücken. Letzterer dient nur als ein Mittel, um zwei verschieden temperirte Körperstellen mit einander zu vergleichen. Wenn zwei Metallstäbe, von denen jeder aus zwei zusammengelötheten Metallen besteht, durch einen Schliessungsbogen verbunden sind und die eine Löthstelle mehr erwärmt wird, als die andere, so entsteht von dem höher temperirten zu dem niedriger temperirten Metalle ein Strom, welchen die Magnetonadel eines Thermomultiplicators anzeigt, welcher in die Kette eingeschaltet wird. Um an einem thierischen Theile Versuche der Art anzustellen, lässt man zwei Nadeln anfertigen, von denen eine jede

aus Eisen und Kupfer oder besser aus Eisen und Neusilber besteht, und verbindet dieselben mit dem Multiplicator. Wird die Löthstelle der einen Nadel nur mit den Fingern berührt, so weicht die Magnetonadel ab. Sticht man eine Nadel in einen Körpertheil und die andere in einen zweiten, so entsteht eine Abweichung, wenn die Löthstelle der einen Nadel mehr als die der andern infolge der etwa vorhandenen verschiedenen Temperatur erwärmt wird. So kann man z. B. auch ermitteln, ob vielleicht ein Muskel im Momente der Bewegung einen höhern Wärmegrad erreicht, als er während der Ruhe zeigte.

§. 22. Entstehung der Körperwärme.

Wärme ist Aetherbewegung. Nach dem Gesetze der Constanz der Kraft entsteht sie durch Widerstände einer bewegenden Kraft, und da mit jeder Bewegung auch Widerstände verbunden sind, bei jeder Bewegung im Verhältnisse zur Grösse der Widerstände. Bei Muskelbewegungen durch directe Reizung der Muskeln (Bequerel) oder der Nerven (Helmholtz), bei Drüsenarbeit, z. B. Speichelsecretion (Ludwig), während der Verdauung, erhöht sich die Temperatur. Die wesentlichste Quelle der Körperwärme bildet die Verbindung von O mit C und H, und es scheinen hauptsächlich die stickstofflosen Nahrungsbestandtheile, welche im Körper verbrannt werden und ihren C und H zur Verbindung mit dem O hergeben, dazu verwendet zu werden; die Körperwärme entsteht also wesentlich dadurch, dass Eiweiss, Kohlehydrate und Fett verbrannt werden. Die Verbrennung des Eiweisses ist indessen nicht vollständig, weil die Excreta der Nieren und des Darms noch brennbare Stoffe enthalten, z. B. Harnstoff. Durch Versuche an Thieren hat man festzustellen gesucht, ob durch die Verbrennung des durch die Nahrung in den Körper gebrachten H und C und des eingeathmeten O so viel Wärme erzeugt wird, um eine

Wärmebildung durch CO_2 u. H_2O .

beständige Temperatur von 37° C. zu erhalten. Auf diesem Wege wurde gefunden, dass wenigstens 90—92% der Körperwärme durch diese Verbrennung zu Stande kommen. Auch bei den Spaltungsprocessen der Albuminate und Kohlehydrate wird Wärme frei.

Die Verschiedenheiten, welche man besonders im Blute der einzelnen Gefässe beobachtet hat, rühren theils davon her, dass die Gefässe mehr oder weniger oberflächlich liegen und daher ihr Inhalt leichter abgekühlt werden kann, theils davon, dass das Blut durch Organe strömt, in welchen die Assimilation lebhafter vor sich geht. Das Blut der vena portarum und der vena hepatica ist wärmer, als das Blut der aorta, weil in dem Darne und in der Leber mehr chemische Verbindungen erfolgen. Das Blut der vena cava inferior ist wärmer, als das der vena cava superior, die Muskeln mit ihrem grössern Stoffwechsel wärmer, als das Bindegewebe. Das Blut des rechten Herzens ist nach v. Liebig und Bernard wärmer, als das des linken, was man von der Abkühlung durch die Lungenluft herleitet. Die Körpertemperatur nimmt etwas ab durch Entbehrung von Nahrung, durch Mangel an O, also durch seltenes Athemholen, in der Ruhe, im Schlafe. Beim Aufenthalt im kalten Bade hat man ein Sinken der Wärme beobachtet (Virchow), jedoch kann auch so viel producirt werden, dass der Verlust unmerklich ist (Liebermeister).

§. 23. Fortleitung der Wärme.

Wärmeleitung durch das Blut.

Die wesentliche Ursprungsstelle der Wärme ist überall da, wo C und O zusammenkommen, im Blute und in der Umgebung der Gefässe. Das Blut leitet die Wärme an alle Körpertheile. Es hängt daher die Wärme eines Körpertheils sehr davon ab, ob eine grössere Blutmenge in demselben enthalten ist, also auch von der grössern oder geringern Weite der Gefässe. Verengerung der Arterien bringt Abkühlung,

Erweiterung derselben Wärmevermehrung hervor. Reizung der Arterien oder der Gefässnerven verengt die Arterien und Lähmung der Gefässnerven erweitert sie.

Hieraus folgt, dass man locale Erwärmung nicht mit einer Zunahme der Wärmemenge im Körper verwechseln darf. Es kann z. B. die ganze Haut eine höhere Temperatur zeigen, ohne dass mehr Wärme erzeugt worden ist, wenn ein grösseres Blutquantum auf der Hautfläche enthalten ist. — Nach Jacobson und Landré nimmt die Temperatur in den Körperhöhlen ab, wenn in Folge von Durchschneidung von Gefässnerven die äussere Wärme sich erhöht.

Lokale Erweiterung der Gefässe und daher Blutanhäufung wird veranlasst, wenn man den n. sympathicus, welcher in dem Rückenmarke seinen Ursprung hat, von diesem trennt d. h. durchschneidet; ebenso wenn man das Halsmark zerquetscht (Tschetschichin u. A.). Ueberhaupt erhöht Durchschneidung des Rückenmarks die Wärme der darunter liegenden Theile, aber nur für eine gewisse Zeit. Später tritt wegen der Abnahme jeder Muskelthätigkeit die grade entgegengesetzte Erscheinung ein, nämlich Verminderung der Temperatur.

§. 24. Wärmeverlust und Wärmeersatz.

Da die Körpertemperatur im normalen Zustande unverändert bleibt, so muss stets ebenso viel Wärme erzeugt werden, als verloren geht. Damit das Gleichgewicht zwischen Verbrauch und Neubildung erhalten werde, also eine Wärmeregulirung Statt finde, ist es erforderlich, dass bei Wärmeverlust Wärme producirt, und bei Steigerung derselben eine Verminderung bewirkt werde.

Der Körper verliert Wärme 1) indem den Oberflächen der Haut, der Lungen und des Magens die äussere kältere Luft und bei letzterem auch die kältern Nahrungsmittel Wärme entziehen; 2) durch die Verdunstung auf Haut

und Lungen; 3) durch Abgabe der erwärmten Excrete (Speichel, Urin, Excremente; 4) durch mechanische Arbeit.

Von dem ganzen auf diesem Wege entstandenen Wärmeverluste kommen nach Helmholtz auf die Haut 77,5%, auf die Lunge 19,9%, auf den Magen 2,6%. Die durch mechanische Arbeit verbrauchte Wärme schätzt Ludwig auf 7%.

Zum Ersatz der verlorenen Wärme dienen wesentlich Muskelbewegungen und dadurch gesteigerte Zufuhr von O.

Zur Wahrnehmung der bestimmten Eigenwärme des Körpers sind die Gefühlsnerven in hohem Grade geeignet und namentlich die der Haut und der Lungen. Abnahme der Temperatur hat einen Einfluss durch Vermittelung dieser Nerven auf das verlängerte Mark und dadurch auf die Respiration. Die vermehrte Einnahme des O hat eine vermehrte Wärmeerzeugung zur Folge. In dem verlängerten Marke liegt das Centralorgan für das Gefühl und für die Respiration. Steigt die äussere Temperatur, so dehnen sich die Haut und deren Gefässe aus. Es dringt eine grössere Menge von Flüssigkeit durch dieselbe. Die Verdunstung wird vermehrt und dadurch nimmt die Wärme ab. Es empfängt die Haut eine grössere Menge Blut, welches von andern Theilen abgeleitet wird. — Wird der Körper in eine kältere Temperatur längere Zeit gebracht, so macht er zuerst stärkere Muskelbewegungen, Respiration und Herzschlag vermehren sich, — bald aber leidet die Nerventhätigkeit, die Reizbarkeit wird erhöht. — Um den normalen Zustand wiederherzustellen, hat man eine lange fortgesetzte künstliche Respiration angewandt. (Walther.)

§. 25. Wärmemenge.

Wärmeein-
heit, Calorie.

Wenn man 1 Grm. Wasser um 1° C. erwärmen will, so braucht man von verschiedenen Substanzen

eine verschiedene Menge von Wärme; so z. B. gibt 1 Grm. Wasser von 0° und 1 Grm. Quecksilber von 15° eine Mischung von $1/2^{\circ}$ C. — Wenn 1 Grm. C mit 2,666 O zu CO_2 , oder 1 Grm. H mit 8 O zu Wasser verbrennt, so entsteht dabei so viel Wärme, dass dadurch im ersten Falle 8080 Grm., im zweiten 34462 Grm. Wasser um 1° C wärmer werden können. Man nennt nun diejenige Wärmemenge, welche nöthig ist, um die Temperatur der Gewichtseinheit Wasser um 1° C. zu erhöhen, Wärmeeinheit oder Calorie. Sie ist für C = 8080, für H = 34462.

Wenn von einem Menschen 200 Grm. C durch die Expiration in Form von CO_2 entleert, also verbrannt worden sind, so wurde dadurch so viel Wärme erzeugt, als hinreicht, um $200 \times 8080 = 1616000$ Grm. Wasser von 0° auf 1° C. zu erwärmen. — Man kann sonach aus der durch Oxydation im Körper gewonnenen Quantität CO_2 und H_2O die Wärmeeinheiten berechnen, welche der Körper verausgabt. Dies ist früher von Helmholtz, neuerdings von J. Ranke geschehen, wonach sich ergibt, dass täglich von einem gesunden Menschen ungefähr 2200000 Wärmeeinheiten verausgabt werden, mehr bei stickstoffhaltiger als stickstofffreier Kost. Mit dieser Wärmemenge kann die Temperatur von 22 Kilogr. Wasser von 0° auf 100° C. steigen.

Fünftes Kapitel.

Absonderung. Secretion.

§. 26. Allgemeines.

Unter Absonderung im engeren Sinne versteht man denjenigen Process, durch welchen unter Vermittlung von Zellen Flüssigkeiten oder diese Zellen selbst aus Organen sich abtrennen. Solche Organe heissen Absonderungsorgane und, wenn sie einen complicirteren Bau haben, Drüsen. Alle Absonderungsorgane, also

Erforder-
nisse zur
Absonde-
rung.

auch alle Drüsen, haben zwei wesentliche Bestandtheile: eine Grundmembran (basement membrane) und Secretions- (resp. Drüsen-) Zellen. Zur Ausführung ihrer Function gehören aber auch nothwendig Blut und Nerven, ferner Lymphgefässe und mitunter Muskelfasern.

Die Absonderungszellen, resp. das Drüsenepithel, haben sehr geringe Intercellularsubstanz, sind nicht zu Fasern verlängert, nur ausnahmsweise mit Anhängen versehen und gewöhnlich reichlich von Nerven und besonders Gefässen umgeben.

Sie sind wahrscheinlich specifisch in den einzelnen Absonderungsorganen; indess ist hierüber noch Vieles dunkel.

Die Absonderungen lassen sich in zwei, jedoch keineswegs streng zu scheidende Klassen bringen, nämlich 1) solche, welche vorwaltend aus Zellen, und 2) solche, welche vorwaltend aus Bestandtheilen des Blutes und deren Derivaten bestehen. — Sehr häufig sind beide Produkte mit einander vermischt.

Aus Zellen
bestehende
Secrete.

Ad 1) Die als Secret sich abstossenden Zellen können sich a) auf flächenhaften Ausbreitungen, Membranen, bilden, die oberste Schicht stösst sich ab und es folgt immer neuer Nachwuchs aus der Tiefe. Es sind dies die Oberhäute, epidermis auf der äussern Haut, Epithel auf Schleimhäuten und Endothel auf serösen Häuten. Die Oberhäute sah man früher als aus der cutis oder den Schleimhäuten etc. hervorgehend an. Sie regeneriren sich aber nicht in dieser selbst, sondern haben ihre matrix auf derselben in einer Schicht, welche man aus der Entwicklungsgeschichte kennen gelernt hat.

Oberhäute.

Die Oberhäute sind theils vorwaltend Schutzmittel für die unterliegenden nervenreichen Gebilde, theils sondern sie Flüssigkeit ab und gehören insoweit in unsere zweite Klasse. — Die Abschlüpfung ist sehr verschieden nach ihren Lagerstätten und nach Individualitäten. In dem Darmkanale von der Zunge bis zum After ist sie reichlich, viel weniger in den drüsigen

Anhängen, sowie auch in Urogenitalkanale, in den Gelenken. Die epidermis schilfert sich leicht am Kopf, in den Ohren, (wo sie den überwiegend grössten Theil des Ohrenschalzes ausmacht), an den Füssen, besonders bei manchen Individualitäten, ab. — Sehr gering ist sie an serösen Häuten.

b) Zellen entleeren sich von compacten Organen, den sogenannten conglobirten Drüsen, Milz, Lymphdrüsen etc. — Auch die periodische Entleerung der Keimzelle (ovulum) aus dem Eierstock gehört hierher.

Ad 2) Insofern die Zellen die Absonderung einer Flüssigkeit vermitteln, finden sich dabei die mannichfaltigsten Abstufungen, welche sich namentlich durch das verschiedene Verhalten gegen die Albuminate des Blutes auszeichnen.

a) Manche lassen nur äusserst geringe Mengen von Albuminaten durchdringen und die secernirte Flüssigkeit ist wesentlich Wasser, in welchem die Blutsalze (nahezu in demselben Verhältnisse wie in der Blutflüssigkeit 0,8—0,9 $\frac{0}{0}$), gelöst sind. Dahin gehören:

In 1000 Theilen:				
	Wasser	Albuminate	Salze	
Cerobrospinalflüssigkeit	987,49	1,62	10,52 (mit Extractivstoffen)	Mit wenig Eiweiss
			(Hoppe)	
Amnioswasser	991,4	0,82	7,10	(Scherer)
Humor aqueus	986,87	1,22	7,69	(Lohmeyer)
Thränen	982,0	5,0	13,2	(Lerch).

b) An sie schliessen sich solche Epithelien, welche schon eine grössere Menge Albuminate durchlassen, die sogenannten Transsudate in den meisten geschlossenen Höhlen.

In 1000 Theilen:

	Wasser	Albuminate	Salze	
Pericardialflüssigkeit	955,13	25,49	7,10	(Gorup-Besanez)
Hydrops pleurae	936	53,4	7,4	(C. Schmidt)
Hydrocele	934	51,7	9,2	(W. Müller).

Ueber das Verhalten der Epithelien in der Harnabsonderung s. u. §. 27 und Hautabsonderung §. 29.

Schleimige. c) Mucin bereitende Epithelien auf den Schleimhäuten, vgl. Abschn. 4, S. 141. Die Zellen der conjunctiva oculi machen einen Uebergang von a) und b) zu c) in physiologischer Beziehung. Anatomisch sind sie hierher zu zählen.

Leberproducte. d) Zellen, welche Gallensäure und Glycogen abspalten in der Leber.

Specifische. e) Fermente bildende Zellen in den Speicheldrüsen, dem Magen, dem Darm.

Fettige. f) Zellen, in welchen Eiweiss zur Fettumwandlung vernutzt wird, vorzüglich in den Milchdrüsen (s. o. S. 138), den glandulae Meibomianae, sebaceae, ceruminosae.

g) Endlich sind die Fettzellen noch aufzuführen, über deren physiologische Stellung sich noch nicht etwas Bestimmtes aussagen lässt.

Secrete. Man nennt nach altem Herkommen Secret eine Absonderung, welche noch zu andern Erhaltungszwecken

Excrete. vernutzt wird, z. B. Speichel, Samen; Excret eine für den Körper nicht mehr zu verwendende, z. B. Urin.

§. 27. Harnabsonderung.

Harnstoff im Blute. Die wichtigste Substanz im Harn des Menschen und der fleischfressenden Säugethiere ist der Harnstoff. Man findet denselben in sehr geringer Menge im ge-

sunden Blute; beträchtlich vermehrt sich jedoch derselbe, wenn bei Thieren beide Nieren extirpirt worden

Fig. 24.



Feiner Schnitt durch eine Hammelniere, bei welcher von der a. renalis aus die Injection mit Leim und Karmin sehr gelungen war. Ein Arterienast geht mitten durch, davon zweigen sich ab *b* die vasa afferentia; *c* vasa efferentia; *d* glomerulus; *e* Kapsel; *f* gewundene Harnkanälchen; *g* Capillarnetz. 67 mal vergrößert.

sind, oder wenn dieselben durch Krankheit zerstört wurden. Daraus muss man schliessen, dass der Harn-

Bau der
Niere.

stoff bereits im Blute gebildet ist und stets durch die Nieren nur entleert wird. (Prevost und Dumas *). Der Bau der Niere eignet sich mehr als der irgend einer andern Drüse im Körper zum Durchtritt für Flüssigkeiten aus dem Blute. In der Rindensubstanz der Nieren liegen sehr zahlreiche gewundene, $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{20}$ Mm. breite Kanälchen (tubuli uriniferi contorti, Fig. 24 *f*), welche an ihrer Innenfläche mit Zellen ausgekleidet sind. Der Anfang derselben wird durch eine Anschwellung *e* (die Kapsel) gebildet, sodass von jeder Kapsel ein Nierenkanälchen ausgeht. Jede Kapsel ist durchbrochen von einem eintretenden und einem austretenden Gefäßstämmchen *b* und *c*. Das vas afferens ist ein Zweig eines Arterienastes, und das vas efferens geht in Capillargefäße über. Zwischen dem zu- und abführenden Gefäße liegt ein rundes Knäuel *d* vielfach mit einander verbundener Zweige; man nennt dieses Knäuel glomerulus. Es ist umhüllt von der Kapsel des Harnkanälchens; Kapsel und glomerulus haben den Namen corpus Malpighianum. Die zahlreichen Malpighischen Körperchen erscheinen dem blossen Auge als rothe Punkte in der Rindensubstanz der Niere. In der Marksubstanz verlaufen die Kanälchen gerade (tubuli uriniferi recti) und öfters treten zwei zusammen, um sich zu einem zu verbinden. — Nachdem ein gewundenes Nierenkanälchen ein Stück gegen die Marksubstanz hin verlaufen ist, wendet es in einer Schleife um (Entdeckung von Henle), s. 25 *e*, und begibt sich nach mehreren Biegungen in eine sogenannte Sammelröhre *f*, in welche von verschiedenen Seiten her die gewundenen Harnkanälchen münden. Mit einer solchen Sammelröhre vereinigen sich andere und alle endigen in den papillae.

Glomeruli,
Malpighi-
sche Kör-
perchen.

*) In neuerer Zeit ist die Ansicht aufgestellt worden, dass ein Theil des Harnstoffs in den Nieren sich bildet (Oppler, Zalesky), weil nach Exstirpation der Nieren die Menge von Harnstoff, welche im Blute sich dann vorfindet, doch im Ganzen gegen die normale Menge unbedeutend ist.

Hinsichtlich der genauern Angabe der Verbreitung der Harnkanäle und der Gefäße der Nieren sind die Handbücher über die Histologie und Anatomie zu vergleichen.

Der Blutdruck innerhalb der Malpighi'schen Körperchen ist wegen Zunahme des Querschnitts bedeutend vermehrt, die Stromgeschwindigkeit vermindert, daher kann der Durchtritt von Blutflüssigkeit beträchtlich sein. Die austretende Flüssigkeit wird sofort in den Kapseln gesammelt. Es ist bemerkenswerth, dass unter normalen Verhältnissen trotz des beträchtlichen Druckes doch kein Eiweiss im Urin sich vorfindet. Ob die Ursache darin liegt, dass die Gefäßwandungen den Durchtritt nicht gestatten, oder dass die Zellen das Eiweiss in sich aufnehmen, ist unermittelt.

Fig. 25.



Druck u.
Geschwin-
keit de
Nierenblu

Schematische Darstel-
lung der Harnkanälchen.
d glomeruli. e Schleifen.
f Sammelröhren.

§. 28. Eigenschaften und Bestandtheile des Urins.

Der gesunde Urin reagirt (wesentlich durch seinen Gehalt an sauren, phosphorsauren Salzen, v. Liebig) sauer, ist je nach der Menge von Wasser und Farbstoffen mehr oder weniger gelb gefärbt, hat meistens ein specifisches Gewicht von 1,05—1,03. Der eigenthümlich aromatische Geruch rührt vielleicht von Phenylsäure her, neben welcher im Kuhharn auch Tauryl-, Damalur- und Damolsäure gefunden worden sind. (Staedeler). Durch den Genuss essigsaurer, weinsaurer Salze, auch durch kaustische und kohlen-saure Alkalien wird die Reaction des Urins alkalisch, so z. B. schon nach einer guten halben Stunde, wenn man eine Lösung von 7—8 Grm. Kali tartaricum in 120 Wasser einnimmt.

Eigensch.
ten des
Urins.

Bleibt frischer Harn an der Luft stehen, so wird er wolkig (Epithel, Schleimkörperchen, körnige zerfallene Masse) und alsbald tritt die sogenannte saure Gährung ein, indem wahrscheinlich durch Einwirkung des Blasenschleims unter Bildung von Gährungspilzen der Harnfarbstoff in Milchsäure zerfällt, welche die harnsauren Salze zerlegt. Im Sedimente erscheinen die rhombischen Krystalle von Harnsäure und Octaëder von oxalsaurem Calcium. — Der sauren Gährung folgt früher oder später die alkalische, gleichfalls mit Pilzbildung (*torula*) verbunden. Der Harnstoff zersetzt sich in kohlen-saures Ammoniak.

Bestand-
theile des
Urins.

Der Urin enthält ungefähr 93 $\frac{0}{100}$ Wasser und 7 $\frac{0}{100}$ feste Substanzen. Die festen Substanzen sind Harnstoff, Harnsäure, Spuren von Hippursäure, Kreatin, Xanthin, ein gelber Farbstoff und Indican; von stickstofflosen Substanzen: kleine Mengen von Traubenzucker und Milchsäure; ferner Chlornatrium, Chlorkalium, schwefelsaure Salze, saures phosphorsaures Natrium, phosphorsaure Kalk- und Talkerde; sehr geringe Mengen von Eisenoxyd und Kieselerde; nach Schönbein auch salpetersaure Salze und Wasserstoffhyperoxyd; endlich von Gasen: O, N und CO₂.

Harnstoff.

Er ist leicht löslich in Alkohol und Wasser, krystallisirt in farblosen Nadeln, entsteht künstlich durch eine Verbindung von Cyansäure und Ammoniak, sowie auch bei Zersetzung der Harnsäure durch Salpetersäure.

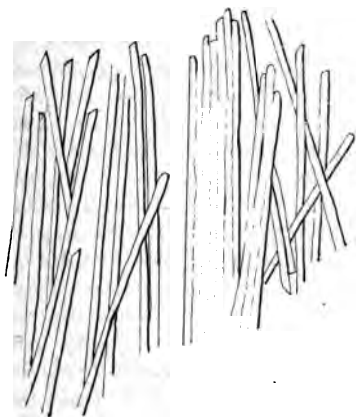
Bereitung.

Man bereitet ihn aus dem Urine, indem man diesen bis zur Syrupsdicke verdunstet und gleichviel Wasser und Salpetersäure hinzufügt. Die entstehenden Krystalle des salpetersauren Harnstoffs werden im Wasser aufgelöst, aus der Lösung der Salpetersäure durch kohlen-saures Baryum gefällt und das Filtrat zum Krystallisiren des Harnstoffs hingestellt.

Bei gewöhnlicher Kost enthält der Urin eines Erwachsenen, welcher innerhalb eines Tages gelassen wird, 30—40 Grm. Harnstoff. Um diesen quantitativ zu be-

stimmen, muss der gesammte Urin eines Tages zusammen gegossen, und ein Theil desselben zur Untersuchung genommen werden. Man bedient sich dazu einer genau titrirten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, welche in Apotheken und chemischen Fabriken vorrätzig zu sein pflegt. — Das salpetersaure Quecksilberoxyd verbindet sich mit Harnstoff zu einem unlöslichen Tripelsalz. Wenn man nämlich zu einer verdünnten Lösung

Fig. 26.



Krystalle von Harnstoff.

von Harnstoff eine verdünnte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd setzt und von Zeit zu Zeit die freie Säure mit kohlensaurem Natrium neutralisirt, so fällt solange ein weisser unlöslicher Niederschlag zu Boden, als noch in der Flüssigkeit Harnstoff enthalten ist.

Die Affinität zwischen Harnstoff und salpetersaurem Quecksilberoxyd ist grösser, als die zwischen Salpetersäure und Natrium. Deshalb verbindet sich die Salpetersäure des Quecksilberoxyds nicht mit Natrium, solange

freier Harnstoff noch in der Lösung sich befindet. Sobald aber die letzte Spur desselben verschwunden ist, tritt die Salpetersäure an das Natrium und das Quecksilberoxyd (rother Präcipitat) wird als rothgelbes Pulver ausgeschieden.

Die Lösung des salpetersauren Quecksilberoxyds ist so titirt, dass man zu 0,1 Grm. Harnstoff genau 10 C. C. der Lösung gebraucht, oder 1 C. C. Lösung entspricht 10 Miligramm Ur.

Bei der Ausführung der Untersuchung verfährt man in folgender Weise. Von dem zusammengegossenen Urine eines vollen Tages nehme man eine bestimmte Menge z. B. 40 C. C., setze 20 C. C. Barylösung (1 Vol. salpetersaures Baryum 2 Vol. Aetzbarytwasser) zu, um die Phosphorsäure und Schwefelsäure zu entfernen, filtrire sodann und messe 15 C. C. der Flüssigkeit ab. (Diese enthält genau 10 C. C. Harn). Man lässt nun aus einer Pipette, welche mit der titirten Lösung des salpetersauren Quecksilberoxyd bis 0 gefüllt ist, diese in das Glas einfließen, welches den Harn enthält. Es entsteht dadurch eine stark weisse Trübung, welche allmählich abnimmt. Wenn dieses Moment eingetreten ist, so lasse man mit einem Glasstab einige Tropfen der getrühten Flüssigkeit auf eine Porzellanschale fallen und bringe einen Tropfen einer Lösung von kohlen-saurem Natrium dazu. Ist der Harnstoff sämmtlich in Verbindung mit dem salpetersauren Quecksilberoxyd, so entsteht nach einigen Sekunden eine braungelbe Färbung. Ist dies nicht der Fall, so muss soviel der titirten Lösung tropfenweise hinzugefügt werden, bis diese Veränderung eintritt. Angenommen, es sei der Stand der Flüssigkeit in der Pipette von 0 bis auf 40 C. C. gesunken, so bedeutet der Verbrauch von 40 C. C. salpetersaures Quecksilberoxyds die Anwesenheit von 40 · 10 Mgrm. Harnstoff = 40 Ctgrm. Wenn die gesammte während des Tages gelassene Urinmenge 1 Liter betrug, so waren darin 40 Grm. enthalten.

Da auch ein an Harnstoff armer Urin selten unter 2,5% enthält, so wird man in der Regel aus der Pipette von vorn herein 25 CG ausfliessen lassen, ehe man eine Probeanstellt.

Der Harnstoff ist unter den Endgliedern, welche aus der Zersetzung der durch die Nahrung in den Körper gelangenden stickstoffhaltigen Körper, namentlich der Albuminate entstehen, das bei weitem wichtigste und wesentlichste.

Harnstoff, das wichtigste Stickstoffentleerungsmittel.

Die Menge des durch den Urin ausgeleerten Harnstoffs hängt mit der Quantität der genossenen stickstoffhaltigen Nahrung zusammen. Während z. B. bei reiner Fleischnahrung in 24 Stunden 53 Grm. Harnstoff entleert wurden, betrug die Menge desselben bei gemischter Kost 32 Grm., bei vegetabilischer 22, bei stickstofffreier 15 Grm. Wenn gar keine Nahrung dem Körper geboten wird, so hört doch die Harnstoffsecretion nicht auf, sondern nimmt nur bedeutend ab. (Lassaigne.) — Die stickstoffhaltigen Körpersubstanzen selbst bilden die Quelle der Absonderung. Vermehrter Zusatz von Kochsalz zur Nahrung steigert die Menge des Harnstoffs, also auch den Umsatz des Stickstoffs.

Harnstoffmenge.

Bei Kindern kommen ungefähr 0,81 Grm., bei Erwachsenen nur 0,42 auf 1 Kilogramm Körpergewicht. In der Nacht wird beinahe um $\frac{1}{3}$ weniger Harnstoff entleert, als bei Tage. Wenn stickstoffhaltige Substanzen allein genommen werden, so wird mehr Harnstoff entleert, als wenn mit derselben Menge stickstoffhaltiger Nahrungsmittel zugleich Zucker oder Fett eingeführt wird. Im erstern Falle müssen die stickstoffhaltigen Substanzen auch dazu verwendet werden, um CO_2 zu bilden, es findet daher eine stärkere Zersetzung Statt, als wenn zugleich stickstofflose Stoffe gegeben werden, aus welchen die Bildung von CO_2 leicht von Statten geht. Muskelanstrengung wirkt nicht direct auf Zunahme des Harnstoffs. Wenn der Urin länger in der

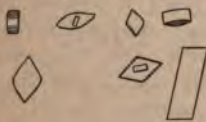
Blase bleibt, wird die Harnstoffmenge durch Zersetzung vermindert.

Wahrscheinlich bildet sich der Harnstoff nicht allein aus schon geformten Gewebstheilen, sondern sogar zum grössern Theile aus der Tränkungsflüssigkeit. Dies geht daraus hervor, dass schon wenige Stunden nach dem Genusse stickstoffhaltiger Substanzen der Harnstoff ansehnlich vermehrt ist, während andere Erfahrungen darauf hinweisen, dass die Regeneration der Körpertheile nur langsam erfolgt. In verschiedenen Tageszeiten ändert sich die Harnstoffabsonderung, gleichviel ob Nahrung genommen wird oder nicht. Im Allgemeinen steigt sie vom Morgen bis zu den Nachmittagsstunden und fällt dann wieder.

Harnsäure.

Harnsäure erhält man durch Eintröpfeln von Salzsäure in den Urin, wodurch dieselbe zu Boden fällt. Sie braucht 10000 Theile kaltes und 1800 heisses Wasser zur Lösung. Die Löslichkeit wird hingegen durch phosphorsaures Natrium beträchtlich vermehrt. Dieses Salz befindet sich beständig im Urin. Im Mittel wird in 24 Stunden von einem Erwachsenen 0,5—1,18 Grm. Harnsäure bei gewöhnlicher Kost entleert. Die Menge steigt bei animalischer und nimmt bei vegetabilischer Kost ab.

Fig. 27.



Krystalle von Harnsäure.

Die Harnsäure krystallisirt in rhombischen Prismen und rechteckigen Tafeln. Wo sie im Urin krystallisirt gefunden wird, erscheint sie theils in Rhomben, theils in Form von Tönnchen, und zwar gelb gefärbt von dem Farbstoff des Urins. Ein solcher Bodensatz löst sich durch warme Natronlauge vollständig.

Harnsaure
Sedimente.

Häufig bilden die harnsauren Salze einen Bodensatz im Urin, besonders nach Indigestionen, nach Anstrengungen, im Fieber. Derselbe hat meistens eine gelbliche

oder bräunliche Färbung, wird durch warmes Wasser gelöst, erscheint unter dem Mikroskope amorph, und besteht aus harnsaurem Natrium. Harnsäure und harnsaure Salze lassen sich leicht erkennen, wenn man ein solches Pulver in einer Porzellanschale mit einigen Tropfen Salpetersäure langsam verdunstet und einen Zusatz von einer geringen Menge Ammoniak macht. Es entsteht dadurch ein purpurrother Fleck, Murexid (saures purpursaures Ammonium); durch Kali wird dasselbe blau.

Hippursäure (Benzoilglycocoll s. Anh.) ist meistens im Urine Erwachsener in geringer Menge, mehr bei Kindern vorhanden. Man erhält sie, wenn man den Rückstand des verdunsteten Urins mit Barytpulver reibt und das alkoholische Extract mit überschüssiger Oxalsäure vermischt und eindampft. Daraus entzieht Aether, vermischt mit $\frac{1}{6}$ Weingeist, Oxalsäure und Hippursäure. Kocht man nun die verdunstete Lösung mit Kalkmilch, so fällt der oxalsaure Kalk nieder und aus der abfiltrirten Flüssigkeit erhält man durch Salzsäure die Hippursäure. Hippursäure.

Im normalen Harn kommt Traubenzucker gewöhnlich nur in geringer Menge vor. Man behandelt Urin mit Bleizucker und mit Bleiessig und fällt das Filtrat mit Ammoniak. In dem Niederschlag ist aller vorhandene Zucker enthalten. Viele noch unbekannte Verhältnisse veranlassen, dass manchmal die Zuckermenge im Urin verschwindend klein, manchmal deutlich nachweisbar ist. (Brücke.) Zucker.

Man unterscheidet einen rothen eisenhaltigen Farbstoff, der wahrscheinlich aus dem Blutroth abstammt, und einen braunen, der wahrscheinlich von dem Gallenfarbstoff herrührt. Wiederholt hat man im Urin einen indigobildenden Stoff (Indican) entdeckt, welcher durch Säuren in Zucker und Indigo zerlegt werden kann. Seine Abstammung ist unbekannt. Rother, brauner Farbstoff.

Chlor. Die Menge von Chlor im Urin nimmt je nach der Menge des Chlors in der Nahrung zu. Wenn alles Chlor möglichst entfernt wird, so zeigen sich dennoch im Urin Chlorverbindungen, das Chlornatrium verschwindet nur allmählig aus demselben. Im Allgemeinen richtet es sich unter gleichbleibenden Verhältnissen nach der Menge der Harnentleerung. Es macht ungefähr $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ $\frac{0}{10}$ des Urins aus. Man bestimmt das Chlor durch die titrirte salpetersaure Silberlösung.

Schwefelsäure. Die Schwefelsäure im Urin ist an Kalium und Natrium gebunden und beträgt ungefähr $\frac{1}{5}$ $\frac{0}{10}$.

Phosphorsaure Erden und Alkalien. Im Urin kommen phosphorsaure Erden und Alkalien, namentlich phosphorsaurer Kalk, phosphorsaures Magnesium, Kalium und Natrium vor. Die letztern wechseln ungefähr in dem Verhältniss wie der Harnstoff; sie sollen im Schlafe abnehmen, während die phosphorsaurer Erden zunehmen. (Böcker.) Durch Zusatz von Ammoniak zum Urin wird derselbe trübe, der gelöste phosphorsaure Kalk wird basisch und dadurch unlöslich; die phosphorsaure Magnesia verbindet sich mit Ammoniak zu dem unlöslichen Tripelsalz: phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, welches in Prismen krystallisirt.

Die Phosphorsäure, welche man in der Nahrung einnimmt, wird grösstentheils ($\frac{12}{13}$) durch den Harn entfernt. (E. Bischoff.) — Täglich werden ungefähr 2 Grm. Phosphorsäure durch Harn und Koth entleert. — Die Bestimmung geschieht am Besten durch Titrirung mit salpetersaurem Uranoxyd. (Neubauer.)

Harnmenge. Die Menge des Harns, welche täglich aus der Harnröhre entleert wird, ist im Mittel nach Angabe von Vogel:

bei gut genährten, reichlich trinkenden Personen 1400—1600 Ccm.

bei weniger Trinkenden 1200—1400 „

beträgt auf die Stunde 50—70, beziehungsweise 40 bis 60 Ccm. Auf 1 Kilo Körpergewicht entleert ein Erwachsener in der Stunde durchschnittlich 1 Ccm. Urin. —

Die grösste Menge wird Nachmittags nach der Hauptmahlzeit, die geringste in der Nacht entleert.

Den grössten Antheil an der Harnquantität hat das Wasser, welches hauptsächlich das Volumen bestimmt, während die festen Substanzen, welche aufgelöst sind, grossen Einfluss auf die Verschiedenheit des Gewichts haben. — Nach Vogel werden täglich von erwachsenen Männern im Mittel 55—65 Grm. fester Bestandtheile durch den Urin entleert.

Mag auch der Urin auf dem Wege durch die harnführenden Gänge von dem Anfange der tubuli uriniferi an bis zur äussern Harnröhrenmündung Veränderungen erfahren und Beimischungen erhalten, immerhin ist seine Menge abhängig von dem Zufusse des Blutes zu den glomeruli und den Kapseln und von dem Abflusse des Harns. Kann in einer gewissen Zeit eine grössere Menge von Flüssigkeit in die Anfänge der Harnkanäle gelangen und sind die Widerstände der Stromgeschwindigkeit in diesen und den folgenden Kanälen gering, so wird hienach auch die Urinmenge grösser ausfallen, als im umgekehrten Falle. Das Blut muss also wasserreich sein und der Abfluss des Wassers aus dem Blute muss geringern Widerstand in den Nieren, als an andern Körpertheilen finden. Das sind die beiden Grundlagen, nach denen die Vermehrung der Harnmenge beurtheilt werden muss, abgesehen von den ausführenden Kanälen.

Das Blut hat ein Bestreben, eine gleiche Mischung sich zu erhalten, — wenn wir auch die Mittel und Wege nicht kennen, durch welche dieses Ziel erreicht wird, so erweist sich doch die Thatsache durch alle Beobachtungen. Daher werden alle fremdartigen Bestandtheile zu eliminiren gesucht. Für Wasser und die in ihm gelösten Substanzen sind die Nieren die hauptsächlichsten Abzugsorte. — Durch Diffusion imprägnirt sich das Blut andrerseits mit allen löslichen Substanzen, welche in seiner Umgebung befindlich sind. Ist die Diffusionsgeschwindigkeit der die Blutgefässe

umgebenden Flüssigkeiten grösser, als diejenige der innerhalb der Blutgefässe vorhandenen Flüssigkeiten, so strömen erstere zum Blute. Wenn daher viel Wasser in den Magen gebracht wird, so dauert es nicht lange, dass das Blut wasserreicher wird und das Wasser wird rasch in die Nieren abgeführt. Sind umgekehrt in einem Organe Stoffe der Art vorhanden, dass die Diffusionsgeschwindigkeit aus den Blutgefässen nach der Umgebung hin die grössere ist, so wird momentan das Blut wasserärmer. Die Folge davon ist die Empfindung des Durstes, zugleich aber das Eindringen von Flüssigkeit aus andern Körpertheilen ins Blut. Wenn Salz in den Magen kommt, so fliesst so lange Flüssigkeit aus dem Blute zum Salze, bis dieses so verdünnt ist, dass seine Diffusionsgeschwindigkeit mit der dem Blute eigenen Salzmischung gleichkommt. Dann fliesst wieder Salzwasser aus dem Magen ins Blut. Mittlerweile war Durst eingetreten, weil das Blut Flüssigkeit abgeben musste; er ist von selbst geschwunden, nachdem das Salzwasser im Magen verdünnt genug war, ins Blut überzugehen, und nachdem das Blut sich aus andern Geweben mit mehr Wasser versehen hatte.

Bei der Honigharnruhr wird im Körper, wahrscheinlich in der Leber, abnormer Weise der schwer diffundirende Traubenzucker gebildet. Der Diffusionsstrom vom Blute gegen einen solchen Theil nimmt zu, bis die Zuckerlösung so verdünnt ist, dass sie in die Gefässe übergeht. Das mit Zucker überladene Blut sucht sich des abnormen Stoffes mittelst der Nieren zu entledigen. Durch beide Veranlassungen wird das Blut wasserarm, es entsteht Durst und von Aussen zugeführtes Wasser veranlasst Zunahme der Harnmenge.

Wassermangel im Blute kann auch entstehen, wenn die kleinern Blutgefässe mit Blutkörperchen vollgefüllt sind, wie es bei Entzündungen und Blutstockungen überhaupt der Fall ist. Dadurch wird der Druck auf

die Innenwand vermehrt, die erweiterten Poren lassen Flüssigkeit leichter durch. Man hat beobachtet, dass gewisse Verletzungen am verlängerten Marke die Harnsecretion vermehren. (Diabetes insipidus.) Es lässt sich diese Erscheinung darauf wahrscheinlich zurückführen, dass die Gefässnerven gelähmt werden, dadurch Erweiterungen der Gefäße, Anhäufung von Blutkörperchen, vermehrter Druck der Innenwand, vermehrter Austritt von Blutflüssigkeit, Wassermangel im Blute, vermehrter Durst entstehen.

Endlich muss noch erwähnt werden, dass von der Diffusionsströmung nach andern Körperorganen gleichfalls die Harnmenge bestimmt wird. Bei vermehrter Hautsecretion, Durchfällen, Wassersucht nimmt sofort die Quantität des ausgeleerten Urins ab.

§. 28a. Ausleerung des Urins.

Durch den fortwährenden Austritt von Flüssigkeit aus den Gefäßen der glomeruli in die Anfänge der Harnkanälchen wird der Urin auf dem mit vielen Windungen versehenen Wege bis zu den Papillen der Nierenpyramiden getrieben. Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Röhren, durch die er läuft, ohne Einfluss auf seine Zusammensetzung sind, — da die Wand derselben von verschiedenartigen Epithelien bekleidet ist. — Am Ende der Papillen, da wo diese von den Nierenkelchen umgeben werden, beginnt schon eine Muskelschicht, welche sich durch den ganzen nun folgenden Kanal (Nierenbecken, Harnleiter, Harnblase, Harnröhre) fortsetzt. Die Bewegung im Ureter schreitet wie in einer Welle vom Nieren- bis zum Blasenende weiter. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit derselben betrug nach Engelmann's Untersuchungen bei Kaninchen 20—30 Mm. in der Secunde. Es kommt eine angeborene Missbildung vor, die sog. *ectopia vesicae*. Die Vorderwand der Blase fehlt fast ganz und die hintere Fläche

steht wie eine rothe, unförmliche Geschwulst hervor. Man sieht an derselben die schlitzförmigen Oeffnungen der Ureteren. Aus denselben fliesst fast beständig oder nur mit wenigen Unterbrechungen tropfenweise der Urin aus, ab und zu auch in einem kleinen Strahle.

Harnblase.

Der Urin sammelt sich in der Harnblase an und wird von Zeit zu Zeit nach Aussen entleert. Wie gross die jedesmalige Menge ist, hängt von mannichfachen Umständen ab, wie von dem Volumen der Blase, der Reizbarkeit der Muskeln und Nerven, der Gewohnheit u. A. m. Sie schwankt bei Erwachsenen von 75—350 C. C.

Die Blasenmuskeln liegen in 3 Schichten aufeinander, von denen die tiefste die unvollständigste ist; es sind *fibrae longitudinales, circulares, obliquae*. Indessen beugen in der menschlichen Blase die Längsfasern um und nehmen eine circuläre Richtung an, und diese werden auch wieder zu Längsfasern. Die einzelnen Züge spalten sich in mehr oder weniger spitzen Winkeln von einander ab. Alles ist darauf angelegt, dass der Behälter wie zwischen einer zusammengeballten Hand gleichförmig zusammengedrückt werde. Man hat nicht mit Unrecht den Faserverlauf mit dem des Herzens verglichen. Die circulären Fasern liegen am dichtesten am ostium vesico-urethrale oder dem sogenannten Blasenhalss.

Wenn die Blase leer ist, liegen ihre Wände auf einander. Sie füllt sich von unten, weil die Mündungen der Ureteren sehr nahe ihrem untern Abschnitte liegen. Sobald ihre Füllung eine gewisse Ausdehnung erlangt hat, zieht sie sich gleichförmig zusammen und entleert ihren Inhalt in die Harnröhre. Die Muskelkraft ist so gross, dass die Flüssigkeit noch strahlenförmig aus der Oeffnung der Harnröhre, welche beim Manne im erschlafften Zustande ungefähr 16 Cm. lang ist, ausfliesst.

In Leichen findet sich sehr häufig Urin in nicht geringer Menge in der Blase. Auch kann man, wenn

sie leer ist, sie bis zu einem gewissen Grade mit Wasser füllen, ohne dass dasselbe sofort ausfließt. Der Druck des Wassers muss erst eine bestimmte Höhe erreicht haben, ehe dies geschieht. Die Ursache liegt wesentlich darin, dass der Anfang der Harnröhre sehr elastisch ist und die Wände dicht aneinander gehalten werden.

Man kann bekanntlich den Urinabfluss willkürlich zurückhalten. Dies geschieht nicht in der Blase selbst, sondern am Anfange der Harnröhre. Im männlichen Geschlechte ist es die den Drüsentheil der prostata umgebende aus quergestreiften und glatten Fasern bestehende Muskelmasse, sowie der um die pars membranacea gelegene *m. urethralis*; im weiblichen Geschlechte der *m. urethralis*. Diese Muskeln sind im Stande, den Kanal vollkommen zu schliessen, wenn sie sich willkürlich oder reflectorisch zusammenziehen.

Früherhin glaubte man, dass die Längsfasern der Blase, *detrusor* genannt, die Ausleerung des Urins bewirken, und die am ostium urethrale angehäuften Cirkelfasern, der sog. *sphincter vesicae*, die Zurückhaltung des Urins zu Stande bringen. Diese Annahme hat sich indess als unrichtig erwiesen.

§. 29. Hautabsonderung.

Auf der Haut werden vier Produkte secernirt:

- 1) Epidermis,
- 2) Hauttalg,
- 3) Schweiss,
- 4) Gase.

Die Haut besteht aus zwei dicht an einander liegenden und mit einander verbundenen Schichten, nämlich der eigentlichen Haut (*cutis*) und der Epidermis. Jene enthält in einem aus Binde- und elastischem Gewebe bestehenden stroma zweierlei Drüsen, Muskelfasern, Gefässe und Nerven. Der Oberhaut fehlen diese Theile,

sie besteht nur aus Zellen, von denen man die tiefern, welche der cutis zunächst liegen, von den oberflächlichen unterscheidet. Jene bildet die Schleimschicht, durch kernhaltige, weiche, runde oder doch regelmässige Zellen ausgezeichnet, diese kernlos, trocken, hart, die Hornschicht oder Epidermis im engeren Sinne. Jene ist auch die active productive Schicht, diese die abgestorbene, sich loslösende, das Excret. — Die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass die cutis und die Oberhaut verschiedenen Ursprungs sind. Daher ist es unwahrscheinlich, dass die cutis die matrix für die Oberhaut ist und diese von jener aus sich regenerirt, sondern dass die Zellen der Schleimschicht, durchtränkt von der Blutflüssigkeit der cutis sich fortzupflanzen vermögen. — Obwohl die Epidermis sich stets ablöst, bei manchen Individuen mehr, bei andern weniger, und obwohl daher dieselbe als stickstoffhaltiges Excret zu betrachten ist, so kommt es doch gegen die übrigen Secretionen der Haut, wie auch derjenigen der Lungen und Nieren wenig in Betracht. Hingegen dient die Oberhaut, und zwar grade deren Hornschicht, sowie auch die Nägel sehr zum Schutze der Nerven der darunter liegenden cutis. Nach Entfernung jener schmerzt eine Hautstelle schon durch Luftzutritt. Wenn die Nägel zu kurz geschnitten sind, wird der Rand des 3. Fingergliedes sehr empfindlich.

Epidermis. Die chemische Zusammensetzung der Epidermis sowie der Nägel und Haare, welche der Epidermis nahe stehen, ist:

50—51 $\frac{0}{10}$ Kohle,
 6—7 $\frac{0}{10}$ Wasserstoff,
 17—17 $\frac{1}{2}$ $\frac{0}{10}$ Stickstoff,
 20—25 $\frac{0}{10}$ Sauerstoff

und Schwefel, welcher in grösster Menge (5 $\frac{0}{10}$) in den Haaren enthalten ist.

In das stroma der cutis sind eingebettet;

Bestandtheil
der Haut.

- 1) glatte Muskelfasern;
- 2) reichliche Gefässe;
- 3) zahlreiche Nerven;
- 4) in der Tiefe, zum Theil in dem Unterhautzellgewebe, die Schweissdrüsen;
- 5) Talgdrüsen neben den Haarwurzeln.

Die Oberfläche der Haut ist mit vielen Wärzchen versehen, papillae, welche wesentlich dieselbe Zusammensetzung wie die Haut haben und grossentheils zur Tastempfindung dienen (s. Abschn. 7).

§. 30. Schweissabsonderung und Perspiration.

Die Schweissdrüsen, von denen nach ungefährender Berechnung mehr als zwei Millionen auf der Hautober-

Schweiss-
drüsen.

Fig. 28.



Schweissdrüsen aus der Achselhöhle eines Menschen.
180 mal vergrössert.

fläche vorhanden sind und die am Reichlichsten auf der Sohlen- und Handfläche vorkommen, werden allgemein als die Organe der flüssigen, von vielen Physiologen

sogar auch der gasförmigen (CO_2 und Wassergas) Secretion angesehen. Sie sind knäuel förmig gewunden, $\frac{1}{6}$ — 1^{mm} gross, haben einen korkzieherartigen, mitunter mit Muskelfasern versehenen Ausführungsgang, sind mit Epithel ausgekleidet und enthalten eine körnige und zum Theil (wahrscheinlich in Folge fettiger Entartung der Zellen) fettige Masse. Wahrscheinlich wird indess nicht die ganze Absonderung der Haut durch diese Organe hervorgebracht; sondern die Zellen der Oberhaut sind auch bei der sog. Perspiration (= Hautathmung) betheilig. Sie bilden gewissermassen eine poröse Scheidewand zwischen den Flüssigkeiten und Gasen, welche aus dem Blute der Capillargefässe der cutis dringen, und der äussern Luft. — Wenn man bedenkt, dass durch geglättete Mauern ein Diffusionsstrom stattfinden kann, so ist dies auch durch eine meist kaum $\frac{1}{4}$ Mm. dicke Membran möglich.

Hautathmung.
 CO_2 , O.
Wassergas.

Wird bloss durch Mund und Nase geathmet, so ist die Menge der entleerten Kohlensäure geringer, als wenn der ganze Körper im Athmungsapparate sich befindet. Aus darüber angestellten Beobachtungen (Scharling, Gerlach) hat man den Schluss gezogen, dass ungefähr 100 Mal mehr CO_2 durch die Lungen, als durch die Haut ausgeathmet wird. — Wahrscheinlich dringt auch Sauerstoff in sehr geringer Menge auf diesem Wege ins Blut. — Den grössten Theil der Perspiration bildet immer das Wassergas. — Der Körper eines gesunden Erwachsenen verändert sein Gewicht unmerklich. Die genommene Nahrung und Luft wiegen aber schwerer als Urin, Koth und ausgeathmete Substanzen. Die Differenz (ungefähr 1000 Grm.) muss durch die Perspiration entstehen. (Sanctorius, Seguin, Valentin.)

Bedingungen
der Haut-
secretion.

Wie bei allen Secretionen kommen auch bei derjenigen der Haut 3 Faktoren in Betracht: 1) die Zellen, 2) das Blut, 3) die Nerven. — Mag man die Schweissdrüsen allein oder diese und die Oberhautzellen

für die Organe der Perspiration und des flüssigen Schweisses (*perspiratio insensibilis* und *perspiratio sensibilis*) ansehen, jedenfalls sind es die mit Blutflüssigkeit getränkten Zellen, welche die Absonderung schliesslich bewirken, sowohl durch physikalische (Diffusion) als durch organische Vorgänge. — Bei manchen Menschen kommt sehr schwer die Hautausdünstung zu Stande, bei andern sehr leicht. Diese Verschiedenheit ist wahrscheinlich von den Zellen abhängig, ohne dass man die Ursache bis jetzt bestimmen kann.

Die Haut bedarf in der Regel einer gewissen Blutfülle, ehe die Zellen thätig werden. Zur Schweiss-erzeugung werden daher innerlich Mittel gegeben, von denen die Erfahrung gelehrt hat, dass die Hautgefässe erweitert werden, oder es wird der Haut von der Umgebung möglichst wenig Wärme entzogen, sei es durch Erwärmung der Luft oder durch Einhüllung in schlechte Wärmeleiter (Wolle, Löschpapier u. s. w.). Die Fortleitung der Wärme geschieht durch das Blut. — Nichts desto weniger kann auch Schweiss bei vollständig kühler und dem Aussehen nach blutleerer Haut erfolgen. In solchen Fällen entsteht das Secret aus der in den Zellen enthaltenen Tränkungsflüssigkeit. (Auch die Speicheldrüsen können noch absondern, wenn der Blutzufuss aufgehört hat, und nach dem Tode wird noch in der Leber Zucker erzeugt). — Dass auch drittens die Nerven Einfluss auf die Schweisssecretion haben, ergibt sich 1) daraus, dass Gemüthsaffecte in kürzester Zeit sie hervorrufen; 2) daraus, dass nicht selten Fälle beobachtet werden, in welchen der Schweiss an einer ganz beschränkten Stelle auftritt; 3) dass kurz vor dem Tode, wenn die Nerventhätigkeit erlahmt, sehr häufig profuser Schweiss ausbricht. — Diese genannten Arten von vermehrter Secretion können der paralytischen Speichelabsonderung (s. p. 46) an die Seite gesetzt werden. — Ob auch durch Nervenreizung Schweissabsonderung entstehen kann, ist unermittelt.

Quantität der Hautperspiration. Man schätzt die Menge, die die Haut entleert wird.

erwachsenen gesunden Menschen.

Bei höherer Temperatur.

Je mehr andre Oerthe

ist es bei der Haut der

Reaction. Der Schweiss reagirt sauer, riechende mancher Menschen von Fettsäuren her.

Bestandtheile des Schweisses. Abgesehen von dem Wasser, Epithelien enthält der

2⁰/₁₀ festen Rückstand

organischen Bestandtheile

säure, kleine Mengen von

anorganischen: Chlorid

saures Kalium, phosphor

(Favre.)

Ueberfrönsen der Haut. Wird die Haut von Wasser

niss überzogen, so erweitert

frönssten Haut und dadurch

bedeutenden Wärmeverlust

treten folgende Erscheinungen

Respiration; die Kohlenstoff

auf ¹/₁₀ der Norm vermehrt,

vermehrt, wenn das Thier

bracht wird; auch wenn

men. Die Zahl der Schläge

Fröschen) geringer; die

Unempfindlichkeit, auch

tern erfolgen; der Puls

ist gering; der Harndruck

tritt immer ein, bald

(bei Hund) In

Thier

sucht

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

in

seröse Ansammlung in den Höhlen, das Blut in den Arterien dunkel, Leber, Milz, Gehirn, Darmschleimhaut mit Blut überfüllt. Der Zusammenhang der Erscheinungen ist noch nicht klar, indem man nicht weiss, einen wie grossen Antheil die verhinderte Verdunstung und einen wie grossen die Hautnerven an demselben haben.

Die Oberfläche der cutis resorbirt sehr leicht, wenn sie von der Epidermis entblösst ist. Die Epidermis hingegen lässt nur schwer Stoffe hindurchgehen. Man nimmt an, dass Wasserdampf sowie flüchtige Substanzen aufgesogen werden; über Resorption von Flüssigkeiten, welche die Epidermis nicht angreifen, sind die Beobachtungen sehr abweichend.

Resorptio
durch die
Haut.

Fünfter Abschnitt.

Muskelbewegungen.

§. 1. Anatomische Bemerkungen.

Darstellung
der Muskel-
fasern.

Alle Fasern, (d. h. solche Elementargebilde, bei denen die Längendimension um ein Merkliches die Breiten- dimension übertrifft), welche die Fähigkeit haben, sich auf Reize zu verkürzen, gehören zu den Muskelfasern. Diese, zu Bündeln an einander gelagert, bilden die einzelnen Muskeln und sind von der sogenannten Fleisch- flüssigkeit durchtränkt. Die Muskeln lassen sich durch verschiedene chemische Mittel in die Fasern zerlegen, namentlich durch Salpetersäure (1:1 Wasser) mit chlor- saurem Kali und durch eine (32⁰/₀) Kalilösung; auch sind auf Längs- und Querschnitten des Muskels unter dem Mikroskope seine Fasern leicht zu erkennen.

Man unterscheidet zwei Arten von Muskeln: quer- gestreifte und glatte.

Querge-
streifte Mus-
kelfasern.
Fleischtheil-
chen.

1) Quergestreifte Muskeln. Jede Faser besteht aus einer unzählbaren Menge von sehr kleinen pris- matischen Körperchen, Fleischtheilchen (sarcous elements, Bowman) genannt, welche wiederum in lineare Reihen geordnet sind und dann die sogenannten Mus- kel-Fibrillen bilden. Am Leichtesten erkennt man bei genügender Vergrößerung die Fibrillen an Muskel- fasern, welche eine Zeit lang in verdünnter Chromsäure

Muskel-
Fibrillen.

gelegen haben, sowie auch ohne weitere Einwirkung von Reagentien an Muskeln von Crustaceen. Zwischen den einzelnen Fleischtheilchen ist eine helle, flüssige Substanz enthalten, sodass man also dunkle und helle Stellen unterscheidet (s. Fig. 29); jene sind anisotrop, d. h. brechen das Licht doppelt, diese isotrop, d. h. einfach brechend (Brücke), wovon man sich bei mikroskopischer Betrachtung von Muskeln im polarisirten Lichte überzeugt. Jedes Fleischtheilchen ist von heller, flüssiger Substanz umgeben, beide liegen also gewissermassen wie in einem oben offenen Kästchen, welches durch das sich anfügende Muskelkästchen geschlossen wird. (Krause.) Die Querreihen der Kästchen bedingen das quergestreifte Aussehen der Fasern (Fig. 29). Legt man Muskeln in Magensaft oder verdünnte Salzsäure, so zerfallen sie leicht in die sogenannten Scheiben oder discs.

Die Muskelfaser verdankt ihre grosse Elasticität zu meist einer dünnen, sehr elastischen und membranösen Hülle, dem sarcolemma.

Man kann die Muskeln, deren Fasern quergestreift sind, füglich in folgende Abtheilungen bringen: 1) solche, welche Hohlräume und Kanäle, sowie Spaltöffnungen erweitern oder verengern oder verschliessen, die man kurzweg Kanalmuskeln nennen kann. Dahin gehören die Sphincteren, ferner die Muskeln des pharynx, des obern Theils der Speiseröhre, des Kehlkopfs, die äussern Ohr- und Nasenmuskeln, der m. bulbocavernosus. 2) Zur Bewegung gewisser Organe nach verschiedener Richtung dienende, so die Augenmuskeln zur Drehung des bulbus, die Muskeln der Zunge, die innern Ohrmuskeln, der cremaster. 3) Zur Spannung oder Zusammenziehung der äussern Haut, der Fascien,

Fig. 29.

Quergestreifte Muskel-
faser.Muskel-
kästchen.

Discs.

Fundorte der
quergestreif-
ten Muskel-
fasern.

Fig. 30.

Structur.



Entwicklung.

Aponeurosen, Gelenkkapseln dienende, z. B. platysma, manche Gesichtsmuskeln, diaphragma, transversi perinei, ischiocavernosus, palmaris, plantaris, pyramidalis, subcutaneus etc. 4) Knochen bewegende Muskeln des Rumpfs und der Extremitäten.

2) Muskeln mit glatten Fasern oder sog. contractilen Faserzellen. Die spindelförmigen Fasern (s. Fig. 30), welche selten kürzer, als $\frac{1}{50}$ Mm., öfter länger (bis $\frac{1}{5}$ Mm.) sind, machen sich durch den stabförmigen Kern erkennbar, welcher im dicksten Theil der Faser sich befindet und durch Behandlung mit Essig- oder Chromsäure deutlich wird. Die mit blossem Auge sichtbaren Muskelstreifen z. B. am Darne oder der Harnblase bestehen aus einer grossen Zahl solcher Fasern, welche mit einander sowohl der Breite, als der Länge nach verkittet sind.

Die quergestreiften Muskelfasern sind in ihrem ersten Entstehen den glatten sehr ähnlich. Beide erscheinen nämlich als längliche, einkernige Zellen. Auf diesem Stadium bleibt in der Regel die glatte Faser stehen, nur dass sie sich an ihren beiden Enden mehr verjüngt. Oefters aber sieht man auch an ihr eine Spaltung und statt eines Kernes zwei, sowie mit dem Kerne einen linienartigen Faden feiner Körnchen* zusammenhängen,*) bei niedern Thieren sogar eine Art von Querstreifung (Margo). Die quergestreifte Muskelfaser bleibt hingegen nie auf dem embryonalen

Glatte Muskelfasern.

*) Es ist eine sehr häufige Erscheinung, welche man an Kernen von Zellen und wohl noch öfter an diesen selbst beobachtet, dass ihr feinkörniger (Protoplasma-)Inhalt an dem Ende der Zelle oder ihres Kernes einen zarten linienartigen Fortsatz bildet.

Standpunkte und kehrt auch, wenn sie zu Grunde geht, wie es scheint, nie wieder zu jenem zurück. Vielmehr mehren sich bei weiterer Entwicklung ihre Kerne sowohl der Breite als der Länge nach und der Zelleninhalt wandelt sich in die quergestreifte Masse um. — Man ist aus dieser Verschiedenheit in der Entwicklung beider Arten von Muskelfasern schon berechtigt, zu vermuthen, dass die Leistungen der glatten hinter denen der quergestreiften zurückstehen.

Die glatte Musculatur ist im Körper weit verbreitet. Man kann ihre Fundorte unter einige allgemeine Rubriken bringen: 1) auch sie, wie die quergestreifte, macht einen wichtigen Theil vieler Hohlräume aus, sowohl von Reservoirs als von Kanälen und wirkt dadurch auf die Fortbewegung des Inhalts derselben. Dahin gehören: der Darmkanal von dem untern Theile der Speiseröhre bis zum After, die Gallen-, Harn- und Samenblasen, die ductus deferentes, die Ureteren, das Nierenbecken, die Harnröhre, der uterus, die Eileiter, die Ausführungsgänge der Milchgänge an ihrem Ende (Brustwarze, Warzenhof), die hintere Wand der Luftröhre, die Bronchien, die Alveolen; die Blut- und Lymphe-führenden Gefäße. Fundorte.

2) Sie finden sich in der Umhüllung und in dem von der Umhüllung ausgehenden reticulären Gewebe vieler Drüsen und ähnlicher Bildungen. Dahin gehören: die Nieren, die Milz, die Lymphdrüsen, die prostata, Cowpersche Drüsen, das ovarium, die epididymis, das corpus ciliare, die chorioidea, die muscularis mucosae, die corpora cavernosa.

3) Sie bilden Membranen und sind in Membranen eingestreut. Dahin gehören: die iris, tunica dartos, runde und breite Mutterbänder, fascia perinei, Bindegewebe zwischen tunica testis propria und communis.

§. 2. Chemische Bestandtheile.

Stickstoff-
haltige Mus-
kelbestand-
theile.

a) Stickstoffhaltige. Dieselben Albuminate, welche im Blute vorkommen, finden sich mit einigen Modificationen auch in frischen Muskeln; der fibrinogenen Substanz entspricht das Myosin des lebenden Muskels. Es geht nach dem Tode und durch Säuren in Syntonin über, indem es gerinnt (s. §. 4). Neben dem Myosin findet sich in der Muskelflüssigkeit auch Casëin oder Kali-Albuminat und gewöhnliches Eiweiss. Ausserdem enthält der Muskel von stickstoffhaltigen Substanzen noch Kreatin, Xanthin, Hypoxanthin (Sarkin), Inosin-säure und nach Brücke auch Pepsin; sowie ferner Farbstoffe, (Hämoglobin, Kühne).

Stickstofflose
Muskelbe-
standtheile.

b) Stickstofflose: Glycogen (Bernard), Dextrin (Limpricht), Beides bei jungen Thieren, Traubenzucker (Meissner) Inosit und Fleischmilchsäure. Es ist möglich, dass aus dem Glycogen sich das Dextrin und der Zucker, sowie die Milchsäure erst bilden.

c) Anorganische Substanzen: 74—80⁰/₀ Wasser; vorwaltend sind die Kalisalze, es findet sich ungefähr sechs mal so viel Kali als Natron in den Muskeln.

Während des Lebens reagiren die ruhenden Muskeln neutral oder alkalisch (Dubois-Reymond), durch Bewegung und nach dem Tode sauer.

§. 3. Vergleichung von Muskel und Blut.

Wenn man davon absieht, dass die Muskelfasern neben einander fest zusammengefügt sind und daher ihre Stelle nicht verlassen können, und dass sie keine translatorische, sondern eine undulirende Bewegung (s. S. 1) ausführen, so zeigen sich zwischen Muskel und Blut manche Aehnlichkeiten. Die Muskeln respiriren wie das Blut, wenn auch nicht in gleicher Ausdehnung; sie gerinnen nach dem Tode (s. §. 4), schon während der Gerinnung nimmt die Alkalescenz des Blutes gleichfalls ab und es tritt saure Reaction ein (Zunz), wie

beim Muskel. Dieser besteht aus festen elastischen Körperchen, den Fleischtheilchen, analog den Blutkörperchen, und aus einer Flüssigkeit, dem Muskelplasma (Kühne).

§. 4. Todtenstarre (rigor mortis).

Sie beginnt frühestens zehn Minuten und spätestens sieben Stunden nach dem Tode, und zwar dann, wenn die Reizbarkeit der Muskeln aufgehört hat, und geht der Fäulniss voraus. Durch dieselbe werden alle Muskeln des Körpers steif und unbeweglich; sie schreitet im Allgemeinen von den obern Körpertheilen nach den untern fort. Je früher ein Muskel seine Reizbarkeit verliert, desto früher tritt die Todtenstarre ein, daher bei Vögeln eher als bei Amphibien, an den Extremitäten eher als am Herzen. Eine Muskelpartie, welche vor dem Tode stark angestrengt ist, verliert früher ihre Reizbarkeit und wird eher todtenstarr als im entgegengesetzten Falle. Glatte Muskelfasern sind ebenso wie quergestreifte dieser Erscheinung unterworfen.

Die Todtenstarre beruht auf einer Gerinnung des Myosins, und während derselben findet eine Wärme-production statt, daher auch nach dem Tode die Wärme noch zunehmen kann. Es dauert oft einen vollen Tag und selbst noch länger, ehe die Temperatur der erstarrten Muskeln sich mit der äussern Temperatur ausgeglichen hat. — Mit der Todtenstarre fängt der Muskel an, sauer zu reagiren, vielleicht durch Bildung von Fleischmilchsäure.

Die Gerinnung des Myosins entsteht in einem Muskel:

1) wenn die Blutzufuhr abgeschnitten wird, daher die allgemeine Starre des ganzen Körpers nach dem Aufhören des Herzschlages oder eine lokale Starre nach Unterbindung der Arterien eines Gliedes. (Stenson.)

Wenn das Myosin noch nicht vollständig geronnen ist, kann durch Einspritzung von gesundem Blute die

Starre wieder verschwinden (Brown-Sequard), später nicht mehr (Kühne), oder nur dann, wenn durch Einspritzen einer zehnpromcentigen Kochsalzlösung die Gerinnung wieder aufgehoben wird (Preyer).

2) Durch eine erhöhte Temperatur (von 48—50° C.) bei warmblütigen Thieren (Wärmestarre).

3) Durch Säuren, selbst durch Kohlensäure.

Hingegen wird die Gerinnung aufgehalten, wenn die Muskeln in kochendes Wasser gebracht werden; dann erstarren sie nicht.

§. 5. Function der Muskeln.

Muskel-
functionen.

Zu den wesentlichen Thätigkeiten des Muskels gehören :

1) seine Contractilität, welche auf der Annäherung der Fleischtheilchen beruht;

2) seine Elasticität. — Ueber den elektrischen Strom in den Muskeln s. S. 158.

Auf das Zustandekommen einer Muskelcontraction üben drei Factoren ihren Einfluss aus: 1) der Reiz, 2) der Zustand des Muskels, 3) Zufluss von Blut.

§. 6. Muskelreize. Irritabilität.

Im gesunden Körper entstehen, soviel bis jetzt sicher feststeht, Bewegungen nur dann, wenn die Nerven, welche zu den betreffenden Muskeln hingehen, erregt worden sind. Damit ist aber nicht gesagt, dass die Muskeln gar nicht anders zur Contraction veranlasst werden könnten, als durch Vermittlung der Nerven —, wie man früher allgemein annahm. Vielmehr beobachtet man, dass Muskeln, auf welche man Reizmittel angebracht hat, auch dann noch in Zuckungen versetzt werden können, wenn solche Reizmittel die Muskelnerven nicht mehr affiziren können. Dies ist z. B. der Fall, wenn man das indianische Pfeilgift, Curare, in den Blutstrom bringt und dadurch die motorischen Nerven lähmt. Ferner zeigen sich Muskel-

abschnitte reizbar, in denen das Mikroskop Nervenfasern nicht nachweist, so nach Kühne an gewissen Theilen des m. sartorius vom Frosche, nach Engelmann am Ureter, nach meinen Beobachtungen am Herzen. Es zeigt sich ferner ein Unterschied zwischen der Muskelzuckung, welche vermittelt der Nervenreizung und der directen Reizung des Muskels (bei curarisirten Thieren) hervorgerufen wird. Wenn nämlich durch den constanten Strom ein Muskelnerv gereizt wird, so entsteht eine Zuckung nur dann, wenn die Kette geöffnet und geschlossen wird; wenn hingegen ein Muskel selbst gereizt wird, so bleibt er dauernd contrahirt, solange die Kette geschlossen ist. (Wundt.)

Die Fähigkeit eines Muskels, sich selbstständig d. h. ohne Erregung der ihm zugehörigen Muskelnerven zu contrahiren, nennt man Irritabilität.

§. 7. Der Zustand des Muskels.

Die Muskeln sind während des Lebens wesentlichen Veränderungen unterworfen. — Diese sind hauptsächlich abhängig: 1) vom Alter. Bei Kindern ist der Durchmesser der Muskelfasern meist um das Vier- bis Sechsfache schmaler, als bei Erwachsenen; im hohen Alter unterliegen sehr viele der fettigen Entartung, sodass, wenn man einen ganzen Muskel durchsucht, einzelne Partien in diesem degenerirten Zustande gefunden werden. 2) Von der Arbeit. Bei Thieren, welche zu anstrengender Arbeit benutzt werden, ist das Muskelfleisch fest, zäh und fettarm; bei solchen, welche wenig Bewegung haben, dabei reichliche Nahrung erhalten, ist dasselbe weich, zerreibbar, und zwischen den Fasern findet sich viel Fett. Wenn Muskeln ganz ausser Gebrauch sind, sammelt sich auch innerhalb der Fasern Fett an.

Muskeln von
Kindern und
Erwach-
senen.

§. 8. Blutzufuss.

Für die Muskelbewegung scheint ein Vorrath von O im Muskel unentbehrlich zu sein. In den spätern

Stadien der Erstickung, wo der gesammte Sauerstoff im Körper verzehrt ist, reagirt der Muskel nicht mehr auf die stärksten Inductionsströme. (A. Schmidt.)

Wie nothwendig der Blutzufuss, resp. der Sauerstoff für die Thätigkeit der Muskeln ist, geht aus dem Verhältniss zwischen CO_2 -Exhalation und Muskelarbeit hervor, s. S. 39. — Nach Unterbindung der Gefässe verlieren die Muskeln des betreffenden Gliedes ihre Contractilität. Jedoch scheint der im Muskel noch vorhandene und mit den Fleischtheilchen (wahrscheinlich chemisch) verbundene O im Stande zu sein, selbst in abgeschnittenen Gliedern die Contractilität zu erhalten. Unter der Glocke der evacuirten Luftpumpe schlägt das Herz noch eine Zeit lang fort. In sauerstofffreien Gasen nimmt die Muskeleerregbarkeit nur langsam ab. (Humboldt.) — Im Toricelli'schen Vacuum entweicht aus Muskeln kein O, wohl aber CO_2 in grösserer Menge. (Hermann.)

§. 9. Erscheinungen der Muskelcontraction.

Ein durch einen Reiz in Thätigkeit versetzter Muskel verkürzt sich, wenn seine Fasern in mehr oder minder gerader Richtung verlaufen, und hat er den Bau eines Muskelringes, wie die Sphincteren, die circulären Fasern der muskulösen Kanäle, so bewirkt Reizung desselben eine Verkleinerung seines Durchmessers. Dünne, durchsichtige Muskeln, z. B. einzelne Bauchmuskeln oder der m. hyoglossus beim Frosche, lassen das Genauere des Hergangs mikroskopisch erkennen. Die Fasern kräuseln sich, nehmen Zickzackform an und strecken sich endlich vollständig. — Dabei müssen sich an quergestreiften Muskeln die Querreihen der Muskeltheilchen (discs) einander nähern.

Die Contractionen sind entweder einfache oder mehrfache. Jene entstehen durch eine einmalige, sehr kurz dauernde Reizung, also z. B. eine solche, welche durch Oeffnung einer constanten Kette hervorgebracht wird;

Einfache
Contractio-
nen.

diese entstehen durch wiederholte, rasch hinter einander folgende Reizungen. Wir sprechen zuerst von den einfachen Contractionen. Wenn ein Muskel in dieser Weise gereizt wird, tritt die Zusammenziehung nicht in gleichem Momente mit der Reizung ein, sondern es liegt noch ein kleiner Zeitraum zwischen beiden. Derselbe ist ohne Weiteres bei glatten Muskeln, z. B. am Darme zu bemerken. Denn es vergehen mehrere Secunden, ehe ein solcher Theil seine Contractionen beginnt. Anders verhält es sich bei Organen mit quergestreiften Muskeln. Hier folgt scheinbar in demselben Augenblicke, in welchem gereizt wird, auch die Zuckung. Durch besondere, sinnreiche Vorrichtungen ist es gelungen, auch bei diesen ein Stadium nachzuweisen, welches zwischen der Reizung und dem Beginn der Zuckung liegt und Stadium der latenten Reizung genannt wird. Es dauert etwa $\frac{1}{10}$ Sekunde (Helmholtz). Nach diesem ersten Stadium erreicht die Contraction ihren Culminationspunkt und geht allmählich in den Ruhezustand über. Bei manchen quergestreiften Muskeln sieht man zur Zeit, wenn sie abzusterben beginnen, etwas Aehnliches mit blossen Augen, z. B. dem m. cricothyreoideus grösserer Säugethiere. (Budge). Mechanische, langsam erfolgende Reizung bewirkt besonders bei absterbenden Muskeln eine lokale Contraction, welche die Richtung des Reizmittels einhält; s. u. idiomusculäre Contraction. Glatte Muskeln setzen ihre Bewegung noch eine merkliche Zeit nach Beendigung der Reizung fort. Der functionelle Unterschied zwischen quergestreiften und glatten Muskelfasern besteht also in Folgendem: die erstern ziehen sich nach einem Reize viel rascher, viel energischer zusammen und ihre Contraction hört nach dem Schwinden des Reizes viel eher auf (für das blosse Auge sogar momentan), als dies bei den glatten Muskelfasern der Fall ist. Alle rasch auszuführenden Bewegungen gehen von quergestreiften Muskeln aus, und umgekehrt. So führen z. B. Würmer und Mollusken

ihre langsamen Ortsbewegungen durch Muskeln aus, deren Fasern den glatten gleichen, die Insecten hingegen haben quergestreifte Muskelfasern.

Die Muskelcontraction kann man sich mithin so vorstellen, dass von dem Punkte aus, von dem die Ruhelage der kleinsten Theilchen gestört wird, was gewöhnlich an der Eintrittsstelle der Nerven geschieht, die Molecüle der Fleischtheilchen senkrecht gegen die Längsachse sich heben und senken und diese wellenartige Bewegung in der kürzesten Zeit nach beiden Seiten des Muskels hin sich ausbreitet.

Mehrfache
Contraction.

Eine mehrfache Contraction setzt eine Fortsetzung der Reize voraus. Entsteht die folgende Contraction, wenn die vorhergehende bereits ihren Culminationspunkt überschritten hat, so findet ein beständiger Wechsel zwischen Zu- und Abnahme der Contractionen Statt, ein Zustand, welcher das Zittern oder die Convulsionen charakterisirt; folgt hingegen eine Contraction der andern so rasch, dass die letztere noch nicht oder gerade den Höhepunkt erreicht hat, so entsteht Starrkrampf oder tetanus, wie dies z. B. im normalen Zustande durch Einwirkung des Willenreizes geschieht.

Convulsion
und tetanus.

Die stärkste Verkürzung eines Muskels kann $\frac{3}{4}$ bis $\frac{5}{6}$ seiner Länge betragen.

Ein Muskel kann sich so zusammenziehen, dass alle Scheiben (discs) seiner Fasern sich in gleichem Masse contrahiren, wie dies z. B. an den Muskelringen der Fall ist, oder, wenn ein Ende des Muskels fixirt ist, so, dass sich das andere Ende jenem nähert, wie bei den meisten Rumpfmuskeln.

Massbestimmung der
contractilen
Kraft.

Um die contractile Kraft zu messen, hat man verschiedene Mittel. 1) Da die contractile Kraft direct proportional dem Muskelstrome ist (Dubois), so kann man aus der Bestimmung der Intensität des letztern die erstere feststellen.

2) Schneidet man einen noch erregbaren Muskel aus und bringt neben denselben eine Scala an, so kann

man durch eine passende Vorrichtung die Grösse der Verkürzung ablesen, welche der gereizte Muskel zeigt. (E. Weber).

3) Indem man einen Muskel mit einer Schreibfeder verbindet, welche auf einer gleichmässig an ihr vorübergeführten Platte während der Contraction Curven zieht.

4) Durch eine angehängte Last. Die contractile Kraft eines Muskels lässt sich ausdrücken durch das Product der Höhe, bis zu welcher eine Last gehoben wird (sogenannte Hubhöhe), dann des Gewichtes der Last und drittens der Zeit, innerhalb welcher die gehobene Last auf derselben Höhe bleibt. Die Höhe, zu welcher ein Muskel ein Gewicht heben kann, ist der Länge seiner Fasern, das Gewicht, welches er heben kann, der Zahl derselben d. h. seinem Querschnitte proportional.

Während ein Muskel sich contrahirt, treten in ihm noch folgende Erscheinungen auf:

1) chemische Veränderungen: er reagirt sauer (Dubois), er entwickelt mehr Kohlensäure und verzehrt mehr Sauerstoff. Wird ein ausgeschnittener Muskel gereizt, so ist seine Kohlensäureabgabe bedeutend grösser, als im ruhenden Zustande (Matteucci, Valentin). Das Venenblut, welches aus thätigen Muskeln abfliesst, ist ärmer an Sauerstoff und beträchtlich reicher an Kohlensäure. (Ludwig und Sezelkow.) Es ist bemerkenswerth, dass während der Todtenstarre dieselben chemischen Veränderungen eintreten, und da die Todtenstarre wesentlich von der zwischen den Fleischtheilchen liegenden Flüssigkeit ausgeht, so lässt sich daran denken, dass die chemischen Veränderungen, welche während der Contraction eintreten, auch in jener Flüssigkeit ihren Sitz haben.

2) Elektrische. Wird ein Muskel, der mit dem Multiplicator in Verbindung ist, tetanisirt, so geht die während der Ruhe abgewichene Magnetnadel gegen den

Veränderungen in dem Muskel während seiner Contraction.

Nullpunkt, kann diesen erreichen und selbst in den andern Quadranten zurückweichen; man nennt die Bewegung negative Stromesschwankung.

3) In der Elasticität. Je mehr ein Muskel gedehnt werden kann, desto geringer ist seine Elasticität. Nun lässt sich ein ruhender Muskel weniger ausdehnen, als ein contrahirter. Hieraus folgt also, dass während der Contraction die Elasticität abnimmt. Dasselbe geschieht auch bei eintretender Todtenstarre.

4) In der Wärmebildung. Auf thermoelektrischem Wege hat man bei Menschen und Thieren gefunden, dass Muskeln, welche in der Contraction begriffen sind, eine höhere Temperatur besitzen, als ruhende. (Beclard, Helmholtz, Heidenhain.)

5) Muskelgeräusch. Während der Contraction eines Muskels hört man einen Ton. Dieser ist beispielsweise deutlich vernehmbar, wenn man bei Stille der Umgebung, am Besten in der Nacht, sich die Ohren verstopft und die Kaumuskeln stark bewegt. — Auch den ersten Herzton (s. S. 111) hält man für einen Muskelton. Wenn bei einem Thiere durch Reizung eines Bewegungsnerven oder des ganzen Rückenmarks ein Muskel in tetanus gebracht wird und man setzt auf denselben ein Stethoskop auf, so hört man deutlich das Muskelgeräusch. Die Schwingungszahl des Muskeltons bei willkürlichen Contractionen beträgt $19\frac{1}{2}$ in der Sekunde. (Helmholtz.) Hieraus kann man schliessen, dass der tetanus nicht eine einmalige Contraction ist, sondern aus vielen hinter einander folgenden besteht.

Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Wird ein Muskel im lebenden Körper oder ein gleich nach dem Tode herausgeschnittener gereizt, so pflanzt sich die Zusammenziehung sehr rasch (ungefähr 1 Meter in der Sekunde, Aeby) von der Stelle der Reizung über den ganzen Muskel fort. Wie die Erregbarkeit schwindet, nimmt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ab, und endlich beschränkt sie sich auf die gereizte Stelle. Wenn man nach dem Tode eines Thieres, besonders bei

Säugethieren, mit einem stumpfen Instrumente quer über einen Muskel herstreicht, so entsteht nach dem Verlaufe des Striches ein Wulst. Man nennt diese Erscheinung *idiomuskuläre Contraction*. (Schiff). Idiomuskuläre Contraction.

§. 10. Wirkungen der Muskelcontraction.

Die Quantität der Bewegung, welche durch einen sich contrahirenden Muskel erzeugt wird (q), steht im geraden Verhältnisse zur contractilen Kraft (C) und im umgekehrten zu den Widerständen (W) $q = \frac{C}{W}$. Quantität der Bewegung

Wenn ein Muskel, der an 2 beweglichen Knochen befestigt ist, sich verkürzt, legen die Insertionsenden seiner Fasern einen gewissen Weg von dem weniger befestigten zu dem mehr befestigten Punkte zurück, und dieser Weg kann um so grösser sein, je länger die Fasern. Hubhöhe.

Zugleich mit der Verkürzung kann auch eine mit dem Muskel verbundene Last gegen das feste Ende des Muskels fortgeschafft werden, und nach der Schwere eines Gewichts, welches ein Muskel zu tragen vermag, schätzen wir die Grösse der Muskelkraft. Diese hängt von verschiedenen Umständen ab: 1) in erster Reihe von der Anzahl und Länge der wirksamen Fasern; 2) von der Stärke des Reizes. Es lässt sich dies experimentell nachweisen, aber am Offenbarsten zeigt es der Wille, dessen oft momentane Steigerung durch Gemüthsaffecten den Muskeln einen beträchtlichen Kraftzuwachs zu ertheilen vermag. Die Muskelarbeit ist proportional dem Reizzuwachs des Nerven. Wenn man z. B. einen Froschnerven mit einer gewissen Stromstärke galvanisirt, so nimmt die Contraction bei vermehrtem Reize zu, erreicht eine gewisse Höhe, bleibt eine Zeit lang constant und steigt dann zum zweiten Mal (Fick); auf ähnliche Weise verändert sich auch die negative Stromeschwankung (J. Müller). 3) Von der Eigenthümlichkeit der Grösse der Muskelkraft.

Widerstände
der contrac-
tilen Kraft.

individuellen Muskeln; ein Pferd ist im Stande, einige Augenblicke $\frac{2}{3}$ seines Gewichts zu ziehen, ein Maikäfer das 14fache seines Gewichts. (Plateau). 4) Von den Widerständen. Die Widerstände der Muskelbewegung sind einmal durch Kräfte bedingt, welche die Ruhelage wiederherzustellen streben, und zweitens durch Einwirkungen, welche der Contraction entgegenwirken, also den Muskel ausdehnen. Zu den erstern gehören die Ermüdung und Elasticität, zu den zweiten Lasten, welche der Muskel zu tragen hat.

1) Ermüdung. Wird ein ausgeschnittener Muskel hinter einander zu oft wiederholten Malen gereizt, so zieht er sich immer weniger zusammen und endlich gar nicht mehr. Lässt man dann einige Zeit verstreichen, so erhält er seine Reizbarkeit wieder und wird von Neuem reizbar. (Valentin). Auch wenn ein Muskel durch angehängte Gewichte so gedehnt worden ist, dass seine durch wiederholte Reizung erhaltene Zusammenziehung nicht mehr ausreicht, um das betreffende Gewicht zu heben, so gewinnt er nach einiger Zeit oft seine vorige contractile Kraft wieder. Die vorübergehende Reizabnahme nennt man Ermüdung, den Wiedereintritt der Reizbarkeit Erholung. — Im unversehrten Körper wird die Ermüdung durch das bekannte Gefühl charakterisirt. — In einem ermüdeten Muskel nimmt die elektromotorische Kraft ab. Die Ursache der Ermüdung ist noch nicht völlig aufgeklärt. Wahrscheinlich wirken dabei chemische und physikalische Processe. Man kennt Stoffe, welche den Muskel ermüden, wenn er mit denselben in Berührung gebracht wird, wozu namentlich auch Milchsäure und saures phosphorsaures Kali gehören, deren Wirkung durch Abwaschen in indifferenten Flüssigkeiten, z. B. Kochsalzlösung von 0,7—1 $\frac{0}{10}$, sowie auch für die Milchsäure durch Alkalien wieder aufgehoben wird. Während der Muskelaction entstehen solche Stoffe und können durch das alkalische Blut und die Lymphe wieder aufgenommen werden. (J. Ranke).

Ferner wird durch jede und nach jeder Muskelaction das Sauerstoffbedürfniss vermehrt, der Sauerstoff im Körper aufgespeichert (v. Pettenkofer und Voit, s. S. 38) und, da derselbe die Erregbarkeit des Muskels vermehrt (Humboldt), dadurch Erholung möglich. Endlich geben die arbeitenden Muskeln mehr Wasser ab, als die ruhenden, z. B. in einem Falle im Verhältnisse von 1094,8 : 344,4. (v. Pettenkofer und Voit). Da Einflüsse der Art in dem ausgeschnittenen Muskel nicht von Bedeutung sein können, so müssen noch andere Ursachen wirken. Es lässt sich vermuthen, dass im Muskel in Folge der Reizung zweierlei entgegengesetzte Kräfte sich entwickeln, durch welche einerseits eine Anziehung (vielleicht der festen Muskeltheilchen) und andererseits eine Abstossung (vielleicht der flüssigen Theilchen) hervorgerufen wird.

2) Elasticität. Die elastische Kraft der Körper sucht deren Theilchen wieder in ihre Gleichgewichtslage zurückzuführen, wenn solche durch gewisse Einwirkungen verschoben sind, sei es, dass eine Verlängerung oder Verkürzung, Verdichtung oder Verdünnung stattgefunden hat. Die Elasticität wird vernichtet oder vermindert, wenn die Verschiebung eine gewisse Grenze (Elasticitätsgrenze) überschritten hat. — Sie ist eine vollkommene, wenn alle vor einer Verschiebung stattfindenden Dimensionen wiederhergestellt werden. Die Muskeln sind während des Lebens und kurz nach dem Tode vollkommen elastisch, sind sehr dehnbar und erreichen nach ihrer Ausdehnung die Länge wieder, welche sie gehabt haben. Wenn ein Glied gebeugt wird, so werden die Extensoren gestreckt (z. B. beim Beugen des Vorderarms der *m. triceps* ungefähr um 5 Centimeter bei Erwachsenen) und erlangen nachher ihre frühere Länge wieder.

Die Elasticität wächst mit Zunahme der Dehnung; Muskeln werden durch kleine Gewichte schon beträchtlich ausgedehnt, aber ihre Ausdehnung nimmt verhält-

nissmässig bei grösserer Belastung ab. Ein Muskel verlängert sich z. B. bei einer Belastung von 1 Grm. um 6 Mm. und bei einer Belastung von 5 Grm. nur um 10. (Weber). Wird ein Muskel in Contraction versetzt, so strebt die Elasticität ihn wieder auszudehnen; wird er dabei gleichzeitig mit Gewichten belastet und daher gedehnt, so wirkt die Elasticität weniger, als wenn derselbe Muskel, nicht belastet, sich contrahirt. Wenn man den Muskel eines todten Thieres in der Mitte durchschneidet, so treten die beiden Enden infolge ihrer Elasticität beträchtlich zurück; dies ist ein Beweis, dass die Muskeln zwischen zwei Knochen nicht in ihrer vollkommenen Gleichgewichtslage sich befinden, sondern bereits gedehnt sind.

Die Elasticität kann unter Umständen auch ein Unterstütmungsmittel der Muskelbewegung sein, s. §. 11.

3) Zu hebende oder zu tragende Lasten. Die Lasten sind theils die Körpertheile selbst, theils damit verbundene andere. Der Widerstand, welchen die Muskelkraft zu überwinden hat, ist dem Gewichte der Last proportional. Von der Grösse des Widerstandes lässt sich die Grösse des Gewichts beurtheilen. Mit der Zunahme beider nimmt aber auch die Ermüdung zu. Sie erfolgt um so rascher, je grösser die Last ist und je längere Zeit sie getragen wird. Die Last, welche ein Muskel gerade nicht mehr zu heben vermag, drückt die Grenze der Kraft aus, welche durch die stärksten Reize entwickelt werden kann. Diese Kraft nennt man absolute Muskelkraft. Sie ist für einen C. Centimeter Froschmuskel zu 692 Grm. (Weber) bis 1800 (Valentin), für einen C. Centimeter des gastrocnemius vom Menschen zu 6000 bis 8000 Grm. (Hencke und Knorz) berechnet worden.

§. 11. Unterstütmungsmittel der Muskelcontraction.

Wenn die Muskeln in ihrem ruhenden Zustande schlaff und gefaltet wären, so würde die zur Verkürzung

nothwendige Kraft grösser sein müssen, als wenn bereits, wie es wirklich der Fall ist, ein schon gespannter Muskel verkürzt werden soll und keine Faltungen zuvor auszugleichen sind. Viele Bewegungen werden erst wohl ausführbar, wenn man durch andere Bewegungen die Muskeln vorher ausgedehnt hat. Soll z. B. der Fuss nach Hinten gegen den Unterschenkel durch die *mm. gastrocnemii* angezogen werden, so geschieht dies unvollkommen bei gebeugtem Knie, weil dadurch jene Muskeln faltig werden; leichter bei gestrecktem (Hüter).

Dehnung
der nicht
contrahirten
Muskeln.

Durch Uebung d. h. durch öftere Wiederholungen derselben Bewegung wird die contractile Kraft vermehrt. Diese Wirkung beruht auf 2 Ursachen; die eine liegt im Nervensystem, die zweite in der Ernährung des Muskels. Wenn ein Nerv oder vielmehr sein Centraltheil öfter in derselben Weise angesprochen wird, so geht seine Thätigkeit leichter von Statten. Es ist gewissermassen eine Art von Gedächtniss, welches jedem Nerven eigen ist. Dadurch wird die Uebertragung von Nervenkraft auf Muskelkraft leichter. Zweitens erhält jeder Muskel, der sich bewegt, mehr Blut und die Production von Muskelmasse nimmt zu. Ein wohl geübter Muskel fühlt sich härter an, ist voluminöser, röther, hat breitere Fasern.

Uebung.

Die Elasticität strebt zwar den contrahirten Muskel wieder in seine frühere Lage zurückzubringen; nichts desto weniger kann sie unter Umständen in demselben Sinne und zu demselben Zwecke wirken, wie die Muskeln thun. Dies ist namentlich der Fall, wenn Kanäle oder andere Hohlräume ausgedehnt worden sind. Dann können elastische und contractile Kraft gemeinschaftlich zur Verengerung und zum Forttreiben des Inhalts dienen. Dies ist z. B. der Fall in den Arterien (s. S. 118), ebenso beim Darm und der Blase. Ich habe gesehen, wie aus der bereits vollständig contractilosen, ausgedehnten Harnblase eines jungen Hundes, welche durch eingespritztes Wasser stark ausgedehnt worden war,

Elasticität

nach einer jeden Einspritzung noch 9 Sekunden lang das Wasser im Strahle ausfloss.

Drei Facto-
ren der
Contracti-
lität.

Es versteht sich von selbst, dass von dem Zustande der drei zur Contractilität erforderlichen Factoren (s. S. 198) die Leistung abhängt. Gute Muskelarbeit erfordert guten Willen (Reiz), gute Luft und Nahrung (Blutzufluss) und derbe Fasern.

§. 12. Stehen.

Das Aufrechtstehen, von dem im Folgenden gehandelt wird, soll so aufgefasst werden, dass Kopf und Wirbelsäule gestreckt sind, die Arme herabhängen, das Becken auf den Schenkelköpfen ruht, die Beine gestreckt von den auf dem Boden stehenden Füßen getragen werden. Zwei Bedingungen sind dazu erforderlich 1) dass der Schwerpunkt des Körpers unterstützt und 2) dass die Gelenke steif gemacht sind.

Wir untersuchen zuerst, wie der Oberkörper von den 2 Beinen und dann, wie diese von den Füßen gestützt werden. Wir machen die Voraussetzung, dass alle Gelenke feststehen. Weiter unten ist dann zu erörtern, in welcher Weise Letzteres zu Stande kommt.

1) Die Beine, als ruhende Säulen betrachtet, haben den Schwerpunkt des Rumpfes zu unterstützen. Dieser liegt vor der Mitte des 10. Rückenwirbels (Horner). — Eine Vertikale, welche durch denselben bis zum Erdboden gezogen wird, heisst die Schwerlinie. Sie fällt hinter die Drehpunkte der Hüftgelenke (Mitte je eines Kopfes des Oberschenkels). Denkt man sich durch die Schwerlinie eine frontale Ebene gelegt, durch welche der Vordertheil des Rumpfes von dem gleich schweren Hintertheile getrennt wird, so liegen die Köpfe der Oberschenkelknochen an der vordern Hälfte. Denken wir uns ferner einen ähnlichen Schnitt, parallel dem vorigen, durch den Drehpunkt der Hüftgelenke gelegt, so kommt der Schwerpunkt in die hintere Hälfte zu liegen, d. h.

diese ist schwerer als die vordere. Die Beine sind also nicht ausreichend, um durch die Schenkelköpfe den Rumpf aufrecht zu erhalten. Er muss vielmehr nach hinten überfallen, wenn nicht die Differenz der Schwere zwischen der vor und hinter den Drehpunkten der Hüftgelenke gelegenen Rumpfhälfte durch irgend eine Vorrichtung wieder ausgeglichen wird. Dies geschieht aber durch einen verdichteten Theil des Kapselbandes, das *ligamentum iliofemorale* oder *superius*. Es erstreckt sich von einer Stelle des Darmbeins unter der *spina anterior inferior* bis zur *linea intertrochanterica anterior*. Es zieht mit dem Becken den Rumpf vorwärts; und kann ohne Beihülfe von Muskeln verhüten, dass der Körper nach hinten überfällt. Indessen wird seine Wirkung durch *Contraction* des nahezu an derselben Stelle entspringenden *m. rectus femoris* erhöht.

Es entsteht nun die Frage, in welcher Weise der Körper gestützt ist, damit er nicht zur einen oder andern Seite umfällt. Wäre nur ein Bein vorhanden, so müsste die Längsaxe desselben grade unter dem Schwerpunkte stehen, d. h. mit der Schwerlinie zusammen fallen. Der Rumpf würde auf demselben balanciren. Da nun aber 2 Stützen vorhanden sind, so braucht nur die Schwerlinie zwischen dieselben zu fallen und je weiter die Bodenfläche ist, welche zwischen den Füßen sich befindet, desto sicherer steht der Oberkörper und umgekehrt. Sobald also die Füße auf dem Boden feststehen und nicht ganz genähert sind, fällt der Körper nicht seitwärts um.

Die Beine stehen auf den beiden *tali* und diese stützen somit den ganzen Körper. Der Schwerpunkt von diesem liegt ungefähr im *promontorium* (nach Meyer im Kanal des 2. Kreuzbeinwirbels), die Schwerlinie kommt dadurch vor das Sprunggelenk. Demnach müsste der Körper vorn überfallen. Dies wird dadurch verhütet, dass der engere hintere Theil des *talus* zwischen den beiden *Malleolen* eingeklemmt wird. Wenn

Unterstützung des Sprunggelenks.

nämlich der Unterschenkel gestreckt wird, wie es beim Stehen geschehen muss, so dreht sich die tibia und damit auch der über derselben liegende Körpertheil nach aussen. Bei dieser Streckung kommt aber noch etwas Anderes in Betracht. Während die Unterschenkel parallel stehen, bilden die Axen der beiden Sprunggelenke einen nach hinten offenen Winkel, so dass die Unterschenkel nicht gleichzeitig sich drehen können.

Unterstützung des Kniegelenks. Die Schwerlinie fällt endlich auch nicht ganz zusammen mit dem Drehpunkt des Kniegelenks, sondern liegt etwas hinter demselben, geht jedoch durch die tibia. Es sind daher zur Unterstützung im Knie nur geringe mitwirkende Kräfte ausreichend, um den Schwerpunkt vollends zu unterstützen, damit der Körper nicht rückwärts falle. Es dienen dazu die fascia lata und die Contraction des quadriceps.

Der Fuss steht hauptsächlich auf 3 Punkten auf dem Boden, nämlich dem tuber calcanei, der tuberositas ossis metatarsi quinti und dem capitulum ossis metatarsi primi nebst den ossa sesamoidea hallucis. Diese 3 Knochen tragen den talus, welcher sich mit 2 Flächen auf den calcaneus stützt.

Steifung der Gelenke. Zur Steifung der Gelenke dienen verschiedene Muskeln, welche hingegen durch die angegebenen Bänder (lig. iliofemorale, fascia lata s. iliotibiale) durch die Seitenbänder, durch die ligam. cruciata des Knies, das ligam. popliteum und patellae u. s. w. unterstützt werden. Vor allen kommen der m. quadriceps, die mm. glutei, sowie alle auf der Rückseite des Darmbeins liegenden Muskeln, am Fusse die gemeinschaftlich wirkenden tibialis anticus, peroneus brevis und tertius, an der Wirbelsäule der sacrospinalis, am Kopfe die Nackenmuskeln in Betracht.

§. 13. Gehen.

Das Gehen ist eine Ortsbewegung, bei welcher der Rumpf mittelst der Beine, erst des einen, dann des

ändern, in horizontaler Richtung mit möglichst geringer Muskelanstrengung fortgeschoben wird. — Die wesentlichsten Leistungen bestehen erstens in der Beugung im Hüftgelenk, durch welche der grade Winkel, den das Bein mit dem Oberkörper beim Aufrechtstehen bildet, in einen stumpfen, vorn offenen sich verwandelt. Hierdurch wird es von dem Erdboden entfernt, die Reibung wird vermieden, die Fussspitze kommt je nach der Grösse dieses Winkels mehr oder weniger vor die der ändern. Zweitens fällt der Rumpf derselben Seite auf das erhobene Bein, wodurch dasselbe wieder auf den Boden gelangt. Drittens muss während des ganzen Aktes das Gleichgewicht des Körpers erhalten bleiben; d. h. der Schwerpunkt des Körpers unterstützt werden.

Während des Gehens sind beide Beine gleichzeitig in Gebrauch. Man kann den ganzen Akt, in welchem ein Schritt vorwärts geschieht, in 2 hinter einander folgende Momente theilen. Im ersten steht das eine Bein (A) fest auf dem Boden und unterstützt den Schwerpunkt des ganzen Körpers allein und das andere Bein B schwebt in der Luft, s. u. — Der Schwerpunkt muss deshalb nach der Seite des stützenden Beines verlegt werden, der Körper neigt sich nach A. Um dies zu bewerkstelligen, wird der Fuss im Sprunggelenke etwas gebeugt, dadurch wendet sich die tibia und zugleich der ganze Rumpf nach aussen (Meyer). Dabei sind wie beim Stehen die Gelenke gesteuert. — Das aufgehobene Bein wird nicht durch Muskeln in der Pfanne gehalten, sondern durch den Druck der Luft. Man überzeugt sich davon, wenn man den Oberschenkel und das Becken ganz von Muskeln befreit, das Kapselband unversehrt lässt, ein Loch vom Darmbein aus in die Pfanne bohrt, in dieses ein elastisches Rohr luftdicht anbringt, und dasselbe mit dem Teller der Luftpumpe in Verbindung bringt. Sobald man Luft in das Gelenk zulässt, fällt der Kopf des Oberschenkels herab; sobald dann die Luft ausgepumpt wird, hebt er sich von selbst

Erstes
Moment beim
Gehen.

Wirkung des
Luftdrucks
auf den
Schenkel-
kopf.

in die Pfanne, d. h. wird er durch die äussere Luft in die Pfanne gedrückt (Gebrüder Weber). — Wie ein Pendel schwingt das Bein bei etwas gebeugtem Kniee am Rumpfe nach vorn und aussen durch seine Schwere.

Zweites
Moment beim
Gehen.

Im 2. Momente streckt sich das Bein A um $\frac{1}{7}$ seiner Länge im Knie-, Fuss- und Hüftgelenke, so dass es zuletzt bloss auf den Zehen steht; es stemmt sich gegen den Fussboden und beugt sich dann zuerst im Kniegelenk. Hierdurch hat der Fuss den Boden verlassen und sofort geschieht die Beugung im Hüftgelenk, das ganze Bein A schwebt jetzt in der Luft. Durch das Stemmen des verlängerten Beines A aber wird die andre Seite des Rumpfes, welche dem noch aufgehobenen Beine B entspricht, nach vorn geschoben, ähnlich wie ein Boot im Wasser vorgeschoben wird, wenn das Ruder sich gegen den Grund eines Flusses anstemmt. In demselben Augenblicke, in welchem das Bein A durch Beugung des Kniees sich vom Boden abwickelt, in welchem also auch der Rumpf nach vorn geschoben ist, drückt dieser durch seine Schwere das Bein B auf den Fussboden. Dieses befindet sich nun in demselben Zustande wie vorher A, und es beginnt der zweite Schritt.

Beim Gehen erleidet die Kraft, welche den Körper vorwärts bewegt, einen Abbruch durch den Luftwiderstand. Um diesen zu vermindern, neigt sich der Rumpf, besonders beim raschen Gehen, vorwärts.

Endlich bewegen sich beide Arme, und zwar in der Art, dass derjenige Arm, welcher dem schwingenden Beine entspricht, sich nach hinten wendet. Dadurch wird das Gleichgewicht zwischen vorderer und hinterer Hälfte dieser Seite erhalten. Der andre Arm schwingt nach vorn.

§. 14. Stimme und Sprache.

Stimmritze.

Im Kanale des Kehlkopfs sieht man einen dreieckigen Spalt (die Stimmritze), dessen Spitze nach vorn, dessen Basis nach hinten liegt. Er ist von den zwei

sehr elastischen Stimmbändern (ligg. thyreoarytaenoidea inferiora) gebildet. Werden diese an einem Kehlkopf, welcher aus einer frischen Leiche ausgeschnitten ist, durch künstliche Vorrichtungen in eine gewisse Spannung gebracht und so genähert, dass die Stimmritze beinahe geschlossen ist, dann gegen dieselbe ein Luftstrom von unten, sei es durch einen Blasebalg oder durch den Mund, getrieben, so gerathen die Stimmbänder in sichtliche Schwingungen und es entsteht ein Ton. Der Ton wird aber wesentlich nicht direct durch die Schwingungen der Stimmbänder hervorgebracht, da die Quantität derselben zu gering ist, sondern durch Schwingungen, welche die erzitternden Bänder der Luft mittheilen. Im Kehlkopfe eines lebenden Menschen kann man durch den Kehlkopfspiegel (Garcia, Türk, Czermak) die Beobachtungen anstellen. — Die Stimmbänder spannen sich, indem der Schildknorpel, an welchen ihr vorderes Ende angewachsen ist, durch die mm. cricothyreoidei gegen den Ringknorpel herabgezogen wird; sie werden einander genähert durch Drehung der Giessbeckenknorpel nach innen mittelst der mm. thyreoarytaenoidei und cricoarytaenoidei laterales und an ihrem hintern Theile durch Contraction der mm. arytaenoidei, wobei sich die Stimmritze verengt. Indessen wird zur Stimmerzeugung nur der vordere Theil der Stimmbänder benutzt, *glottis vocalis*, während der hintere Theil der Stimmritze, *glottis respiratoria* zum Durchgang der Luft beim Athmen dient. — Man überzeugt sich am Besten von der Wirkung der Kehlkopfmuskeln an ausgeschnittenen Kehlköpfen frisch geschlachteter grösserer Thiere. — Ein Ton entsteht, wenn ein Luftstrom aus den Lungen (Windlade) mit einem Drucke, welcher stärker als der gewöhnliche Expirationsdruck ist, an die Stimmbänder gelangt und sie in Schwingungen versetzt. Die Excursionen derselben werden durch die *ventriculi Morgagni* ausgiebig.

Da die Schwingungen regelmässig periodisch erzeugt

Ventriculi
Morgagni.

werden können, so entstehen durch dieselben grade wie in einem musikalischen Instrumente, und zwar in specie wie in einem sogenannten Zungenwerke, zu welcher Art von Instrumenten der Kehlkopf zu rechnen ist, Klänge.

Eigenschaft
des Klanges:
Stärke,
Höhe, Klang-
farbe.

An jedem Klang, also auch an denen, die im Kehlkopf entstehen, unterscheidet man drei Eigenschaften, nämlich die Stärke des Tons, die Tonhöhe, die Klangfarbe. Die Modificationen dieser Eigenschaften werden hervorgebracht zum Theil durch das Anblasen, also den Expirationsdruck, zum Theil durch die Veränderung der elastischen Bänder, also vermittelst der Kehlkopfmuskeln, endlich drittens durch das Ansatzrohr, die Rachen-, Mund- und Nasenhöhle. Ausserdem wirkt die Resonanz auf den Klang.

Stärke.

Die Stärke des Tones hängt von der Ausgiebigkeit der Schwingungen, und diese im Wesentlichen von der Contractionsgrösse der Expirations-, namentlich der Bauchmuskeln ab.

Höhe.

Die Höhe des Tones ändert sich nach der Zahl der Schwingungen, welche in einer gewissen Zeit entstehen. Je höher ein Ton ist, desto mehr Schwingungen macht der tönende Körper in der Zeiteinheit, z. B. in der Sekunde. Die Dauer einer jeden Schwingung ist um so viel kürzer, je mehr Schwingungen auf eine Sekunde fallen. — Die Tonhöhe nimmt zu im Verhältniss zur Spannung, der Kürze, der Enge der Stimmbänder und der Stärke des Anblasens, durch welche die Spannung vermehrt wird.*) Bei hohen Tönen ist der

*) Die Kehlkopfmuskeln lassen sich in zwei Gruppen theilen, welche sich zwar gegenseitig unterstützen, von denen indess die eine wesentlich beim angestregten Athmen — zur Inspiration dienen die Erweiterer der Stimmritze: die mm. cricoarytaenoidei postici; zur Expiration: die mm. arytaenoidei — die andere wesentlich bei der Tonbildung — Spannung der Stimmbänder: mm. cricothyreoides; Verkürzung: mm. thyreoarytaenoidei; Annäherung: mm. cricoarytaenoidei laterales und thyreoarytaenoidei — gebraucht wird.

Seitendruck in der trachea grösser, als bei tiefen, z. B. nach einer Beobachtung von Cagniard-Latour verhielten sich beide = 200 Mm. : 160 Mm. einer Wassersäule.

Weil bei Kindern und Frauen die Stimmbänder kürzer als bei Erwachsenen und Männern sind, können im Allgemeinen höhere Töne bei jenen als bei diesen hervorgebracht werden. Der Kehlkopf steigt jedesmal aufwärts, wann ein Ton hervorgebracht wird; wie dies auch beim Ausathmen der Fall ist. Jene Bewegung ist um so stärker, je höher die Töne werden.

Der tiefste Ton der menschlichen Stimme hat ungefähr 80, der höchste gegen 1000 Schwingungen in der Sekunde. Der ganze Umfang der Stimme, wenn man sowohl den männlichen als weiblichen Kehlkopf berücksichtigt, beträgt 4 Octaven von E bis c. Gute Singstimmen umfassen $2-2\frac{1}{2}$, bei grossen Sängern sogar 3 und $3\frac{1}{2}$ Octaven.

Als verschiedene Klangfarben des menschlichen Kehlkopfs kann man die Fistel- und Bauchstimme ansehen. Man kennt noch nicht bestimmt die Art der Entstehung beider. Die Eigenthümlichkeit in der Sprache verschiedener Menschen rührt hauptsächlich von der Resonanz her.

Vocale entstehen, wenn die Stimmritze zum Tönen eingestellt, also verengert, wird und nun ein exspirirter Luftstrom in Schwingungen geräth. Der entstandene Ton erleidet in der Mundhöhle verschiedene Modificationen und dadurch erst bilden sich die verschiedenen Vocaltöne aus. Es muss dabei dem Luftstrome der Eintritt in die Nasenhöhle verwehrt sein, weil sonst näselnde Töne hervorgebracht werden; daher hebt sich beim reinen Aussprechen der Vocale der weiche Gaumen gegen die Choanen. 1) Die in die Mundhöhle gelangte schwingende Luftsäule geht durch dieselbe, während die Mundöffnung erweitert ist und die Zunge auf dem Boden liegt; es entsteht der Ton a. — 2) Wenn sich

Klangfarben.

Vocale, Consonanten.

hingegen die Zunge hinten hebt und nahe dem Gaumen anliegt, die Mundöffnung ein rundes Loch bildet, so entsteht u. — Bei u findet mithin eine verengernde Bewegung der Lippen durch Contraction des *m. orbicularis oris* Statt. Diese ist auch vorhanden bei o, sie fehlt aber bei a, e, i. — 3) Zwischen der Bildung von o und u finden nur quantitative Verschiedenheiten Statt, indem bei o die Zunge hinten weniger gewölbt, die Mundöffnung ein etwas weiteres Loch darstellt. — 4) Die Vocale e und i unterscheiden sich in der Aussprache von a dadurch, dass die Zunge nicht mehr auf dem Boden bleibt, sondern sich erhebt und dass die Mundhöhle enger wird. Bei ganz offener Mundhöhle kann i nicht ausgesprochen werden, e nur undeutlich; i verhält sich zu e, wie u zu o; es findet nur ein quantitativer Unterschied der Bewegungen Statt.

Wenn man von 3 Stimmgabeln eine auf das ungestrichene f abstimmt, eine zweite auf \bar{b} , eine dritte auf \bar{b} , und bringt eine jede nach einander zum Tönen, so bemerkt man Folgendes. Stellt man die Mundöffnung und Mundhöhle so, als wenn man u aussprechen wollte, so wird die Resonanz der ersten auf f gestimmten Gabel erhöht, unter den entsprechenden Bewegungen bei o die Resonanz der auf \bar{b} , und bei a die Resonanz der auf \bar{b} gestimmten Gabel. — Der Mundstellung für e entsprechen die Resonanzen von 2 Tönen, nämlich von \bar{f} und \bar{b} , für i von f und \bar{d} . — Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, dass eine in einem Kanale befindliche, in Schwingungen versetzte Luftsäule ihre Eigentöne zeigt, unter gewissen Umständen nur einen, unter andern 2. Der erste Fall trifft zu bei a, o, u; der zweite, dass nämlich 2 Eigentöne hervorgebracht werden, bei e und i.

Die Vocale können auch bei einer sehr geringen Mitwirkung der Stimmritze gesprochen werden, man nennt dies Flüstern.

Die Consonanten sind Geräusche, von denen die meisten dadurch sich bilden, dass die expirirte Luftsäule durch verengte Stellen der Rachen- und Mundhöhle durchstreicht. Die Stimmritze ist dabei offen und schliesst sich, wenn zugleich ein Vocal mit dem Consonanten verbunden wird. Dabei findet selbstverständlich auch die dem Vocale eigne Mundstellung Statt. — Bei einem Consonanten, h, findet kein Verschluss Statt, es ist vielmehr das bloss verstärkte Expirationsgeräusch.

Man kann sehr viele Consonanten flüsternd, d. h. ohne Vocale sprechen, so dass sich dabei die Lippen gar nicht bewegen. Hingegen ist eine Bewegung vorhanden, wenn b und p, f und w, m in dieser Weise gesprochen werden. Bei b und p wird Unterlippe an Oberlippe gedrückt und rasch wieder davon entfernt, oder umgekehrt, es ist daher eine doppelte Bewegung, ein sog. explosiver Ton. Bei f und w ist Unterlippe an Oberlippe oder auch an die obere Zahnreihe herangezogen, während ein Hauch durch den Mund ausgestossen wird, welcher, wenn er verstärkt ist, die Wange etwas aufbläst. Bei m verengt sich die Mundöffnung, der Luftstrom geht dabei durch die Nase.

Während sonach bei den Lippenbuchstaben b, p, f, w und m eine Verengerung an der Mundöffnung Statt hat, erfolgt bei den Zungenbuchstaben eine solche durch das vordere Zungenstück bei d und t, s und l, n und (in einer gewissen Aussprache) r; endlich bei den Gaumenbuchstaben durch das hintere Zungenstück bei g, k, ch, j und das mit starkem Erzittern des Zäpfchens hart ausgesprochene r.

d und t entstehen durch Doppelbewegungen, sind also explosive Töne. Der vordere Zungentheil legt sich an das vordere Ende des Gaumens und entfernt sich rasch davon. Bei s und l, sowie bei dem weichen r und n ist der Verschluss an derselben Stelle und zwar bei s in der ganzen Breite, bei l nur in der

Mitte, bei r erzittert die vordere Zunge, bei n geht der Luftstrom durch die Nase.

g und k sind explosivae, zwischen Zungenwurzel und weichem Gaumen entstehend; bei j und ch streicht der Luftstrom einfach durch; bei r erzittert das Zäpfchen.

Sechster Abschnitt.

Nervenphysiologie.

Erstes Kapitel.

Allgemeine Eigenschaften des Nervensystems.

§. 1.

Dem Nervensystem kommt

1) als eigenthümliche Erscheinung Gefühl und Empfindung zu. Dasselbe ist

Functionen
im Allgemei-
nen.

2) im Stande, Drüsen-, Muskel- und psychische Kräfte zur Aeusserung zu bringen;

3) wirken die unter 2) genannten Kräfte wieder durch das Nervensystem auf das Gefühl und die Empfindung zurück, und

4) endlich werden durch das Nervensystem sämtliche genannte Kräfte (Gefühl, Empfindung, motorische und psychische Kräfte) in Beziehung zu einander gesetzt.

§. 2. Anatomische Bemerkungen.

Man unterscheidet centrale und peripherische Theile des Nervensystems. Im engern Sinne nennt man nur Gehirn und Rückenmark Centraltheile. Dies hat deshalb seine Berechtigung, weil es keine Nervenverrichtung im ganzen Körper gibt, auf welche die genannten Organe nicht einen bald grössern, bald geringern Ein-

Central- und
peripherisch
Theile.

fluss üben könnten. Im weitern Sinne rechnet man aber auch die zahlreichen Knoten, Ganglien, welche inmitten des Verlaufes der Nervenfasern sich finden, zu den Centraltheilen. Diese Bezeichnung hat ihre anatomische und physiologische Begründung. Denn einmal enthalten die Ganglien Zellen, aus denen Nervenfasern hervorgehen; zweitens aber finden sie sich in vielen Organen, welche eine selbstständige, geregelte Bewegung zeigen, auch noch wenn sie mit Gehirn und Rückenmark nicht mehr in Verbindung stehen.

Wo man aber einen compacten Nerventheil genauer untersucht, findet man zweierlei wesentliche Elemente, nämlich Fasern und Zellen. Im Gehirne, Rückenmarke und den peripherischen Ganglien erscheinen beide neben einander. Die meisten Nerven selbst enthalten nur Fasern. Im Systeme des n. sympathicus kommen mitunter einzelne Ganglienzellen auch in den Fasern eingelagert vor. Die genannten Elemente werden von Bindegewebe zusammengehalten und von Gefässen begleitet.

Markhaltige
und marklose
Nerven-
fasern.

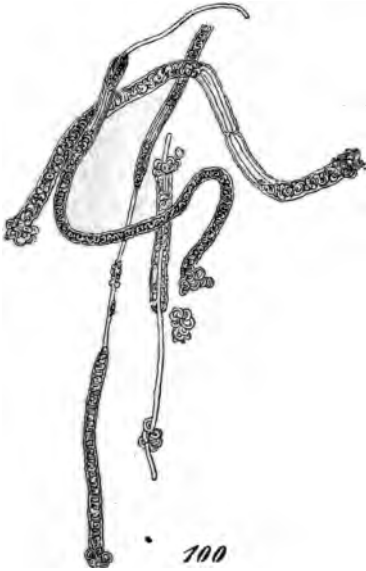
1) Nervenfasern. Es gibt solche, welche eine Röhre darstellen, durch deren Mitte ein Faden durchgeht, und andre, welche nur aus einem solchen Faden bestehen. Letzterer ist der Axencylinder. Diejenigen Nervenfasern, welche lediglich aus einem solchen bestehen, werden als marklose bezeichnet, die andern als markhaltige, s. Fig. 31 und 32.

An den markhaltigen unterscheidet man folgende Theile: 1) die Hülle (neurolemma), 2) das krümliche, im frischen Zustande durchsichtige, später gerinnende Mark, oder die Markscheide, und 3) den Axencylinder.

Die markhaltigen Nervenfasern lassen sich wieder in 2 Unterabtheilungen bringen, welche freilich Uebergänge zeigen, doch wahrscheinlich in physiologischer Hinsicht ihre eigenthümliche Bedeutung haben. Auf sie haben Bidder und Volkmann vorzugsweise auf-

merksam gemacht. Die eine Art bildet die breiten doppelt-contourirten, die andere die schmalen einfach-contourirten Fasern. Die ersteren können doppelt so breit sein, als die zweiten und zeichnen sich durch den reichen markigen, bröcklichen Inhalt besonders aus.

Fig. 31.



Markhaltige Nervenfasern aus dem n. ischiadicus des Kaninchens. An einzelnen Stellen ist der Achsencylinder ganz von der Markscheide entblösst; an einer Faser hängt er weit heraus. Das krümliche Mark ist am obern Ende der Fasern herausgequollen.

Weil dieser gerinnt, bildet es scheinbar innerhalb des Neurolemms eine zweite Scheide. Die schmalen Nervenfasern sind arm an Mark, oder wenigstens an solchem, welches gerinnt und krümlich wird. Im n. sympathicus gehört die bei Weitem grösste Anzahl der Fasern zu

der letztern Art, viel spärlicher sind in demselben die doppelt contourirten; grade umgekehrt ist dies der Fall bei den eigentlich sogenannten Cerebrospinalfasern. —

Fig. 32.



Marklose (Remak'sche) Fasern aus dem plexus coeliacus mit Kernen besetzt; ausserdem ein Haufen Ganglienzellen und einige schmale markhaltige Fasern.

Auch im Gehirne und Rückenmarke finden sich breite und schmale markhaltige Fasern unter vielen Uebergängen, ohne dass man bis jetzt einen ganz sichern

Anhaltspunkt über die Bedeutung der einzelnen Arten hätte. — Sie sind zereissbarer, als die peripherischen. Namentlich wird bei den schmalern eine Hülle von vielen Forschern bezweifelt. Das Mark sammelt sich leicht an einzelnen Stellen an, wodurch diese Fasern oft ein rosenkranzartiges, variköses Ansehen erhalten.

Die marklosen Fasern sind wie gesagt Axencylinder, welche nicht, wie die markhaltigen von Mark umgeben, also nicht Röhren, sondern solid sind. In einem und demselben Nerven können markhaltige und marklose neben einander vorkommen, so z. B. in den Unterleibsplexus; in manchen Organen sind fast alle Nervenfasern marklose z. B. in der Milz vom Ochsen. — Man kann auch von diesen Nervenfasern 2 Unterarten unterscheiden, nämlich solche mit besondern, durch die grosse Anzahl von Kernen ausgezeichneten Hüllen, und solche ohne Hüllen. — Die ersteren nennt man nach ihrem Entdecker auch Remak'sche Fasern*). Die-

*) Ich kenne kein besseres Mittel, um den Axencylinder der sog. Cerebrospinalnervenfasern, sowie auch die Remak'schen Fasern zu untersuchen, als die von mir zur mikro-mechanischen Analyse thierischer Theile angegebene Verbindung von Salpetersäure (1:destillirtes Wasser 1) mit Kali chloricum im Ueberschuss. Um bei Froschnerven den Axencylinder rein darzustellen, wird ein beliebiger Rumpfnerv z. B. der n. ischiadicus zerfasert und einen Tag bei Stubentemperatur mit der angegebenen Flüssigkeit in Verbindung gelassen. Dann wird diese ausgegossen und das Präparat wiederholt mit Wasser ausgewaschen; um möglichst die Säure zu entfernen. Man zerlegt nun mit Nadeln, welche keinen Werth haben, die Nerven soviel als möglich, und erhält dadurch ganz nackte Axencylinder sowie andere, welche zum Theil mit Mark noch umgeben sind. — Nerven von Säugethieren bedürfen längere Zeit, ehe sie zur Untersuchung geeignet sind. — Unterwirft man Milznerven dieser Behandlung, so werden die kernhaltigen Hüllen aufgelöst, die Kerne selbst sieht man einzeln auf dem Gesichtsfelde herumschwimmen; — es ist dann ein Leichtes, die Axenfibrillen darzustellen. — Man kann solche Nerven Wochen lang in Wasser aufheben, ohne dass sie verderben.

selben finden sich in den Ganglienplexus der Säuge-
thiere, sehr zahlreich in den Milznerven, in dem n. ol-
factorius. Sie bestehen aus sehr zarten Fasern, Axen-
fibrillen genannt, welche Aehnlichkeit mit feinen Bin-
degewebsfasern haben, jedoch durch Behandlung mit

Fig. 33.



Axenfibrillen aus dem
n. olfactorius nach
M. Schultze.

Fig. 34.



Ganglienzellen mit nackten Axencylindern,
dabei eine markhaltige Faser.

Chromsäure variköse Anschwellungen bekommen, auch
durch manche Färbemittel von jenen unterscheidbar sind.
— Abgesehen von diesen Hüllen sind alle marklosen
Nerven den Remakschen vollkommen ähnlich. Man
kann sie daher mit Recht als nackte und mit Hüllen

versehene unterscheiden.*) — Nackte Axencylinder sind beobachtet an den Nervenanfängen, welche mit Ganglienzellen in Verbindung stehen, p. 203 und auch da wo sie endigen (s. u.); — ferner gehören dahin die Fasern des n. opticus in der retina u. a. m.

2) Ganglienzellen. Die peripherischen Ganglien Ganglien. finden sich, soviel bis jetzt sicher constatirt ist, nur

Fig. 35.



Ganglienzellen aus dem Gehirn.
a. Axencylinderfortsatz.

Fig. 36.



Ganglienzellen aus dem G. Gasseri des Kaninchens, scheinbar apolar, mit Scheiden.

an sensiblen und solchen Nerven, welche in Körperteilen sich verbreiten, die nicht willkürlich bewegt werden können; sowohl muskulösen, als drüsigen Organen. Zu erstern gehören die Spinalganglien an den hintern sensiblen Wurzeln der Rückenmarksnerven; die Ganglien am Ursprung der nn. trigeminus, vagus, glossopharyngeus; zu letztern die Ganglien des n. sympathicus, von welchen sich Aeste abzweigen, die zu Gefäßen laufen, ferner die in der Nähe von Secretions-

*) Ob die den Cerebrospinalnervenfasern zukommenden Axencylinder ohne Hülle, oder ob dieselben mit einer besondern Hülle versehen sind, darüber herrschen noch Zweifel. Ich habe zahlreiche Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt, welche mich zu dem Resultate geführt haben, dass den Axencylindern allerdings sehr zarte Hüllen zukommen.

organen (z. B. das ganglion submaxillare, die Ganglien an dem pancreas, der Thränendrüse, der submucosa des Darms etc.), sodann die im Herzen, an der Blase, der muscularis des Darms (plexus myentericus) etc., endlich die an den nervösen Unterleibsplexus vorkommenden.

An Nerven, welche zu Muskeln gehen, die dem Willen unterworfen sind, hat man bis jetzt nicht mit Sicherheit Ganglienzellen angetroffen.

Im Gehirn und Rückenmarke sind Ganglienzellen in der grauen, nicht in der weissen Substanz vorhanden. Sie unterscheiden sich von den peripherischen durch ihre grössere Weichheit; ferner dadurch, dass die peripherischen von einer kernhaltigen Hülle, ganz so, wie die Remakschen Fasern, umkleidet sind, welche den centralen fehlt; endlich dadurch, dass sehr viele derselben mehr als einen Fortsatz zeigen, (s. Fig. 35 S. 227).

Aus den Ganglienzellen der Peripherie, wie auch den centralen gehen Nervenfasern hervor. In den peripherischen ist gewöhnlich nur ein solcher Fortsatz, in den centralen meist mehrere, besonders an den Vorderhörnern. Ueber die histologische Beschaffenheit der Ganglienzellen, über die sog. Spiralfasern an den Ganglien des n. sympathicus des Frosches, über Ganglienzellen, welche gewissermassen innerhalb einer Nervenfasern eingebettet sind und besonders bei Fischen beobachtet wurden, endlich über den Zusammenhang der Nervenfasern mit dem Kerne und Kernkörperchen der Ganglienzellen sind die Werke über Histologie zu vergleichen.

Die Nervenfasern endigen stumpf, und zwar, wie es scheint in der Art, dass nur der Axencylinder, nicht auch die ganze Nervenröhre bleibt. Der Axencylinder besteht aber aus Fibrillen, wie bereits oben angeführt. An seinem letzten Ende theilt er sich gewöhnlich gabelförmig, und zwar sehr vielfach. Dies Verhalten ist freilich nur erst an einzelnen Muskeln nachgewiesen und man ist daher noch nicht berechtigt, es als allgemeine Erscheinung aufzufassen. — An vielen Stellen ist

er noch mit einem besondern Endapparat versehen, welcher in Form von zwiebelförmigen oder kolbigen Anschwellungen erscheint. So z. B. endigen an der Handfläche und Fusssohle und vielen andern Stellen, am mesenterium der Katze u. s. w. feine Nervenzweige- chen mit kleinen Anschwellungen, welche selbst eine Grösse von 4,5 mm. annehmen können, die man nach ihren Entdeckern Vater'sche oder Pacinische Kör-

Fig. 37.



Pacini'sche Körperchen aus dem mesocolon der Katze.
300 mal vergrössert.

perchen nennt, s. Fig. 37. Ferner gehören dahin die Tastkörperchen s. Fig. 38; die Endplatten der Muskel- nerven s. Fig. 39, a. f. S.

Dass die Nervenfasern nicht in ähnlicher Weise wie die Gefässe Schlingen bilden und eine Primitivfaser an ihrem Ende in eine andere umbiegt, um mit ihr zu verschmelzen, war eine Voraussetzung, welche durch die ganze Einrichtung des Nervenlebens geboten war. So-

wohl die Gefühlseindrücke als die Bewegungsäusserungen sind um so genauer, je mehr sie von einander unterschieden werden können. Jede Wahrnehmung beruht schliesslich darauf, dass wir die Objekte in allen ihren

Fig. 38.



Tastkörperchen.

Fig. 39.



Quergestreifte Muskelfaser mit Muskelkern bei a. b Nerven-faser. c Endplatte.

Einzelheiten aufzufassen vermögen, und jede scharf ausgeführte Bewegung darauf, dass wir die einzelnen Apparate derselben vollkommen beherrschen können.

Die Leitung im Nervensystem erfordert also eine Isolation. Anders verhält es sich mit der Mittheilung der Nervenaffectionen. Hierzu ist eine Verbindung der Ganglienzellen eine unumgängliche Nothwendigkeit. Indessen sind noch nicht genug anatomische Unterlagen vorhanden, um einen strikten Beweis zu führen. Plexus in der Ausbreitung peripherischer Ganglienzellen sind bereits bekannt, z. B. der im Darne von Auerbach entdeckte.

§. 3. Chemische Bestandtheile der Nervensubstanz.

Protagon.

Aus dem Gehirn und dem Rückenmarke lässt sich ein krystallinischer Körper, das sogenannte Protagon,

welches besonders durch seinen Phosphorgehalt ausgezeichnet ist, darstellen (s. Anhang). Er zerfällt durch Behandlung mit Baryt in einen phosphorfreien und in einen phosphorhaltigen Körper; jener ist das Neurin, dieser die Glycerinphosphorsäure; der zurückbleibende Rest ist besonders reich an Fettsäuren. Ausserdem enthält das Gehirn von organischen Bestandtheilen: Eiweiss (Kali-Albuminat), Cholesterin, Inosit, Milchsäure, geringe Mengen von Kreatin, Xanthin, Hypoxanthin und Leucin, in der Asche die Phosphate von Kalium (55 $\frac{0}{0}$), Natrium, Magnesium, Calcium und Eisen, dann freie Phosphorsäure (9,15 $\frac{0}{0}$), Chlornatrium, Kalisulphat, Kieselsäure. (Breed). Die weisse Substanz ist reicher an Eiweiss, als die graue; jene enthält aber nur ungefähr 70 $\frac{0}{0}$ Wasser, diese 80 $\frac{0}{0}$.

§. 4. Function der Ganglien und Nervenfasern im Allgemeinen.

Jedes Organ und jeder Organtheil kann sich in Allgemein einem Zustande befinden, in welchem die Eigenschaften und Verrichtungen, zu denen er befähigt ist, zwar vorhanden sind, aber sich nicht äussern, und dann wieder in einem Zustande, in welchem sie zur Erscheinung kommen. Wir unterscheiden also einen ruhenden und einen thätigen Zustand, oder mit andern Worten, einen solchen, in welchem der in einem Organe vorhandene Kräftevorrath als Spannkraft und einen solchen, in welchem derselbe als lebendige Kraft auftritt. Es sind gewisse Bedingungen erforderlich, unter welchen eine Form in die andre, also Ruhe in Bewegung oder Bewegung in Ruhe übergeht. Im ovulum sind z. B. Spannkräfte vorhanden, welche unter den zur Entwicklung nothwendigen Bedingungen in die lebendigen Kräfte des entstehenden und wachsenden Embryo sich umwandeln. Dieses Beispiel zeigt eine fortschreitende Weiterbildung, die Organe kehren nicht mehr zu der Eiform

zurück. Anders ist es bei den sichtlichen Bewegungen der Körpertheile, sie können mit Ruhe abwechseln. Wirklich findet sich ein Bestreben zur Ruhe, wenn Bewegung statt gefunden hat und ein Streben zur Bewegung nach vorhergegangener Ruhe. — So auch im Bereiche der Empfindung. Bei anhaltendem Dunkel sucht das Auge das Licht, und bei fortdauernder Beleuchtung den Schatten.

Nerven,
welche die
Spannkräfte
und lebendigen
Kräfte
erregen.

Zu den Bedingungen, welche die genannten beiden Zustände hervorrufen, gehören auch die Nerven. Es gibt Nerven, welche in Thätigkeit versetzt, Bewegung, Secretion, Empfindung veranlassen und gibt auch Nerven, welche die Spannkräfte wecken und dadurch die lebendigen Kräfte momentan aufheben. Als Beispiel sei die Herzbewegung erwähnt. Das lebensfähige, ruhende Herz trägt das Bestreben zur Bewegung in sich, und dieser folgt wieder in der diastole die Ruhe. Wird der n. vagus gereizt, so vermehrt sich der Spannungszustand, es kommt die Bewegung nicht zu Stande. —

Die meisten Nerven, welche in Muskeln oder Drüsen sich verbreiten, heben hingegen, wenn sie in Thätigkeit versetzt werden, die bestehende Ruhe auf und verwandeln die Spannkräfte in lebendige Kräfte. So z. B. können die in Ruhe befindlichen Zellen der Unterkieferdrüse, welche das Vermögen haben, Speichel zu erzeugen, dieses Bestreben zur Aeusserung bringen, wenn die zu ihnen hingehende chorda tympani gereizt wird.

Es macht einen sehr wesentlichen Theil der Nervenphysiologie aus, die Gesetze zu ermitteln, nach welchen die genannten Lebensäußerungen der einzelnen Organe unter dem Einflusse der Nerven hervortreten.

Die Centren
bestimmen
die Thätig-
keit.

Dieses beständige Eingreifen des Nervensystems in die Lebensprocesse der einzelnen Organe, durch welches ein vorhandener Ruhezustand in Bewegung und Bewegung in Ruhe gebracht werden kann, hat jedoch nicht ihren letzten Grund in den Nerven selbst, sondern in ihren Centren, den Ganglienzellen.

Die Funktionsäusserung dieser wird also Veranlassung zur Thätigkeit der Nerven. Sie können daher mit Recht als die Orte gelten, an welchen sich Nervenkräfte erzeugen. Der Beweis wird dadurch geliefert, dass jeder durchschnittene Nerv, welcher also von seinen Ganglienzellen getrennt ist, zu fungiren aufhört.

Es gibt Nervencentra, welche nicht eher Nervenkräfte entwickeln, als bis sie durch Impulse dazu veranlasst werden (s. §. 21 fg.); bei andern hingegen ist dies nicht der Fall, der Complex von Agentien, welche das Leben entstehen und bestehen lassen, reicht aus, um solchen Centren die Fähigkeit zu ertheilen, Nervenkräfte zur Erscheinung zu bringen. Sie bedürfen keiner besondern Impulse. Man nennt sie daher auch automatische (s. §. 20).

Von den Organen, in deren Funktionen in der oben angegebenen Weise das Nervensystem eingreift, sind zuerst die Muskeln und Drüsen zu nennen.

Die Einwirkung der Nerven auf die eben genannten Organe kann man sich leichter vorstellen, weil deren Structur ganz verschieden von derjenigen der Nerven ist. Viel complicirter wird die Untersuchung hingegen, wenn in dem Bereich des Nervensystems selbst Organe einverleibt sind, in welchen höchst eigenthümliche und schwer definirbare Erscheinungen, nämlich die Empfindung, der Instinkt, die Vorstellung, der Trieb, überhaupt die psychischen Kräfte zur Aeusserung kommen; Organe, in welchen die Structur im Ganzen und Grossen dieselben Elemente zeigt, welche dem Nervensysteme überhaupt zukommen. — Die materiellen Grundlagen der genannten psychischen Kräfte liegen im Gehirne und je nachdem man den Begriff weiter ausdehnt, in dem Rückenmarke.*) Die Impulse zur Thätigkeit derselben

*) Wenn man die von einer bewussten Vorstellung ausgehenden Empfindungen und Bewegungen nur als psychische bezeichnet, wie es herkömmlich ist, wenn man dabei voraus-

gehen nun wieder vom Nervensysteme selbst aus, und zwar von den Enden der Nerven in der Peripherie der Organe, der Haut, der Schleimhäute, der Muskeln etc.

Nerven-
bezirke.

So stellen sich uns 3 grosse Bezirke dar, in denen das Nervensystem seine Herrschaft concentrirt. Der eine erstreckt sich von denjenigen Ganglienzellen, aus denen die für Muskeln (Gefässmuskeln eingeschlossen) und Drüsen bestimmten Nerven hervorgehen, bis zu diesen Organen; der zweite beginnt in der Peripherie und endet in den Ganglienzellen von Gehirn und Rückenmark; der dritte endlich bleibt innerhalb dieser Centraltheile, und steht nur durch die beiden andern Bezirke mit der Peripherie in Beziehung. Wir können den ersten Bezirk den motorischen, den zweiten den peripherischen Erregungs-, den dritten den centralen Bezirk des Nervensystems nennen.

Es ist eine physiologisch nothwendige Voraussetzung, dass es besonders geartete Ganglienzellen für die verschiedenen Funktionen geben muss. Anatomisch sind sie noch nicht nachgewiesen. Die motorischen Ganglienzellen finden sich sowohl in den peripherischen Ganglien, als in den Centraltheilen. Namentlich scheinen die grossen, an den Vorderhörnern des Rückenmarks vorkommenden als motorische aufgefasst werden zu müssen; ebenso die in allen peripherischen Ganglien.

Die genannten 3 Bezirke stehen mit einander in einer engen Verbindung. Z. B. wenn ein Objekt gesehen wird, so beginnt die Nerventhätigkeit an den Nervenfasern der Netzhaut, sie trägt sich über auf die Ganglien, in welche die Sehnervenfasern im Gehirne

setzt, dass zu einer solchen Sinneseindrücke gehören, so kann man nur in das Gehirn den leiblichen Sitz der psychischen Erscheinungen verlegen. Wenn man aber die sog. unbewussten instinktartigen Vorstellungen, bei denen zweckmässige Wahl der Bewegungen nicht ausgeschlossen ist, zu den psychischen Erscheinungen zählt, so darf man auch nicht über das Wort: Rückenmarksseele rechten.

endigen, und dadurch entsteht eine Empfindung; diese Empfindung greift in das psychische Gebiet ein, es entstehen Vorstellungen, Triebe, und wenn aus ihnen wieder Bewegungen resultiren, so sind von den Ganglienzellen, welche von der Seele aus erregt waren, wieder diejenigen beeinflusst worden, von denen die motorischen Nerven ausgehen.

Alle Erscheinungen im Nervenleben setzen zwei Eigenschaften voraus, von denen die eine den Nervenfasern, die andere den Ganglienzellen eigenthümlich ist, nämlich Leitung und Mittheilung. Unter Leitung verstehen wir die Verbreitung eines Zustandes, welcher an einer Stelle einer Nervenfasern entstanden ist, auf einen benachbarten und von da aus weiter und weiter, von einem Querschnitte zum andern, sie folgt mithin der Längsrichtung der Faser. Wenn also z. B. ein Stich in die Volarfläche der Haut eines Nagelgliedes gemacht und dadurch ein Aestchen des n. medianus getroffen worden ist, so entsteht an dieser Stelle eine gewisse Veränderung in den Molekülen der verletzten Nervenfasern und von da aus erfolgt eine weitere Veränderung in den angrenzenden Nervenheilchen, wahrscheinlich eine Art von Wellenbewegung bis dahin, wo diese auf einen Gangliencomplex stösst. — Mittheilung findet, soviel man bis jetzt weiss, nur von Ganglienzellen aus Statt und unterscheidet sich dadurch von der Leitung, dass sie eine Weiterverbreitung der in den genannten Zellen hervorgebrachten Zustände nach verschiedenen Richtungen in der Quere und Dicke, nicht bloss eine linienförmige, einschliesst. — In den Ganglienzellen entstehen also nicht nur die Nervenkräfte, sondern sie strahlen auch, so zu sagen, von da nach verschiedenen Seiten hin aus und geben den Nervenfasern, welche mit ihnen verbunden sind, Veranlassung, sie an andre Orte zu verpflanzen. Indessen ist es bis jetzt keineswegs befriedigend ermittelt, welche Ganglienzellen des Rückenmarks und Gehirns mit den verschiedenen

Leitung.

Mittheilung.

Arten der Nervenfasern verbunden sind, d. h. mit deren Worten, wo man die Centra für die einzelnen im Nervensysteme entwickelten Kräfte zu suchen. Ja man kennt nicht einmal alle vom Nervensystem abhängigen Kräfte, und noch weniger alle Gesetze, welchen die bekannten sich äussern. Nur so viel sich mit Sicherheit aussprechen, dass überall da, eine Nervenkraft in eine andre sich umsetzt, Gangzellen vorkommen. Im Gehirne und Rückenmark es die graue Substanz, welche den Sitz der Gangzellen ausmacht; von ihr gilt mithin das eben Gesagte.

Wurzeln der peripherischen Ganglien.

In den peripherischen Ganglien kommen von mehreren Seiten Nerven zusammen. Man kann an vier hinzutretende und austretende Nerven unterscheiden, so z. B. laufen zu dem ganglion submaxillare die Fasern des n. lingualis als radix sensitiva, die der chorda palati als radix motoria, die des plexus maxillaris externus als radix sympathica, andererseits treten Aesthetica zur Drüse aus dem ganglion heraus. Dasselbe Verhältniss lässt sich am ganglion ophthalmicum, oticum, submaxillare, petrosum, jugulare u. s. w. nachweisen. Wie aber innerhalb eines peripherischen ganglion zu- und austretenden Nerven sich verhalten, ist unermittelt.

In den Nerven sind Bahnen für verschiedenartige Fasern.

Ueberhaupt ist die Richtung des Verlaufs der Nervenfasern in keinem Nerven ohne Weiteres klar, in ein solcher eine Bahn darstellt, in welcher nicht verschiedene Arten von Nervenfasern neben einander liegen (Volkmann), sondern auch nach entgegengesetzter Richtung verlaufen können. Ein interessantes Beispiel liefert der n. vagus, welcher bei vielen Thieren sogar noch den n. sympathicus in derselben Schale einschliesst. In diesem n. vago-sympathicus verbreiten sich Erregungen weiter in der Richtung von dem Hinter- (Hinter-) zum Ober- (Vorder)körper, und umgekehrt und es sind alle Arten von peripherischen Nervenfasern, welche man kennt (s. §. 5) in demselben vertreten.

An jedem Nerven unterscheidet man seinen Anfang und sein Ende. Die Stelle, an welcher im normalen Leben ein Nerv gewöhnlich zur Thätigkeit veranlasst wird, bezeichnet man als Anfang und diejenige, an welcher die Wirkung seiner Thätigkeit hervortritt, als sein Ende. So hat z. B. der n. olfactorius seinen Anfang in der Riechhaut der Nase und endigt in gewissen Ganglienzellen des Gehirns, durch welche die Geruchsempfindung vermittelt wird. — Die Muskelnerven haben ihren Anfang in gewissen Ganglienzellen des Rücken- oder verlängerten Marks und ihr Ende in den Muskeln. — Bei sehr vielen Nerven ergibt es sich von selbst, wo man ihren Anfang und wo man ihr Ende zu suchen hat; indem die anatomische Präparation schon darauf hinweist. Bei manchen bietet hingegen die Untersuchung so viele Schwierigkeiten, dass andre Hilfsmittel erforderlich sind. Dazu dienen theils Reizung, theils Durchschneidung solcher Nerven. Wenn man z. B. bei einem lebenden Thiere den n. sympathicus nahe der Brust durchschneidet, dann das nach dem Kopfe hinggerichtete Ende galvanisirt, so erweitert sich die Pupille. Dies dient zum Beweise, dass Fasern desselben in der Richtung von der Brust nach dem Kopfe verlaufen. Ferner hat man beobachtet, dass diejenigen Fasern eines Nerven, welche nicht mehr mit den ihm zugehörigen Ganglienzellen in Verbindung stehen, fettig entarten. So haben Waller und ich gezeigt, dass mehrere Wochen nach der Durchneidung des n. vago-sympathicus cervicalis (von Hunden) das vordere (Kopf-) Ende des n. vagus und das hintere des n. sympathicus fettig entartet waren, woraus hervorgeht, dass der erstere einen Verlauf von vorn nach hinten hat, der letztere einen umgekehrten.

§. 4 a. Mittheilung.

Obwohl anatomisch eine Verbindung der Ganglienzellen unter einander noch nicht festgestellt ist, so kann

Die beiden
Nerven-
enden.

Mittheilung
der Nerven-
zustände.

darüber doch kein Zweifel obwalten, dass eine solche besteht. Ohne die Uebertragung einer in einem Ganglienzellencomplex entstandenen Kraft auf einen andern sind die wesentlichsten Nervenerscheinungen ganz unerklärlich. Die Heerde, in welchen die Nervenkräfte entstehen, müssen demnach einen Zusammenhang haben. Wir werden im Folgenden die einzelnen Nervenkräfte noch genauer kennen lernen. Hier sei nur bemerkt, dass ein solcher Ort als Centrum zu betrachten ist. Jede organische Thätigkeit, welche vom Nervensystem abhängt, muss nothwendig auch ihr Nervencentrum haben; aber es ist nicht erforderlich, dass nur ein solches besteht, sondern es können auch mehrere vorhanden sein. Es ist dies sogar Regel, und zwar deshalb, weil eine und dieselbe Erscheinung meist aus verschiedenen Antrieben des Nervensystems hervorgeht. Einige Beispiele können das Gesagte erläutern. Die Augenlider werden geschlossen, wenn man schon von ferne einen Gegenstand dem Auge nähert, vor welchem sich dasselbe schützen will; aber auch, wenn die cornea berührt wird, ferner, wenn der n. facialis gereizt wird u. s. w. Schmerz kann durch Reizung von Gefühlsnerven, aber auch durch Vorstellungen entstehen. Mit einem Worte verschiedene Motive können an derselben Erscheinung concommitiren. Der Ort der Entstehung dieser Motive ist der Ort für die centra. Der Wille ist z. B. ein Motiv zu Muskelbewegungen. Die willkürlichen Bewegungen kommen nicht mehr zu Stande, wenn das Organ im Nervensystem, von dem sie abhängen, zerstört ist, wohl aber können noch dieselben Bewegungen entstehen, wenn andere Impulse sich derselben Werkzeuge zu bedienen vermögen. — Es versteht sich von selbst, dass jede Unterbrechung des Weges zwischen einem bestimmten nervösen Organe und dem Orte, wo die Erscheinung auftritt, die Wirkung aufhebt. So wird ein Nadelstich in die Fusssohle schmerzlos sein, wenn der n. ischiadicus comprimirt ist, und der Vorderarm wird trotz der

kräftigsten Willensintention sich nicht strecken, wenn der n. radialis unwirksam geworden ist.

Es ist anatomisch nachgewiesen, dass die Fasern der Nervenwurzeln im Rückenmarke in der grauen Substanz endigen und zwar unweit der Stelle, wo sie von dem Rückenmarke ausgehen. Die Ganglienzellen, mit denen sie zusammenhängen, sind mithin als die ersten Centren derselben zu betrachten. Es liegen also beispielsweise diese Centren der Nerven für die Muskeln der obern Extremitäten, in dem Theile des Rückenmarks, welcher sich zwischen dem 3. Hals- und 2. Brustwirbel befindet. Denn hier ist die Stelle, an welcher die Fasern der betreffenden Nerven in die angehörigen Ganglienzellen sich einsenken. — Wenn man die genannte Rückenmarksstelle reizt, so bewegen sich die Muskeln der obern Extremität. — Man sieht aber auch dasselbe vom verlängerten Mark aus. Ohne untersuchen zu wollen, in welcher Weise die Ganglienzellen des verlängerten Marks mit denen im Rückenmarke in Verbindung stehen, ist soviel klar, dass eine solche vorhanden sein muss. In jenem ist also ein zweites Centrum für dieselben Bewegungen vorauszusetzen, wenn man auch nicht mit Sicherheit das Verhältniss des einen zu dem andern ausdrücken kann.

In der Regel bleibt die Reizbarkeit der centra erster Ordnung nach dem Tode beträchtlich länger, als der andern, welche vom Orte des Eintritts der Nerven entfernter liegen. So findet sich z. B. das centrum erster Ordnung für die Muskeln der Blase in dem Lendenmark, während andererseits die Bewegung derselben auch durch Reizung der ganzen Strecke des Marks bis zum pedunculus cerebri hervorgebracht werden kann. Nach dem Tode wird aber rasch die letztere Wirkung vermisst, während die erstere noch 5 selbst 10 Minuten lang beobachtet wird.

Es sind einige Erfahrungen bekannt, aus welchen die Mittheilung der Zustände von einem Ganglien-

complexe zu einem andern, wenn auch nicht erklärt, so doch verständlicher gemacht werden.

Mitempfindung oder Irradiation.

1) Das Gefühl von Schmerz entsteht im verlängerten Marke, wird aber auf den Theil des Körpers zurückgeworfen, welcher von einem schmerzerregenden Eindrucke affizirt worden ist. Bei dieser Uebertragung von dem verlängerten Marke auf die peripherischen Theile kann wie durch Induction auf Nervenzellen, welche in der Nachbarschaft der erregten liegen, die Strömung übergehen. So gesellt sich zu Paroxysmen von Zahn- und Ohrensmerz solcher in der obern Extremität; starke Gerüche und Lichterscheinungen bringen Schmerz in Theilen, welche vom n. trigeminus versorgt sind u. s. w.

Mitbewegung.

Kunst.

2) Zwei von einem und demselben Objecte herrührende Eindrücke auf die correspondirende Nervenparthie beider Körperhälften können sich decken. Ein Gegenstand mit 2 Augen gesehen, erscheint doch nur einfach, wie derselbe Ton in beiden Ohren nur eine Empfindung hervorbringt. — Hieran schliesst sich, wie sich 2 an sich verschiedene Empfindungen, welche zu einem Zwecke verwendet werden, sich mit einander verbinden. Wenn z. B. eine Nadel eingefädelt wird, so hängt die richtige Bewegung von 2 sich begleitenden Empfindungen ab, nämlich dem Muskelgefühl (s. §. 17), mit welchem die Direction der betreffenden Muskeln geregelt wird, und der Gesichtsempfindung, durch welche ein Bild der Nadel und der Hand im Auge sich darstellt. In jedem Momente muss eine Uebereinstimmung zwischen beiden Thätigkeiten Statt finden. Die Fähigkeit, die Empfindung mit dem Muskelgefühl in Verbindung zu bringen, nennt man Kunst. — Umgekehrt kann ein und derselbe Eindruck in 2 zerlegt werden und die correspondirenden Nerven der beiden Körperhälften zeigen 2 Wirkungen, obwohl nur eine entstehen sollte. So z. B. kann es geschehen, dass der Willensimpuls bloss die Muskeln eines Armes in Thätigkeit

setzen will, und der andere Arm bewegt sich ohne angesprochen zu sein, zugleich, wie z. B. beim Kegelschieben dies sehr gewöhnlich geschieht. — Ebenso beobachtet man, dass Schmerz, an einem Körpertheile hervorgerufen, auf der andern gesunden Seite auch gefühlt wird.

3) Die Form der molekularen Bewegungen in den Ganglienzellen entsteht um so leichter, je öfter sie dagewesen ist. Man kann sich vorstellen, dass jeder Nerventhätigkeit auch bestimmte Lagerungen der kleinsten Theilchen der Ganglienzellen entsprechen. Das Gedächtniss, die Uebung, die Gewohnheit sind die Ausdrücke für eine Eigenschaft im Nervenleben, welche darin besteht, dass je öfter die gleichen oder ähnliche Antriebe sich wiederholen, die Geschwindigkeit, mit welcher die molekulare Bewegung von Statten geht, sich vermehrt und die Widerstände dieser Bewegungen vermindert werden.

Gedächtniss.
Uebung. Ge-
wohnheit.

§. 5. Arten der Nerven.

Man unterscheidet:

1) **Centripetale** Nerven, welche in der Peripherie erregt werden, deren Wirkung aber in den Ganglien, also im Centrum hervorgebracht wird, und zwar:

Einteilung
der Nerven.

a) mit Theilnahme des Gefühls, der Empfindung, resp. Wahrnehmung: sensible und sensuelle;

b) ohne Theilnahme der genannten Thätigkeiten: excitomotorische.

(Es soll damit nicht gesagt sein, es ist sogar sehr unwahrscheinlich, dass die letztgenannte Art von Nerven nothwendig auch generisch verschiedene Fasern enthalte, sondern nur, dass im erstern Falle noch besondere Kräfte hinzutreten, welche im letztern fehlen.)

2) **Centrifugale**. Sie werden erregt von den Ganglienzellen aus oder künstlich, aber stets in der Richtung gegen die Peripherie hin und zerfallen in

a) motorische, für die Muskeln.

b) Drüsennerven, für die Drüsenepithelien.

c) sympathische, hauptsächlich für die Gefäßmuskeln, aber auch für einzelne andere glatte Muskelfasern (z. B. dilatator pupillae) bestimmt,

d) gangliöse, d. h. solche, welche aus peripherischen Ganglien hervorgehen. Sie liegen im Bereiche anderer Nerven. Unter den gangliösen Nervenfasern kommen bei höhern Wirbelthieren die sogenannten Remak'schen Fasern vor, ausgezeichnet durch die Menge von Kernen, mit denen sie besetzt sind. (S. Fig. 32 S. 224.)

e) Hemmungsnerven, deren Reizung eine im normalen Leben bestehende continuirliche Bewegung, wie z. B. die des Herzens, momentan sistirt oder vermindert. Man könnte sie auch Erregungsnerven der Spannkraft nennen.

3) **Centrale**, d. h. solche, welche die verschiedenen Ganglienzellen unter einander verbinden.

Die einzelnen Arten der Nervenprimitivfasern sind nicht so gelagert, dass in einem und demselben Nerven nur dieselbe Art vorkommt, sondern in den meisten Nerven liegen Nervenprimitivfasern der verschiedensten Art zusammen; s. S. 236.

Bell'sches
Gesetz.

Durch Ch. Bell und Magendie wurde entdeckt, dass die Wirkung der hintern und vordern Wurzeln des Rückenmarks verschieden ist. Folgende Erscheinungen fasst man unter dem Namen Bell'sches Gesetz zusammen:

Hintere Wur-
zeln.

a) Schneidet man eine hintere Wurzel an dem Rückenmarke durch, so dass ein Theil am Rückenmarke noch hängen bleibt, so macht ein Thier während der Durchschneidung Bewegungen am Körper, welche deutlich zu erkennen geben, dass sie von Schmerz herrühren.

b) Reizt man das peripherische Ende der durchschnittenen Wurzel, so erfolgen gar keine Wirkungen.

c) Reizt man das centrale, noch mit dem Rückenmark zusammenhängende Ende, so zeigen sich wieder Schmerzäusserungen.

d) Alle Theile, in welchen sich die der durchschnit-

tenen hintern Wurzel angehörenden Fasern verbreiten, sind vollkommen gefühllos.

e) Durchschneidet man die vordere Wurzel, so entstehen während der Durchschneidung Zuckungen, welche genau auf die Theile beschränkt sind, in welchen sich die Fasern der durchschnittenen Wurzel verbreiten.

Vordere
Wurzeln.

f) Wird das centrale Ende gereizt, so sieht man gar keine Wirkung.

g) Wird das peripherische Ende gereizt, so entstehen Zuckungen, wie bei e.

h) Alle diejenigen Muskeln, zu welchen Fasern der durchschnittenen vordern Wurzeln hingehen, werden nicht mehr vom Thiere bewegt, wenn es eine Bewegung seines übrigen Körpers vornimmt.

i) Nach durchschnittenen hintern Wurzeln bleibt die Bewegung, nach durchschnittenen vordern Wurzeln das Gefühl an dem betreffenden Theile unversehrt zurück. Wenn man z. B. bei einem Frosche die hintern Wurzeln des siebenten, achten und neunten Nerven durchschneidet, so ist die hintere Extremität vollständig gefühllos; sie kann jedoch Bewegungen ausführen, die aber wegen des mangelnden Gefühls des Gleichgewichts nicht ganz harmonisch mit denen des gesunden Gliedes ausfallen. Werden hingegen von den obengenannten Nerven die vordern Wurzeln durchschnitten, so schleppt der Frosch das Bein mit sich, ohne dass er es im Geringsten bewegt; hingegen macht jeder Reiz auf die Haut des Gliedes Schmerz.

k) Weil, wie gesagt, in den meisten Nerven des Körpers motorische und sensible Fasern neben einander liegen, so entsteht nach der Durchschneidung eines Nerven die sensible Wirkung am centralen und die motorische am peripherischen Ende.

Gemischte
Nerven im
Verlaufe.

l) Bei den Gehirnnerven ist eine Unterscheidung zwischen hinterer und vorderer Wurzel nur am n. trigeminus möglich. Die portio major ist der sensible, die portio minor der motorische Theil des Nerven. Bei den

Gehirner-
ven.

übrigen Gehirnnerven ist eine solche Trennung nicht vorhanden; hingegen gibt es Gehirnnerven, welche nur eine Function haben, während andere schon bei ihrem Austritte aus dem Gehirne Fasern der einen und Fasern der andern Art in sich tragen.

Sensuelle
Nerven.

m) Die drei Gehirnnerven: n. olfactorius, opticus und acusticus, welche für die Empfindung des Geruchs, des Gefühls und des Gehörs bestimmt sind, sind ohne Schmerzgefühl gegen mechanische, chemische, elektrische Reize; nach der Durchschneidung bringt Reizung des peripherischen Endes auch keine Bewegung hervor; man unterscheidet sie daher, als eine besondere Art der sensiblen Nerven, unter dem Namen *sensuelle Nerven*.

n) Unter den Gehirnnerven sind rein motorisch: n. oculomotorius, trochlearis, abducens, facialis, accessorius Willisii. An seiner Wurzel gemischt ist der n. vagus, aber jedenfalls vorwaltend sensibel. Noch nicht völlig aufgeklärt sind in dieser Beziehung der n. glossopharyngeus, der sensuell für die Geschmacksempfindung ist und zugleich vielleicht auch sensibel und motorisch. Der n. hypoglossus ist wahrscheinlich bloß motorisch.

Zweites Kapitel.

Reizbarkeit und Reize der Nervenfasern und Ganglien.

§. 6. Allgemeines.

Reizbarkeit
der Nerven.

Die Eigenschaft der Nerventheilchen, aus ihrer Ruhelage durch gewisse Einwirkungen verrückt werden zu können, nennt man *Reizbarkeit* oder *Erregbarkeit*, *irritabilitas nervorum* und die Einwirkungen *Reize*. Das Gleichgewicht im Nervensystem wird aufgehoben, theils wenn etwas, was zu seiner Lebensbedingung gehört, entzogen wird, z. B. Wasser, Sauerstoff etc., theils wenn an einer Stelle ein Reiz die Ganglienzellen, die peripherischen Endorgane oder die

Nerven in ihrem Verlaufe trifft und wenn dadurch die Nerventheilchen in Bewegung gesetzt werden. Wird diese Bewegung in motorischen Nerven bis zu den Muskeln oder Drüsen fortgepflanzt, so contrahiren sich die Muskeln und die Drüsenzellen secerniren; verbreitet sie sich in sensiblen Nerven von der Peripherie aus bis zu gewissen Ganglienzellen, so entstehen Gefühle oder sogenannte reflectorische Erscheinungen. Die in Bewegung versetzten Nerventheilchen haben (durch ihre Elasticität?) das Bestreben, in ihre Ruhelage zurückzukehren, welches um so rascher eintritt, je stärker die Bewegung war. Wenn die Reize zu mächtig einwirken, so können die Nerventheilchen ihre Erregbarkeit eine Zeit lang oder selbst vollständig einbüßen; dann ist die Reizbarkeitsgrenze überschritten, es entsteht natürlich Ruhe. Es gibt Reize, welche sehr rasch diese Ruhe zur Folge haben, wie z. B. manche Gifte, Kalisalze etc., und wiederum andere, welche durch eine Art von Interferenz die in Bewegung begriffenen Nerventheilchen zur Ruhe bringen; dahin gehört z. B. der durch den positiven Pol einer galvanischen Kette hervorgerufene Reiz. Wenn ein motorischer Nerv durchgeschnitten, also von seinen Centraltheilen getrennt ist, so nimmt zwar gleich nachher seine Erregbarkeit zu, sinkt aber dann bis zum Erlöschen.

Einen Nerven nennen wir vollständig gelähmt, wenn seine Theilchen durch keine Reize mehr in Bewegung gesetzt werden können; unvollständig, wenn er für einen Reiz noch erregbar ist und nicht mehr für einen andern. Wenn die Reizbarkeitsgrenze an irgend einer Stelle eines motorischen Nerven überschritten ist, so wirkt ein Reiz, welcher zwischen dem Muskel und zwischen der genannten Stelle liegt, noch fort, hingegen nicht mehr jenseits der reizlosen Stelle.

Die Nerventheilchen bewegen sich nach beiden Richtungen hin, denn:

1) wenn der n. hypoglossus und der n. lingualis an

Doppelsinniges Leitungsvermögen.

derselben Seite durchschnitten werden und das centrale Ende des sensiblen n. lingualis mit dem peripherischen Ende des motorischen n. hypoglossus zur Verwachsung gebracht wird, so kann man Bewegung der Zungenmuskeln durch Reizung des n. lingualis hervorrufen. Indessen haben fortgesetzte Versuche dieser Beobachtung eine eigenthümliche Erklärung gegeben. Wenn man nämlich die chorda tympani, welche bekanntlich in der Bahn des n. lingualis verläuft und daher stets auch mit letzterem Nerven durchschnitten wird, schon in der Schädelhöhle zerstört, so tritt die angegebene Wirkung nicht ein. Vulpian durchschnitt bei einem Hunde auf beiden Seiten den n. lingualis, sowie auch den n. hypoglossus und riss bei jenem das peripherische, bei diesem das centrale Ende ganz hinweg und nähte das centrale Ende des n. lingualis und das peripherische des n. hypoglossus zusammen. Nach mehreren Monaten, nachdem man vermuthen konnte, dass die Verwachsung beider Nerven erfolgt war, zerstörte er an der einen Seite die chorda, liess sie aber an der andern Seite unversehrt. Einige Zeit später reizte er den n. lingualis an beiden Seiten und fand, dass derjenige, welcher nicht mehr normale chorda-Fasern enthielt, auch keinen Einfluss auf die Bewegung der Zungenmuskeln zeigte, während der andere wie in frühern Versuchen reagirte. — Hienach vertritt also ein motorischer Nerve (facialis) den andern (hypoglossus); vgl. S. 151.

2) Wenn ein abgeschnittener Nerve gereizt wird, so entsteht die sogenannte negative Stromesschwankung (s. S. 252). Es bleibt sich dabei ganz gleich, ob die Reizung an einem motorischen oder einem sensiblen Nerven vorgenommen wird. Da aber bei dem motorischen Nerven die Fortpflanzungsweise eine centrifugale ist, d. h. gegen die Muskeln, also gegen die Peripherie hin, bei den sensiblen eine centripetale, so hätte man erwarten können, dass die Wirkung, welche auf die Magnetnadel ausgeübt wird, nachdem ein Nerv gereizt worden ist, ver-

schieden ausfallen müsste, je nachdem ein Nerv der einen oder andern Art angehört. Dies ist aber nicht der Fall.

3) Die paradoxe Zuckung (s. S. 262).

Man schreibt den Nerven Specificität oder eine spezifische Energie zu, weil die Erfahrung gelehrt hat, dass gleiche Einflüsse auf zwei Nerven verschiedene Wirkungen erzeugen können, und dass die Erscheinungen, welche in einem und demselben Nerven auftreten, trotz verschiedener Reize doch sich gleich bleiben. So zeigen sich die Gefühlsnerven specifisch, weil jeder Reiz, sei er ein mechanischer, chemischer, elektrischer etc., stets Gefühl und nichts Anderes zur Folge hat, während nach demselben Reize der motorische Nerv Bewegung veranlasst. So bringen dieselben Aetherschwingungen im Auge Lichtempfindung, auf der Haut Wärmegefühl hervor. So empfindet die retina Licht, gleichviel ob sie von Aetherwellen getroffen oder ob sie gedrückt, elektrisirt, durch Blutstockungen oder vom Gehirne aus irritirt wird.

Man würde jedoch irren, wenn man ohne Weiteres annehmen wollte, dass die spezifische Energie allein oder hauptsächlich in den Nervenfasern ihren Sitz hätte. — Freilich lässt sich wegen der Verschiedenheit, welche die markhaltigen und marklosen, die breiten und schmalen Fasern in ihrem Aussehen darbieten, eine verschiedene Function derselben vermuthen; jedoch fehlen hierüber noch genauere Untersuchungen. Auch scheinen vielfache Uebergänge zwischen denselben stattzufinden. Die im Körper in zahlreichster Menge vorhandenen markhaltigen Fasern, welche wesentlich die Gefühls- und Bewegungsnerven (letztere für quergestreifte Muskeln) ausmachen, weichen zwar ihrer Function nach sehr von einander ab, in ihrem anatomischen Verhalten hat man aber bis jetzt noch keinen Unterschied wahrzunehmen vermocht. Ob sich eine in einem sensiblen Nerven entstandene Erregung einem motorischen, mit

welchem seine Fasern zur Verwachsung gebracht worden sind, mittheilen kann, ist nach den oben (S. 246) angegebenen Versuchen von Vulpian zweifelhaft geworden. Hienach hat es vielmehr den Anschein, als ob die molekulare Bewegung, welche in einem sensiblen Nerven entsteht, sich nicht in dem Medium fortpflanzen kann, welches die motorischen Nerven ihm darbieten. Die Eigenschaften, welche der Specificität der Nerven zu Grunde liegen, müssen wesentlich den Endorganen, peripherischen oder centralen, zugeschrieben werden.

In den motorischen Nervenfasern werden deren centrale Endorgane (Ganglienzellen) von Gehirn oder Rückenmark erregt, und von da aus verbreitet sich die molekulare Bewegung von Querschnitt zu Querschnitt bis zu den peripherischen Endorganen, welche innerhalb der Muskelfaser liegen und erweckt hier Muskelcontraction. In den sensiblen Nerven werden die Endorgane von äussern Einwirkungen erregt und die dadurch hervorgebrachte molekulare Bewegung verbreitet sich gleichfalls von Querschnitt zu Querschnitt bis zum centralen Endorgane, welches wiederum Thätigkeiten des Gehirns oder Rückenmarks veranlasst. — Das sind die dem normalen Leben zukommenden Zustände. Indessen können beiderlei Nerven auch in ihrem Verlaufe erregt werden. So entstehen z. B. Zuckungen durch Reize motorischer, Schmerz durch Reize sensibler, Licht-, Schall-, Geruchs- und Geschmacksempfindungen durch Reize sensueller Nerven.

Die peripherischen Endorgane der sensiblen Nerven sind ausserordentlich viel empfindlicher für Eindrücke, als die Nerven selbst. Die Aetherschwingungen wirken auf die Zapfen- und Stäbchenschicht der retina, welche für das peripherische Endorgan des n. opticus gelten kann, nicht aber auf den n. opticus selbst. Das intensivste Sonnenlicht, welches man auf diesen Nerven fallen lässt, bringt nicht die geringste Verengung der Pupille hervor. — Mechanischer Druck des n. opticus hingegen

oder elektrische Erregung desselben haben Lichtempfindung zur Folge. — Reizt man den n. ischiadicus eines Frosches mit Essigsäure, so braucht man in der Regel eine zehnmal concentrirtere, als wenn man ein Hautstück reizt, weil sich an der Haut die Endorgane verbreiten.

Wenngleich sich nicht strict beweisen lässt, ob die Qualität der Empfindung von dem peripherischen oder centralen Endorgane abhängig ist, so scheint doch das letztere den wesentlichsten Einfluss zu haben, indem nämlich Empfindungen von Licht, Schall etc., selbst Schmerz ohne äussere Reize durch Vorstellungen dieser Empfindungen von den Centralorganen aus hervorgerufen werden können.

§. 7. Die verschiedenen Reize.

Die Nervenreize lassen sich unter verschiedenen Gesichtspunkten auffassen und sonach eintheilen. 1) Es gibt solche, welche zum Bestehen des Lebens mehr oder weniger nothwendig gehören. Dazu sind zu rechnen: Sauerstoff, Nahrungsmittel, Licht, Schall, riechende, schmeckende Körper, Wärme, die verschiedenen Triebe; die in den Höhlen und Kanälen des Körpers angesammelten Substanzen, wie Harn, Fäces, Samen, selbst Blut. — Eine andre Art von Reizen ist für das Zusammenwirken von Kräften im Organismus nicht erforderlich, sie stören vielmehr mehr oder weniger das normale Leben, so z. B. solche, welche den Zusammenhang der Nerventheilchen aufheben.

2) Die Reize, sowohl normale als abnorme, können entweder die Ganglienzellen im Centrum und in der Peripherie oder die Endorgane oder die Nerven in ihrem Verlaufe affiziren. — Als Beispiele mögen folgende genannt werden.

Normale Reize der Ganglien: Sauerstoff und CO_2 für das verlängerte Mark als Respirationsreize.

Abnorme: Strychnin für das Rückenmark.

Normale Reize der Endorgane: Lichtwellen für die retina. Abnorme: Reflexerregende Hautreize. —

Normale Reize der Nerven: alle in den motorischen Ganglienzellen entstandenen molecularen Bewegungen für die motorischen Nerven. Abnorme: Galvanisirung der motorischen Nerven selbst.

3) Die Reize sind ihrer Natur nach verschieden, es gibt z. B. solche, welche die Continuität der Nerven aufheben, andre, welche ihre Mischung verändern, andre, welche in Wellenbewegungen bestehen, wie die thermischen Reize, noch andre, deren Einwirkung bis jetzt unaufgeklärt ist, wie die Gifte. Man theilt daher die Reize in verschiedene Unterabtheilungen: .

Mechanische. a) Die mechanischen wirken durch Zug, Druck, Schnitt. Es schliessen sich ihnen an die durch Erschütterung wirkende — durch einen kleinen Hammer, welcher in sehr rasch folgenden Schlägen einen Nerven trifft (Tetanomotor Heidenhain), kann man Tetanus erzeugen; ebenso durch einen starken Schlag auf das Rücken- oder verlängerte Mark.

b) An die durch Erschütterung wirkenden reihen sich die galvanischen Reize, von denen unten weiter gehandelt wird.

Chemische. c) Von den chemischen Reizen afficiren die Säuren mehr die sensiblen als die motorischen Nerven, die Alkalien mehr die letztern als die erstern, nur die CO_2 scheint vorzugsweise die sensiblen Nerven zu afficiren. Fast alle Salze, sowie auch die Gallensäuren und die Galle, ferner der Alkohol, der Harnstoff, das Kreosot etc. reizen sowohl Nerven als Muskeln. Indess gibt es einige Stoffe, welche die Muskeln stark und die Nerven wenig erregen, z. B. das Ammoniak (Kühne), liquor stibii chlorati (Budge).

Thermische. d) Erhöhte und verminderte Temperatur bringen gleichfalls Zuckungen in motorischen Nerven hervor. Die Muskelfasern der Haut ziehen sich bei vielen Menschen schon wenige Grade unter 0 zusammen und bilden die

sogenannte Gänsehaut. In den sensitiven Nerven entsteht Gefühl von Schmerz. Grosse Kälte vermehrt zuerst und hebt dann die Reizbarkeit auf. Bei einer Temperaturerhöhung von 35—50° wird die Erregbarkeit bei Fröschen erhöht, über diese Grenze sinkt sie rasch und bei 70 bis 75° ist sie plötzlich vernichtet. (Rosenthal.)

e) Gewisse Mittel, auf die Nerven gebracht, erhöhen die Reizbarkeit und lähmen sie dann rasch. Dahin gehört namentlich das Opium. Dasselbe ist aber nicht nur ein Nerven-, sondern auch ein Ganglienreiz. Wird in die Adern von Thieren Opiumtinctur eingespritzt, so entsteht zuerst eine Unruhe des ganzen Körpers, dann schlafen die Thiere ein und reagiren wenig oder gar nicht auf schmerzzerregende Eindrücke. — Opiumtinctur, ins Herz eines Frosches gespritzt, führt dasselbe zu bleibendem Stillstande. Opium.

Curare lähmt und zwar von der Peripherie gegen das Centrum hin die motorischen Nerven der quergestreiften Muskeln mit Ausnahme des Herzens. Die sensiblen Nerven bleiben viel länger intact. Die Nerven, welche sich in glatten Muskeln verbreiten, werden nicht davon afficirt, ebenso wenig die Herznerven. Nach 24 Stunden kann man bei Fröschen, die vor dieser Zeit mit Curare vergiftet worden waren, noch den Blutlauf beobachten. Curare.

Strychnin reizt die motorischen Ganglien des verlängerten und Rückenmarks und wirkt auf diese Theile, als wenn sie galvanisirt würden. Strychnin.

Ueber andere Gifte s. d. Lehrbücher über Toxikologie und Heilmittellehre.

§. 8. Erscheinungen der gereizten Nerven.

Während die Nerventheilchen infolge einer Reizung in molekulare Bewegung gerathen, nimmt die Stärke des elektrischen Stroms ab, welcher in dem ruhenden Nerven während des Lebens beständig stattfindet. Leitet Thätiger
Nerv. Negative
Stromes
schwankung

man nämlich von zwei Punkten eines isolirten frischen Nerven, am Besten seines Quer- und Längsschnittes, den Nervenstrom ab und reizt zugleich an einer andern Stelle den Nerven durch einen beliebigen Reiz, z. B. den inducirten Strom, chemische Mittel etc., so weicht die Nadel des Multiplicators gegen Null oder in den andern Quadranten hin aus und dann tritt sie alsbald wieder zurück. (Dubois-Reymond.) Diese Abnahme des Stromes nennt man negative Stromesschwankung.

Der Erregungszustand: eine Wellenbewegung.

Aus den Untersuchungen von Bernstein hat sich ergeben, dass die Erregung in der Nerven- und Muskelfaser sich in wellenartiger Form, welche er Reizwelle nennt, fortpflanzt. Dieselbe hat in der Nervenfasern eine Länge von 18 Mm. und legt in der Sekunde 28 Meter zurück, in der Muskelfaser eine Länge von 10 Mm. und eine Geschwindigkeit von 3—4 Meter in der Sekunde. In der Nervenfasern verändert sich die Welle in ihrer Grösse nicht wesentlich, in der Muskelfaser nimmt sie aber stetig ab; und dies hängt wahrscheinlich nach B. damit zusammen, dass die Erregung in der Nervenfasern eine molekulare, hingegen in der Muskelfaser eine Massenbewegung ist, welche sich in Wärme umsetzt und eine gewisse Arbeit verrichtet.

Die Erregung steht in gradem Verhältnisse zu der Geschwindigkeit, mit welcher der Strom eines Muskel- oder Nerventheilchens sich ändert (Dubois-Reymond).

Wenn ein Nerve in den Zustand der Erregung versetzt wird, so entfernen sich nach Bernstein die Moleküle desselben aus ihrer Ruhelage. In diesem Momente beginnt auch die negative Stromesschwankung. Sobald letztere ihr Maximum erreicht hat, sind auch die Moleküle am Weitesten vom Ruhepunkte entfernt und streben nun wieder zu demselben zurückzukehren.

Bernstein schliesst ferner aus seinen Untersuchungen, dass in den empfindenden Centren der Fortleitung der Erregung ein Widerstand entgegengesetzt

werde und dass dadurch eine Ausbreitung auf die benachbarten centralen Elemente erfolge, wodurch sich die Mittheilung oder Irradiation (s. p. 237) erkläre.

Der thätige Nerv reagirt sauer, der ruhende alkalisch oder neutral (Funke). Reaction der
erregten Ner-
ven.

Ob in Folge der Reizung die Nerven eine Temperaturerhöhung erfahren, ist noch nicht vollends ermittelt. Nach Helmholtz findet eine solche nicht Statt. Temperatur-
veränderung.

§. 9. Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven.

Manche muskulöse Organe contrahiren sich nicht sogleich, wenn die Nerven, welche zu ihnen gehen, gereizt werden, vielmehr vergeht eine gewisse Zeit zwischen der Reizung und der eintretenden Contraction. Die Ursache kann in dem Muskel und auch in den Nerven gelegen sein, und Beides ist wirklich der Fall. Im Allgemeinen dauert es merklich länger, bis ein Organ, das glatte Muskelfasern enthält, wie der Darm, der uterus, die Blase, sich nach Reizung seiner Nerven contrahirt, als dies bei quergestreiften Muskeln geschieht. Hingegen erfolgt auch nach Reizung des n. sympathicus später eine Contraction der von ihm versorgten Muskeln, als nach Reizung von cerebrospinalen Nerven. So besteht z. B. die iris bei Säugethieren aus glatten Muskelfasern, aber die Contraction des sphincter tritt viel rascher nach Reizung des n. oculomotorius, als die des dilatator nach Reizung des n. sympathicus ein. Geschwin-
digkeit der
Nervenwir-
kung.

Bei den quergestreiften Muskeln kann man mit blossem Auge einen Zeitraum zwischen der Reizung und Bewegung in der Regel gar nicht wahrnehmen. Durch künstliche Vorrichtungen, durch welche man Bruchtheile einer Sekunde zu erkennen im Stande ist, hat man jedoch erfahren, dass eine bestimmte Zeit vergeht, bis die Erregung durch den Nerven sich verbreitet hat. (Helmholtz.)

Wenn nämlich in dem Augenblicke, in welchem die

Reizung eines Nerven erfolgt, auch durch dieselbe Stromstärke, welche den Nerven reizt, eine Ablenkung der Magnetnadel bewirkt wird, und wenn mit dem Eintreten der Zuckung die galvanische Kette wieder geöffnet wird, so kann man aus der Grösse der Ablenkung der Magnetnadel auf die Zeit schliessen, welche zwischen der Reizung und Zusammenziehung des Muskels liegt. Auch mit dem Myographion hat zuerst Helmholtz sehr genaue Untersuchungen der Art angestellt. Auf solche Weise wurde gefunden, dass die Nervenerrregung in der Sekunde zwischen 24,6 und 38,4 Meter sich fortpflanzt und zwar bei einem abgeschnittenen Froschnerven. Man vermuthet, dass im menschlichen Nerven die Erregung mit einer Geschwindigkeit von 61,5 M. in einer Sekunde erfolgt. (Helmholtz.) Nach andern Beobachtern (Schelske, Hirsch, de Jaager) ist sie nur etwa 30 M. Baxt reizte den n. medianus dicht über dem Handgelenke und dann am Oberarm. Es entstanden hienach Contractionen in den Muskeln des Daumenballens, welche auf einen Hebel übertragen auf dem Myographion Curven schrieben. Hienach ergab sich, dass im Mittel in 1 Sekunde 33,9 Meter durchlaufen wurden.

§. 10. Veränderungen der Erregbarkeit durch den elektrischen Strom.

Unter welchen Bedingungen entsteht Zuckung nach elektrischer Reizung?

Wenn ein elektrischer Strom durch einen motorischen Nerven hindurchgeht, so entsteht in der Regel nur in dem Augenblicke, in welchem sein Durchfliessen beginnt, und dann in dem Augenblicke, in welchem dasselbe aufhört, eine Zuckung. In der Zwischenzeit fehlt dieselbe meistens und kommt nur bei sehr reizbaren Thieren und sehr bedeutender Stromstärke zur Erscheinung. Auf die Wirkung der Reizung ist also das plötzliche Hereinbrechen und das plötzliche Abbrechen des Stroms oder vielmehr die Veränderung der Dichtig-

keit desselben von entschiedenem Einfluss. Wenn daher sehr rasch diese Veränderung stattfindet, wie dies z. B. durch die Anwendung eines Inductionsapparats möglich ist oder auch durch Reibungselektricität, so können sogar schwache Ströme stark wirken. Jedoch ist Letzteres nur der Fall, wenn die Erregbarkeit nicht schon beträchtlich gesunken ist; in solchen Fällen ist die rasche Stromschwankung störend. Daher beobachtet man bei vielen Lähmungen, dass der inducirte Strom, der bei Gesunden sehr starke Wirkungen hervorbringt, keine Muskelcontractionen erzeugt, während solche durch den constanten Strom entstehen.

Man unterscheidet eine Schliessungszuckung, eine Pause und eine Oeffnungszuckung (S, P, O). Zuweilen dauert nach einer anhaltenden Reizung die Zuckung noch fort, obgleich die Kette geöffnet worden ist. Man nennt eine solcheden Ritter'schen Oeffnungstetanus.

Schliessungs-
u. Oeffnungs-
zuckung.

Während bei den motorischen Nerven eine Pause eintritt zwischen S und O, zeigt sich in den gereizten sensiblen Nerven Schmerz während der ganzen Dauer der Reizung, nur ist er am Anfange und am Ende stärker. Der elektrische Strom hat eine geringe oder gar keine Wirkung, wenn er quer durch den Nerven geleitet wird.

Man wendet zu elektrischen Reizungen den constanten oder den inducirten Strom an. Man gebraucht hauptsächlich drei verschiedene constante Batterien: 1) die Becquerel'sche oder Daniell'sche Säule, aus Zink und Kupfer construiert; der Zinkkolben steht in einem mit verdünnter Schwefelsäure (1:12) gefüllten Thoncylinder, die Kupferplatte in einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd. 2) Die Grove'sche Säule aus Zink und Platina; die Platinplatte steht in einem Thoncylinder, welcher concentrirte Salpetersäure enthält, das Zink in verdünnter Schwefelsäure. 3) Die Bunsen'sche Säule, aus Zink und Kohle, mit denselben Flüssigkeiten wie die Grove'sche.

Constanter
Strom.

Die Ketten
von Daniell,
Grove, Bunsen.

Stromesrichtung.

Man muss sich in Betreff der Richtung des Stroms Folgendes bemerken. In jedem Elemente geht der Strom vom positiven Metall, dem Zink, durch die Flüssigkeit zu dem negativen Metall (Kupfer, Platin, Kohle), im Schliessungsbogen hingegen von diesem zu jenem. Das hervorragende Ende des Kupfers bildet also den positiven, das des Zinks den negativen Pol. Die Polenden werden Elektroden genannt und die positive Elektrode Anode, die negative Katode. Legt man die beiden Elektroden einer Batterie an einen Nerven an, welcher also in den Schliessungsbogen eingeschaltet ist, und fliesst der Strom durch den Nerven in der Richtung vom Fuss zum Kopfe, so nennt man den Strom aufsteigend, im entgegengesetzten Falle ab-

Fig. 40.



steigend. — In Fig. 40 ist der durch *a b* angedeutete Strom absteigend (*a* ist dem Wirbelende des n. ischiadicus näher, als *b*), der durch *d c* angedeutete aufsteigend.

Wenn ein elektrischer Strom durch Wasser oder Salzlösungen etc. hindurchgeht, so werden dieselben zersetzt, der Wasserstoff tritt an den negativen und der Sauerstoff an den positiven Pol. Von den Salzlösungen tritt die Base an den negativen und die Säure an den positiven Pol. Es wird dadurch in jeder Flüssigkeit ein eigener Strom erzeugt, der sogenannte Polarisationstrom, welcher dem ursprünglichen Strom entgegengesetzt ist und ihn daher schwächt. In den oben angeführten Säulen, z. B. der Daniell'schen, geht der Sauerstoff an das Zink und oxydirt dasselbe, der Was-

Polarisationstrom.

serstoff würde sich aber als Gas auf der Kupferplatte ablagern und dadurch die elektromotorische Kraft schwächen, wenn nicht das Kupfer in eine Lösung von Kupfervitriol eingetaucht wäre. Das Kupfersalz wird zerlegt, der Sauerstoff tritt an die positive Platte und metallisches Kupfer überzieht die Kupferplatte, welche daher immer blank erhalten wird. Dadurch bleibt eben der Strom constant. Man kennt Metalle und Flüssigkeiten, bei welchen die Polarisation auf ein Minimum zurückgebracht ist. Von jenen steht obenan das verquickte Zink, von diesen eine Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd.

Der inducirte Strom entsteht dadurch, dass unter gewissen Umständen die durch den primären Strom erzeugte Elektrizität in einem benachbarten Leiter gleichfalls elektrische Ströme erzeugt. Ein solcher Uebergang wird wesentlich durch eine Drahtrolle vermittelt. Wenn der primäre Strom geschlossen wird, so entsteht in der inducirten Rolle ein Strom, welcher dem primären entgegengesetzt ist und dessen Stärke daher abschwächt. Bei Schliessung der Kette wirkt daher der inducirte Strom auf Gefühls- und Bewegungsnerven nur schwach; in dem Augenblicke hingegen, in welchem die primäre Kette geöffnet wird, entsteht in der inducirten Rolle ein Strom, welcher gleichgerichtet ist mit dem primären und dessen Wirkung also vergrößert; es tritt daher in der Regel nur Zuckung und nur Schmerz ein (sowie ein Funke), wenn die primäre Kette geöffnet wird, und es bedarf sehr starker Ströme, um auch bei dem Schluss der Kette jene Erscheinung hervorzurufen. Der inducirte Strom hat auch die Eigenthümlichkeit, dass die Elektrizität eine sehr hohe Spannung zeigt, ähnlich wie bei der Reibungselektrizität, und es verbreitet sich dadurch dieselbe leicht auf benachbarte Theile. Bei Anwendung der Inductionselektrizität zu physiologischen Experimenten ist daher eine sehr sorgfältige Isolation absolut erforderlich.

Inducirter
Strom.

Unipolare
Inductions-
zuckung.

Von der grossen Spannung hängt es auch ab, dass bei bedeutender Stromstärke selbst ein Draht schon Wirkungen hervorbringt. Es ist bemerkenswerth, dass in diesem Falle mehr Schmerz entsteht bei trockener Haut, als bei feuchter, und mehr Schmerz, wenn die Polenden spitz, als wenn sie rund sind. Man nennt diese Erscheinungen unipolare Inductionsercheinungen.

Man kann endlich drittens auch diejenigen elektrischen Ströme als Reize anwenden, welche im Muskel und Nerven selbst vorhanden sind, s. §. 13.

§. 11. Zuckungsgesetz.

Zuckungs-
gesetz.

Es macht einen Unterschied, ob der constante Strom durch einen Nerven auf- oder absteigend hindurchgeht. Man nennt die Norm, nach welcher diese Verschiedenheit erfolgt, Zuckungsgesetz. Die wichtigsten Erscheinungen sind folgende:

An frischen
Nerven.

1) Wenn die Nerven frisch sind oder an noch lebenden Thieren entsteht bei geringer Stromstärke sowohl in auf- als absteigender Richtung nur Schliessungszuckung. (Valentin).

An abster-
benden
Nerven.

2) Wird ein Nerv länger gereizt und büsst er dadurch von seiner Lebensthätigkeit ein, oder wenn er getrennt vom Körper ist und allmählig abstirbt, so entsteht bei schwacher Reizung nach jenem ersten Stadium das zweite, welches sich durch Schliessungs- und Oeffnungszuckung bei beiden Stromrichtungen zu erkennen gibt; im dritten Stadium ist bei absteigendem Strome blos Schliessungszuckung (=S), bei aufsteigendem blos Oeffnungszuckung (=O) vorhanden; zuletzt bleibt jede Wirkung aus. (Ritter).

An verschie-
denen Stellen
desselben
Nerven.

3) Zuweilen beobachtet man 2 Stadien gleichzeitig neben einander an verschiedenen Stellen desselben Nerven bei gleich starker Reizung. Dies rührt davon her, dass die Reizbarkeit nicht gleichzeitig schwindet. Es stirbt nämlich

der der Wirbelsäule näher gelegene Theil des n. ischiad. eher ab, als der darauf folgende, dieser eher, als derjenige, welcher dem Unterschenkel am Nächsten ist; es kann sich daher ereignen, dass der oberste Theil des Nerven im dritten, der mittlere im zweiten und der unterste im ersteren Stadium ist. In einem solchen Falle würde man, wenn man den absteigenden Strom anwendete, im obersten Drittel Schliessungszuckung, im zweiten S und O, im dritten S finden und wenn man den aufsteigenden Strom anwendete: S. SO. O.

Ueber einige hierbei in Betracht kommende Verhältnisse vgl. auch S. 266. „Ausgezeichnete Stellen.“

4) Dieselben Wirkungen, welche man nach und nach infolge der abnehmenden Lebensthätigkeit, unter Anwendung schwacher Reize, an einem Nerven bemerkt, kann man auch bei ganz frischen Nerven dadurch hervorbringen, dass man verschiedene Stromstärken einwirken lässt. Die Erfahrung lehrt hierüber Folgendes: Bei einer geringen Stromstärke, z. B. durch ein Daniell'sches Element, entstehen die Erscheinungen, welche oben bei dem ersten Stadium angegeben sind, nämlich blos S; bei 2—6 oder 7 Daniell'schen Elementen die Wirkungen des zweiten Stadiums; bei 6—10 Grove'schen Elementen die Wirkung des dritten Stadiums. (Pflüger). Wird eine noch grössere Stromstärke angewendet, etwa 16—20 Grove'sche Elemente, so treten wieder nach beiden Richtungen S und O ein. (Budge).

Bei verschieden starken Reizungen.

5) Obgleich eben nur drei Stadien angegeben sind, so sind dieselben doch nicht streng geschieden und es finden vielmehr Uebergänge statt, sodass z. B., bevor O schwindet, dieselbe allmählig abnimmt; darauf beruht es, dass von manchen Beobachtern mehr als 3 Stadien angegeben werden.

Auf die Nervenwurzeln hat das Zuckungsgesetz keine vollständige Anwendung.

§. 12. Electrotonus.

Definition. Während ein Theil eines Nerven von einem constanten elektrischen Strom durchflossen wird, wird auch in der Umgebung dieses Theils seine Reizbarkeit verändert, und diese Veränderung, welche durch einen constanten elektrischen Strom (der auch polarisirender genannt wird) in einem Nerven hervorgebracht wird, nennt man Elektrotonus. (Dubois-Reymond, Eckhard, Pflüger).

Anelectrotonus.
Katelectrotonus.

Im Allgemeinen gilt als Regel, dass derjenige Theil des Nerven, welcher in der Nähe des positiven Pols (Anode) liegt, in seiner Erregbarkeit herabgesetzt, dass hingegen derjenige Theil des frischen Nerven, welcher in der Nähe des negativen Pols (Kathode) liegt, in seiner Erregbarkeit erhöht wird, solange nämlich der constante Strom durch den Nerven hindurchgeht. Man nennt die auf diese Weise hervorgebrachte verminderte Erregbarkeit am positiven Pole Anelectrotonus, hingegen die vermehrte Erregbarkeit am negativen Pole Katelectrotonus. (Pflüger). — Der positive Pol kann daher auch als der beruhigende, der negative als der reizende betrachtet werden.

Methode. Um diese Erscheinungen kennen zu lernen, muss man ausser dem constanten Strom, der einen Nerven durchfließt, gleichzeitig noch einen zweiten Reiz (sei es ein zweiter elektrischer oder ein chemischer) auf den Nerven anbringen. Liegt dieser Reiz, z. B. Kochsalz, neben dem positiven Pole, so werden die durch das Salz hervorgebrachten Zuckungen vermindert, wenn die constante Kette geschlossen, und treten im verstärkten Masse auf, wenn dieselbe wieder geöffnet wird; hingegen werden die Zuckungen, welche durch den Salzreiz hervorgerufen worden sind, vermehrt, wenn die Reizung in der Nähe des negativen Pols angebracht worden war, und je näher dem constanten Strome dieselbe stattfand, desto stärker die Wirkung. (Pflüger).

Wenn auch im Allgemeinen die obigen Angaben richtig sind, so lehrt doch eine weitere Beobachtung, dass auch eine Zuckung sich vermehren kann und sich sogar constant vermehrt, wenn der positive Pol neben dem Reize liegt. Dies geschieht nämlich in dem Falle, wenn an dem n. ischiadicus der Reiz zwischen Wirbelsäule und constanter Kette angebracht ist und in der letztern der Strom absteigend fließt. Aber diese Vermehrung der Zuckung dauert nicht lange, sondern geht bald in eine Abnahme über. (Budge). Zwischen den Elektroden eines polarisirenden Stroms (intrapolare Strecke) ist in der Nähe des negativen Pols die Erregbarkeit vermehrt. (Pflüger).

Genaueres Verhalten des elektrotonischen Zustandes.

Ueber den Nervenstrom im elektrotonischen Zustande s. S. 262.

§. 13. Reizung durch den Nerven- und Muskelstrom.

Wenn Quer- und Längsschnitt des n. ischiadicus von einem frisch getödteten Frosche gleichzeitig auf die mit ihm zusammenhängenden Muskeln des Unterschenkels auffallen, sodass ein Punkt eines Muskels von dem Längsschnitt und ein anderer Punkt von dem Querschnitt berührt wird, so zuckt bei reizbaren Thieren der Muskel. Ja es ist schon ausreichend, wenn man an einem solchen Präparate nur den Querschnitt des Nerven auf einen Muskeltheil fallen lässt, oder auch nur auf eine andere Stelle des Nerven, um bei reizbaren Thieren Zuckungen hervorzubringen.

Zuckung ohne Metalle.

Secundäre Zuckung. Bereitet man zwei Froschpräparate und legt den Nerven des einen Präparats a auf die Unterschenkelmuskeln des andern Präparats b, galvanisirt sodann den Nerven des Präparats b, so entstehen bei reizbaren Fröschen Zuckungen auch in dem nicht gereizten Beine a. Besonders ist dies der Fall, wenn der Nerv mit einem Quer- und Längsschnitt den Muskel berührt. Während der Nerv von b gereizt

Secundäre Zuckung.

wird, nimmt der Muskelstrom in *b* ab, und da durch diese Schwankung in der Dichtigkeit der Elektrizität eine Reizung bedingt wird (s. §. 8), so müssen die Muskeln des Präparats *a* zucken. (Dubois-Reymond.)

Paradoxe
Zuckung.

Paradoxe Zuckung. Es ist Regel, dass nur diejenigen Muskeln durch die Reizung eines motorischen Nerven zucken, dessen Zweige in diesen Muskeln verbreitet sind, nicht aber Muskeln, zu denen andere nicht gereizte Nerven hingehen. Mitunter geschieht jedoch auch das Letztere. Der *n. ischiad.* (s. Fig. 41) sendet

Fig. 41.



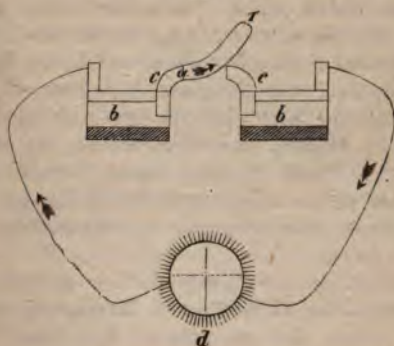
Nervenstrom
im Elektro-
tonus.

Aeste in den *n. tibialis* (*t*) und *peronaeus* (*p*). Man sieht nun zuweilen, dass durch Reizung des *n. tibialis* die Muskeln (*B*) sich contrahiren, obwohl sie von dem *n. peronaeus* versorgt werden, der nicht zu ihnen hingehört, um umgekehrt. Dies nennt man paradoxe Zuckung. — Die Erklärung beruht auf demselben Grunde, wie die der sekundären Zuckung, und beweist zugleich das doppelsinnige Leitungsvermögen der Nerven (s. S. 245).

Wenn man durch einen constanten Strom einen abgeschnittenen Nerven so reizt, dass die Richtung des constanten Stroms dieselbe ist, wie die Richtung des Nervenstroms, so wird dadurch der ursprüngliche Nervenstrom verstärkt. Dies geschieht, wenn man durch den nicht auf den Bäuschen liegenden Theil des Nerven Fig. 42 einen constanten Strom absteigend durchleitet. Man nennt dies die positive Phase des elektrotonischen Zustandes. In dem Nerven geht der Strom vom Querschnitt zum Längsschnitt. Der Längsschnitt verhält sich positiv gegen den Querschnitt. Unter negativer Phase des elektrotonischen Zustandes begreift man diejenige Abnahme des ursprünglichen Nervenstroms, welche dadurch entsteht, dass ein constanter Strom in entgegen-

gesetzter Richtung durch einen Theil des Längsnittes des Nerven fließt.

Fig. 42.



Schematische Darstellung zur Erläuterung des Nervenstroms. *b* Zinkgefäße. *c* Bäusche. *a* künstlicher Querschnitt des Nerven *r*, welcher mit seinem Längsschnitt auf dem einen Bausch aufliegt, während der Querschnitt *a* den andern Bausch berührt. *d* Multiplicator.

§. 14. Modification der Erregbarkeit.

Für das normale Leben gibt es einen mittlern Grad von Erregbarkeit; von demselben hängt dasjenige Mass von Bewegungen, Gefühlen und Empfindungen ab, welches für die Erhaltung nothwendig und ausreichend ist. Die Reizbarkeit kann aber erhöht und vermindert werden.

Bei erhöhter Reizbarkeit entstehen nicht nur quantitativ vermehrte Erscheinungen, sondern auch qualitativ verschiedene. Die quantitative Vermehrung kennt man am Besten an den motorischen Nerven. Die Erscheinungen fallen aber auch hier wie bei den sensiblen oft mit der qualitativen Veränderung zusammen. Eine vermehrte Bewegung besteht darin, dass in der Zeiteinheit

Erhöhte
Reizbarkeit

durch einen Reiz, welcher gewöhnlich keine oder nur geringe Bewegung in den Muskeln erzeugt, Convulsion oder tetanus hervorgerufen wird, oder darin, dass die Grösse der Zusammenziehung stärker ist. Es lässt sich dieses durch einen besonders dazu construirten Apparat, das Myographion, bestimmen. Mit einem frischen Muskel (eines Frosches) wird ein Stift in Verbindung gesetzt, der an einer berussten Platte gleichmässig vorübergeführt wird. Bringt man nun den Muskel durch seinen Nerven zur Contraction, so zeichnet der Stift auf der Platte Striche, deren Grösse sich messen lässt. Beispiele von Reizbarkeitserhöhungen in centripetalen Nerven sind Schmerz, das Ohrensausen, Farbensehen u. s. w.

Tetanus ist ein Zustand des gesunden Lebens, welcher bei jeder willkürlichen Bewegung der Muskeln entsteht, indem der psychische Reiz des Willens die motorischen Nerven erregt. Er ist ein krankhafter Zustand, wenn er von andern Reizen ausgeht.

Erhöhte Reizbarkeit der Nerven tritt ein, bevor ihre Lebensfähigkeit abzunehmen beginnt. Man erkennt dieselbe an motorischen Nerven durch Convulsionen oder tetanus, an sensiblen Nerven daran, dass eine sonst indifferente Erregung schon Schmerz macht, oder ein mässiges Licht empfindlich für das Auge, ein geringes Geräusch empfindlich für das Ohr ist etc.

Die Abnahme der Nerventhätigkeit, welche sich durch erhöhte Reizbarkeit kund gibt, kann aus verschiedenen Ursachen hervorgehen:

Ursachen
derselben.

1) Zu starke oder zu anhaltende Reizung. Die moleculare Bewegung in den Nerven veranlasst zwar Gefühl, Empfindung, Muskelzusammenziehung etc., zugleich aber wird durch dieselbe die Nervenkraft verbraucht. Jeder Nerv, der eine Zeit lang gereizt ist, ermüdet und bringt schliesslich Erscheinungen hervor, als wenn er durchschnitten wäre. So hört z. B. die Zwerchfellhälfte nach langer Reizung des betreffenden

n. phrenicus auf, bei der Athmung sich zu contrahiren; wird der n. sympathicus cervicalis anhaltend gereizt, so findet man am andern Tage ebenso gut eine Verengung der betreffenden Pupille, als ob der Nerv durchschnitten worden wäre. Im Anfange jeder Reizung motorischer Nerven ist daher die Muskelcontraction stärker, als bei fortgesetzter Reizung, wobei jene stetig abnimmt. Es vergeht dann immer eine gewisse Zeit, bis der Nerv sich wieder erholt. Wenn vermehrte Reizbarkeit durch zu starke Reize entstanden ist, so nennt man dieses Ueberreizung des Nerven.

2) Mangel an Ernährung. Eine der häufigsten Ursachen des Schmerzes und der erhöhten Reizbarkeit sind Mangel an ausreichender Nahrung, Verlust von Säften, wie von Blut, Schleim, Speichel, Samen, deprimirende Gemüthsaffecte. Diese Veranlassungen hindern die Ernährung des Nervensystems.

3) Manche Substanzen sind besonders geeignet, nach einer nur kurz andauernden Steigerung der Reizbarkeit dieselbe abzustumpfen. Je grösser die angewendete Menge solcher Substanzen ist, desto früher erfolgt die Lähmung. Dahin gehören: Opium, Coffein, Quecksilber, Kalisalze.

Wenn die Reize einerseits die Nervenkräfte verbrauchen und daher ihre Thätigkeit abstumpfen, so sind sie andererseits auch wieder Veranlassung einer Vermehrung der Nervenkraft. Solange Verbrauch und Ersatz im Gleichgewicht stehen, bringt die Uebung eine heilsame Wirkung hervor. Mangel an Reizung muss die Erregbarkeit verringern, weil der Blutzufuss in jedem Organ, also auch im Nervensystem, mit der Thätigkeit desselben in geradem Verhältniss steht.

Aus Obigem geht mithin hervor, dass die Erregbarkeit aus zwei wesentlich verschiedenen Ursachen vermindert werden kann:

1) durch zu starke und anhaltende Reize, also durch künstliche Reizbarkeitserhöhung; 2) durch Mangel an Reizen, also an Uebung. Es kann somit eine vermin-

derte Erregbarkeit durch Entfernung und durch Anwendung der Reize unter verschiedenen Umständen gehoben werden.

Ausgezeichnete Stellen. Man hat beobachtet, dass an einem und demselben Nerv gewisse Stellen mit einer grössern Erregbarkeit behaftet sind als andere, ohne dass man bis jetzt noch die bestimmte Ursache dieser sonderbaren Erscheinung aufgedeckt hat. Wo Nerven aus Knochenkanälen herauskommen, sollen dieselben in vielen Fällen empfindlicher sein, als in ihrem weitem Verlauf. (Valleix). Wird der n. ischiadicus des Frosches so isolirt, dass an demselben nur noch der enthäutete Unterschenkel und Fuss hängen bleibt (galvanisches Präparat), so findet sich einmal, dass die Stelle, an welcher der Oberschenkel abgeht, beträchtlich reizbarer ist, als die andern Stellen des Nerven, und dass es daher eines viel schwächern elektrischen Stroms bedarf, um von dieser Stelle aus Zuckungen zu erzeugen, als von andern. (Budge). Ferner ist an einem solchen galvanischen Präparate, wenn es ganz frisch genommen wird, derjenige Theil des Nerven, welcher am Weitesten von dem Muskel entfernt ist, reizbarer als das entgegengesetzte, dem Muskel nahe Ende; später dreht sich aber die Erscheinung gerade um. (Budge). Dies lässt sich daraus erklären, dass ein Nerv an der Stelle, an welcher ein Querschnitt gemacht worden, reizbarer ist, als an andern, dass er aber hier auch früher abstirbt. Während also im Anfange die Reizbarkeit in der Nähe des obern, gegen das Rückenmark hinggerichteten Endes am Stärksten ist und von da gegen den Muskel hin abnimmt, entsteht mit dem eintretenden Absterben das Umgekehrte.

§. 15. Absterben der Nerven.

Nach dem Eintritt des allgemeinen Todes sind die motorischen Nerven noch eine Zeit lang erregbar. Sie

sterben allmählig ab und zwar so, dass die Gehirnnerven eher als die Rückenmarksnerven, die der obern Extremität eher als die der untern Extremität, die Rumpf- und Extremitäten-Nerven eher als der n. sympathicus, endlich diejenigen Theile eines Nerven, welche näher dem Ursprunge desselben liegen, eher absterben, als diejenigen, welche näher der Peripherie liegen. Man nennt diese Anordnung das Ritter-Valli'sche Gesetz.

Absterben
der Nerven
1) nach dem
Tode.

Der Nerv eines noch lebenden Thieres stirbt aber auch ab, wenn er von seinem centralen Ursprunge getrennt ist; auch hier dauert noch eine Zeit lang die Reizbarkeit fort, erlischt aber allmählig. Muskeln und Knochen, deren Nerven durchgeschnitten sind, werden, weil sie ihre Funktion nicht mehr verrichten können, blutleer und atrophisch.

2) nach
Durchschnei-
dung.

Die Nerven können endlich auch durch zu starke Reizung absterben. Wenn ein motorischer, noch reizbarer Nerv eines abgelösten Gliedes durch einen starken Strom galvanisirt wird, so ist ein schwächerer Strom, den man nachher anwendet, wirkungslos.

3) durch zu
starke Rei-
zung.

Drittes Kapitel.

Centripetale Erscheinungen.

§. 16. Allgemeines.

In gewissen Nervenfasern können in Folge eines Impulses molekulare Bewegungen entstehen, sich bis zu gewissen Theilen der Centralorgane fortpflanzen und hier eigenthümliche Erscheinungen hervorbringen, welche wir unter dem Namen der centripetalen zusammenfassen. Der Impuls muss an der Peripherie der Nerven Statt finden, z. B. ein mechanischer Reiz an der Haut oder vielmehr deren Nervenfasern. Wenn nun in Folge eines solchen peripherischen Impulses eine Wirkung eintritt, von welcher man nachweisen kann, dass sie nur in den Centraltheilen entsteht, so ist man berechtigt, den oben angegebenen Hergang anzunehmen.

Die Erscheinungen, welche eintreten, sind theils vollkommen subjective, d. h. sie lassen sich nicht einmal durch Vorstellungen reproduciren z. B. der Schmerz, oder nur allein durch Vorstellungen und durch keine sinnlich wahrnehmbaren Erkennungszeichen, wie die Sinnesempfindungen; theils sind sie objectiv und sind entweder mit den subjectiven verbunden oder treten auf, ohne dass solche vorkommen. Beidemale sind es Bewegungen, wie Zittern und Schreien vor Schmerz oder sog. Reflexbewegungen s. §. 22. Man kann hienach die peripherischen Impulse als sensible und als Reflex-Erregung unterscheiden.

Gefühl und
Empfindung.

Gefühl und Empfindung sind die auffälligsten centripetalen Erscheinungen. Man kann in denselben das, was subjectiv an ihnen ist und durch kein äusseres Merkmal sich kund gibt, von den Bewegungen (z. B. Weinen, Schreien etc. beim Schmerz), welche damit verbunden und objectiv sind, in Gedanken trennen. Es kommen aber in Wirklichkeit centripetale Erscheinungen beiderlei Art vor; die letztere wollen wir Reflexerscheinung, die andere sensible Erscheinung nennen.

Unter Gefühl versteht man die Fähigkeit des Subjects, Eindrücke des eigenen Körpers zu erkennen. So ist z. B. in dem Schmerzgefühl die Beziehung zwischen dem schmerzzerregenden Gegenstande und dem fühlenden Subjecte nicht ausgesprochen, das Object kommt dabei gar nicht in Betracht. Durch die Empfindung lernen wir einen Gegenstand erkennen, welcher nicht zu unserm eigenen Körper gehört, was bei allen Sinnesempfindungen, z. B. beim Sehen, der Fall ist. Beide Ausdrücke werden jedoch auch promiscue gebraucht.

Gefühl und Empfindungen rufen psychische Affectio- nen: Wahrnehmungen, Vorstellungen, Triebe hervor, durch welche jene ursprünglichen Aeusserungen des Nervensystems ihre eigenthümliche Färbung erhalten. Es gibt Organe, welche den Verkehr zwischen diesen Nervenerscheinungen und der Psyche vermitteln, näm-

lich die Hemisphären des grossen Gehirns. Wie durch Gefühle und Empfindungen Wahrnehmungen und Triebe erweckt werden, so können umgekehrt diese jene zur Erscheinung bringen.

Die Lehre von den Sinnesempfindungen wird in einem eigenen Abschnitte vorgetragen, hier nur von den Gefühlen gesprochen. Die allgemeinen Grundsätze passen für Beides.

An einem Gefühle unterscheiden wir mehrere Eigenschaften: 1) seine Intensität, welche von der Stärke des Reizes und dem Grade der Reizbarkeit des Organs und des Individuums abhängig ist; 2) die eigenthümliche Färbung, welche die Gefühle nach der Verschiedenheit des Reizes und nach dem Orte seiner Entstehung haben. So sprechen wir z. B. von einem brennenden, schneidenden, drückenden Schmerz, wir nennen Schmerz in den Muskeln Ermüdung, in den Gelenken Ermattung, eine gewisse Art von Unbehagen in den Haut- und Sehnerven Schwindel u. s. w. 3) Die Localisation. Einem jeden Gefühle weisen wir einen bestimmten Ort im Raume unseres eigenen Körpers an. Der Inhalt eines Gefühls erlangt erst dadurch Bestimmtheit, dass eine gewisse Körperstelle von demselben afficirt ist. 4) Mehr oder weniger mischen sich Wahrnehmung und Urtheil unsern Gefühlen bei. Mit denselben verknüpfen wir Vorstellungen, messen Grössen, vergleichen etc.

Eigenschaften der Gefühle.

Die Erkenntnisstücke, welche das Gefühl theils direct, theils mit Hülfe des Urtheils liefert, lassen sich nach unserer jetzigen Kenntniss physiologisch nur sehr unvollständig deduciren. Als wahrscheinlich lassen sich folgende annehmen: 1) die Integrität der Nerven selbst, einschliesslich ihrer Endorgane; 2) die Schwere des ganzen Körpers und einzelner Theile; 3) die Beweglichkeit der Theile und dadurch indirect ihre Elasticität; 4) die Cohäsion derselben.

Erkenntnisstücke des Gefühls.

Bei jedem Gefühl kann man einen gewissen In-

Charakter
des Gefühls.

differenzpunkt unterscheiden, welcher nur durch Aufmerksamkeit erkannt wird. Erst wenn dieser durch bestimmte Erregungen überschritten wird, tritt ein deutliches Gefühl sogleich auf und dadurch kommt man erst zur Auffassung jener Ruhelage. Durch den Schmerz wird man der Behaglichkeit, durch den Schwindel des Gefühls des Gleichgewichts, durch die Ermüdung des Gefühls von Muskelenergie bewusst. — Wie das Gefühl der Unlust, so geht auch das Gefühl der Lust von einem Indifferenzpunkte allmählig zu dem ausgesprochenen Gefühl über.

Centra des
Gefühls.

Jedes Gefühl muss zwei Centra haben, eins an dem Orte, an welchem die Gefühlsnerven in den betreffenden Ganglienzellen endigen, eins am Orte der Erregung. Das Centrum für die Gefühlsnerven des Rumpfes ist einmal in der grauen Substanz der Hinterstränge und dann zweitens in dem verlängerten Marke. Jeder Theil des Körpers, welcher nicht mehr mit dem verlängerten Marke durch Nerven zusammenhängt, ist gefühllos, aber auch jeder Theil, dessen Nerven ohne Verbindung mit der grauen Substanz der Hinterstränge sind. Die Centra für Hunger und Durst liegen wahrscheinlich zusammen in dem verlängerten Marke, das Hauptcentrum für das Gefühl des Gleichgewichts wahrscheinlich in dem kleinen Gehirn, hingegen ist bis jetzt unermittelt, wo man das Centrum für das Muskelgefühl zu suchen hat. Man nimmt vielfach den Sitz desselben in den Hintersträngen des Rückenmarks an.

Die meisten Gefühle werden erst perfect, wenn sie bewusst werden, mit andern Worten, wenn die Hemisphären des grossen Gehirns sich ihrer bemächtigen. — Sehr wesentlich scheint auch der Zutritt von O zu sein; wenigstens wird der Schmerz bei Verengerung der Luftwege bedeutend vermindert.

§. 17. Arten des Gefühls.

Gefühle werden einmal erzeugt, wenn die Integrität eines Nerven verletzt wird, es entsteht dadurch Schmerz, und ferner, wenn die peripherischen Enden der Nerven von ihrer Umgebung afficirt werden. Zum besseren Verständniss soll noch hervorgehoben werden, dass in diese Definition nicht die Sinnesempfindungen und die durch psychische Einwirkungen entstandenen Gefühle eingeschlossen sind, also z. B. die Empfindung der äussern Temperatur. Wir heben folgende Gefühle besonders hervor:

1) Muskelgefühl. Wenn die Muskeln sich contrahiren, so wird durch die sensiblen Nerven, welche in ihnen verlaufen, Zweierlei gefühlt, nämlich die Richtung und die Geschwindigkeit der Bewegung. Wohl alle Muskeln sind mit solchen Fasern versehen, und nicht wenige gibt es, zu welchen ausser den motorischen Nerven noch besondere Aeste sensibler Nerven hinlaufen. So z. B. erhalten der *m. occipitalis* und die Ohrmuskeln ihre motorischen Fasern vom *n. facialis* und ihre sensiblen zumeist vom *n. auricularis magnus*; zu den Augenmuskeln gehen Zweige des sensiblen *n. trigeminus*; mit dem zungenbewegenden Nerven, dem *n. hypoglossus*, mischen sich Zweige des *n. lingualis*; mit dem *n. accessorius Willisii*, welcher den *m. cucullaris* und *sternocleidomastoides* beherrscht, vereinigen sich Zweige des *plexus cervicalis* u. s. w. Sehr gewöhnlich erhalten die motorischen Nerven schon gleich bei ihrem Austritt aus dem Rückenmarke sensible Fasern, indem von den hintern Wurzeln Fasern zu den vordern hingehen.

Das Muskelgefühl dient häufig zu Urtheilen. Wir schätzen z. B. die Schwere eines Gewichts, indem wir es heben; wir fühlen nämlich die Geschwindigkeit, mit der sich die Contractionen folgen müssen, um den Muskel in stetem tetanus zu erhalten. Der durch das Gewicht gesetzte Widerstand muss durch anhaltende Zusammen-

Muskel-
gefühl.Verbreitung
sensibler
Nerven in
Muskeln.

ziehung überwunden werden. Durch die Bewegung der Augenmuskeln nach Oben, Unten etc. erfahren wir, dass die gesehenen Gegenstände oberhalb, unterhalb etc. unserer Augen liegen, u. s. w. und gewinnen eine Vorstellung von dem Raume. Zu jeder Linie, die wir ziehen, zu jedem Buchstaben, den wir schreiben, zu jedem Schnitte, zu jedem Schritte etc. gebrauchen wir das Muskelgefühl, um die richtige und genau beabsichtigte Bewegung zu erzielen.

Bei Zerreiſſung von Muskeln entsteht heftiger Schmerz, bei öfters sich wiederholenden Contractionen Ermüdung.

Hunger.

2) Hungergefühl wird veranlasst durch Mangel fester Bestandtheile im Blute und localisirt auf den Magen. Dasselbe gibt Veranlassung zu dem Triebe, Nahrung zu suchen. Beide Erscheinungen, Gefühl und Trieb, dürfen nicht zusammengeworfen werden. Krankhafter Weise können Magenzustände und Gehirnaffectio- nen scheinbar mit Hunger verbunden sein, ohne dass Nahrungsmangel vorhanden ist. — Das Gefühl von Sättigung tritt ein, wenn durch die im Magen angehäufte Masse eine Reizung des n. vagus entsteht. Es bedeutet also den Anfang des Eckels.

Durst.

3) Durst, veranlasst durch Mangel flüssiger Bestandtheile im Blute, wird localisirt auf die Rachen- gegend. Wenn viel Wasser durch Haut, Nieren etc. entleert wird, oder wenn zu viel Flüssigkeit aus dem Blute in die Gewebe dringt, wie dies durch vermehrte Diffusion (Genuss salziger Speisen) geschehen kann, oder durch Anhäufung von Blutkörperchen in den fei- nern Gefäßen und durch gesteigerten Blutdruck (oft bei Schwächezuständen), so entsteht Durst.

Ebenso wie der Hunger kann aber auch der Durst scheinbar von den Rachennerven oder vom Gehirn ausgehen.

Gleichge-
wichtsgefühl.

4) Gefühl des Gleichgewichts. Im gesunden Zustande hat der Mensch stets, auch ohne dessen deut-

lich bewusst zu werden, ein Gefühl, dass der Schwerpunkt unterstützt ist, sowie auch von der einseitigen Verlegung desselben. Durch dieses Gefühl werden z. B. beim Gehen und Stehen u. s. w. die passenden Bewegungen gemacht, damit der Körper nicht umfalle.

Wenn das Gefühl des Gleichgewichts in seiner Integrität gestört ist, so entsteht ein dem Schmerze in den sensiblen Nerven gleichzustellendes krankhaftes Gefühl, der Schwindel. Er kann ähnlich wie Hunger und Durst von der Peripherie und zwar meistens von Nerven der Haut und dem Sehnerven oder auch vom Gehirn ausgehen. Vgl. auch VII. Anm. zu §. 19a.

5) Gefühl von Mangel an Erregung. Die Nerven fühlen nicht nur, wenn sie durch einen fremden Körper erregt und daher aus ihrem Ruhezustande gekommen sind, sondern auch, wenn ihre Spannung vermehrt ist; es entsteht dann in ihnen ein Bestreben nach Erregung, so z. B. in den Sehnerven bei der Dunkelheit, in den Muskeln bei grosser Ruhe, in dem verlängerten Marke bei Mangel an Sauerstoff u. s. w.

6) Schmerzgefühl. Da dasselbe durch bekannte begleitende Bewegungen auch bei Thieren angezeigt wird, so kennt man durch Versuche diejenigen Partien des Nervensystems, welche schmerzhaft sind, oder vielmehr durch deren Reizung Bewegungen der Art erfolgen. Es gehören dahin von der hintern Hälfte des Rückenmarks die Stellen, an welchen die Nerven eintreten (v. Deen), nicht aber die graue Substanz der Hinterstränge und nicht die weisse Substanz zwischen den eintretenden Nerven. Ebenso verhält sich im Allgemeinen das verlängerte Mark. Wenn die Brücke, die pedunculi cerebri bis zu ihrer Ausbreitung in die Schhügel gereizt werden, so entstehen Bewegungen, welche vielleicht auf Schmerz deuten, vielleicht bloß als Reflex (s. Kap. 10) zu betrachten sind. Diese fehlen hingegen bei Reizung der Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns, bei oberflächlicher Reizung der gestreiften

Körper und der Sehhügel; hinsichtlich der Vierhügel ist dies noch nicht feststehend. Es ist bemerkenswerth, dass die Ganglienzellen Selbstgefühl nicht haben, dass hingegen die mit ihnen in Verbindung stehenden Nerven nur so lange fühlen, als der Zusammenhang besteht. Jede Integritätsverletzung der Gefühlsfasern bringt Schmerz hervor und es kann derselbe sowohl im Centrum als in der Peripherie seinen Ursprung haben. Unter allen Umständen muss man aber annehmen, dass die wirksame Stelle in dem Centrum, d. h. in den zu den sensiblen Nerven gehörigen Ganglienzellen liegt und das Gefühl nur nach der Peripherie hin verlegt wird.

Excentrische
Erscheinun-
gen.

Man nennt dies excentrische Erscheinungen. Wenn z. B. der n. ulnaris am Ellenbogen gedrückt wird, so fühlt man Schmerz in den Fingerspitzen, weil vom Centrum aus das Gefühl dahin verlegt wird, wovon es gewöhnlich ausgeht. Reizung des Rückenmarks hat sehr gewöhnlich Schmerz in der Peripherie zur Folge.

Für das Schmerzgefühl ist das verlängerte Mark das Centrum, s. S. 270.

Vorstellungen
durch Ge-
fühlsein-
drücke.

Durch das Gefühl lernen wir allmählig die Ausdehnung und Form der einzelnen Theile des Körpers kennen. Wesentlich wirkt hierbei das Gefühl von den Bewegungen. Durch die Bewegungen berühren sich Nachbartheile, und indem die Grösse der Bewegungen abgeschätzt wird, lernt man die Entfernungen der einzelnen Theile von einander beurtheilen, und so entsteht nach und nach in dem Sensorium ein Bild von dem ganzen Körper.

Gefühle der
Amputirten.

Bei Amputirten wird eine Reizung des Stumpfes so gefühlt, als wäre der verlorene Theil noch vorhanden. Ein am Schenkel Amputirter glaubt seinen Fuss noch zu besitzen und Schmerz in den Zehen zu fühlen; er fällt oft in der ersten Zeit nach der Operation um, weil er des Verlustes der Extremität nicht gedenkt. Bei der Bildung einer neuen Nase glaubt der Operirte, wenn er an der neugebildeten Nase gereizt wird, nicht hier den

Gefühl an
einer neu-
gebildeten
Nase.

Schmerz zu fühlen, sondern an der Stelle, von welcher die Haut zur Nasenbildung genommen ist. Hält man den Mittelfinger so über den Zeigefinger, dass die innere Fläche von jenem die äussere Fläche des Zeigefingers berührt, und rollt an der Berührungsgrenze ein Kügelchen, so hat man den deutlichen Eindruck, als ob zwei vorhanden wären, weil nämlich zwei Gefühlsbilder von Halbkugeln entstehen, welche mit ihren convexen Flächen einander entgegengerichtet sind, und daraus setzen sich in der Vorstellung zwei Kugeln zusammen.

Gefühl bei
übereinander
gelegten Fin-
gern.

Das Gefühl von Schmerz infolge äusserer Eindrücke, wie durch Schnitt oder Stich, kann in einem Theile verloren gehen und doch kann derselbe Theil schmerzhaft sein. Dies sieht man schon beim Einschlafen der Finger durch Druck auf den n. ulnaris. Die betreffenden Finger haben ein sehr unangenehmes Gefühl und doch kann man dieselben kneipen, ohne dass Schmerz empfunden wird. Durch den Druck des n. ulnaris ist das Leitungsvermögen unterbrochen, aber zugleich hat sich in dem Nerven bis zu seinem Ursprung aus dem Rückenmark durch den Druck eine Veränderung eingestellt, es entsteht Schmerz und dieser wird auf die Peripherie bezogen. Man nennt diese Erscheinung, wenn sie durch Krankheiten hervorgebracht wird, *anaesthesia dolorosa*.

Einschlafen
der Glieder,
*anaesthesia
dolorosa*.

§. 18. Psychische Erscheinungen.

Der Inhalt der Gefühle und Empfindungen wird dazu verwendet, um als Material für eine ganz andere Reihe von Erscheinungen, nämlich von psychischen, zu dienen. Die Seele kann sich aber dieses Materials nicht direct bemächtigen, sondern nur vermittelt gewisser Nervenorgane, d. h. gewisser, ihrer besondern Beschaffenheit nach nicht gekannter Gangliencomplexe. Die Physiologie betrachtet die psychischen Erscheinungen nicht als Functionen des Gehirns, wie man eine Secretion als Function einer Drüse ansieht, sondern als Resultate

selbständiger Kräfte und sucht die dem Körper angehörigen Organe auf, deren Dasein als nothwendige Bedingungen aufzufassen ist, unter welchen jene Kräfte sich zu äussern vermögen. Die Analyse dieser letztern, ihre Combinationen, überhaupt die Gesetze, unter welchen sie stehen und sich entwickeln, sind Aufgaben der Psychologie. Es ist wahrscheinlich, dass allen elementaren psychischen Kräften auch bestimmte Bezirke des Nervensystems entsprechen.

Von den Eigenschaffen der Seele, welche bei physiologischen Studien besonders in Betracht kommen, heben wir hervor: das Begehren oder die Triebe, das Vorstellen und das Wählen. Die Triebe sind auf etwas werdendes, Zukünftiges, die Vorstellungen auf etwas vergangenes gerichtet, das Wählen der Seele bezieht sich auf die Gegenwart.

Wenn die Seele von zwei Bewegungen, welche gemacht werden können, eine auswählt, oder wenn die Seele sich etwas vorstellt, so bedarf sie dazu stets des Gedächtnisses; auch eine einfache Vorstellung ist eigentlich nichts als eine durch das Gedächtniss reproducirte Empfindung. — Der Trieb hingegen kann sich zeigen ohne Mitwirkung des Gedächtnisses.

Viertes Kapitel.

Centrifugale Erscheinungen.

§. 19. Allgemeines.

Thätigkeiten im Nervensysteme, deren Wirkungen darin bestehen, dass Muskeln zur Contraction und Drüsen zur Absonderung veranlasst werden, nennt man centrifugale. Sie können durch Reize hervorgerufen werden, welche die Nerven selbst, und solche, welche die Ganglienzellen treffen, aus denen die motorischen Nerven hervorgehen. Die Bewegungen, welche aus den Reizungen der ersten Art entstehen, nennt man Reiz-

bewegungen (§. 21), die der zweiten Art Bewegungen centralen Ursprungs (§. 22—24).

Die Bedingungen, unter welchen die letztgenannten Bewegungen zu Stande kommen, sind verschiedener Art. Es gibt Bewegungen, deren Erregung nicht von Nerven ausgeht, welche ausserhalb des sich bewegenden Organs liegen, sondern von solchen innerhalb desselben. Sie sind repräsentirt im Herzen. Seine beständig während des Lebens vorhandenen Contractionen finden nur in der Elasticität ihren Widerstand, wodurch die intermittirenden Pulsschläge entstehen. Sie dauern aber auch am ausgeschnittenen Herzen fort, bis jeder Sauerstoff entzogen ist, oder die Ganglienzellen abgestorben sind. — Auf ähnliche Weise verhalten sich der Darm, die Ureteren u. s. w. — Man nennt diese Bewegungen automatische. So unabhängig sie zu sein scheinen, so können sie doch von mancherlei Einflüssen modificirt werden. Abgesehen davon, dass die betreffenden Organe des Zuflusses ernährenden Blutplasmas und des Sauerstoffs bedürfen, wirken andere Nervenparthien auf sie ein, so z. B. das Gehirn auf das Herz, wie man bei Gemüthsbewegungen sieht; sowie auch die vasomotorischen Nerven; endlich können Reizungen der medulla obl. und der nn. vagi ihre Unabhängigkeit aufheben und ihre Bewegungen in Ruhe bringen, sie hemmen (§ 25). Eine zweite Klasse von Bewegungen und den dazu gehörigen Nervencentren ist dadurch charakterisirt, dass sie einer besondern Erregung bedürfen, ehe sie eintreten. Wir wollen sie incitirte Bewegungen nennen. Dieselben werden im normalen Zustande stets von Erregungen der motorischen Ganglienzellen veranlasst, also z. B. Streckung des Vorderarms von den motorischen Ganglienzellen der Vorderhörner des Rückenmarks, aus denen die Fasern des n. radialis hervorgehen. Der betreffende Gangliencomplex wird aber wieder von andern, und auch diese können wieder von noch andern erregt werden. Dadurch entstehen also

Erregungen erster, zweiter, dritter etc. Ordnung. Die Erregungen können aber vom centripetalen Nerven ausgehen (s. Reflexbewegung §. 22), oder vom Gehirn und Rückenmarke (s. §. 23. 24).

§. 20. Automatische Bewegungen.

Sie zerfallen in drei Abtheilungen: automatische Bewegungen im engern Sinne, tonische und antagonistische Bewegungen.

Automatische
Bewegungen
im engern
Sinne.

Das Charakteristische der automatischen Bewegungen im engern Sinne besteht darin: 1) dass dieselben nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark noch fort-dauern; 2) dass in allen den Organen, in welchen sie vorkommen, Ganglienzellen (gewöhnlich mikroskopische) angetroffen werden, in denen man den Ausgangspunkt der Erregung sucht; 3) zwischen den einzelnen Bewegungsabschnitten finden Pausen statt. In manchen dieser Bewegungen ist ein regelmässiger Typus bemerkbar, in andern fehlt er.

Solche automatische Bewegungen sind beobachtet: 1) am Herzen. Die betreffenden Ganglien liegen vorzugsweise in der Scheidewand und im sulcus transversus. Bei Fröschen gelingt es, den Hauptherd derselben durchzuschneiden und dadurch die Herzbewegung zum Stillstand zu bringen. Wenn man nämlich an einem Froschherzen, an der Grenze zwischen Vorhöfen und der Herzkammer, auf beiden Seiten einen Einschnitt macht, zwischen denselben aber die Mitte unversehrt lässt, so schlägt das Herz fort wie vorher; lässt man hingegen die Seitentheile unversehrt und schneidet die Mitte durch, so steht das Herz still. (Budge, v. Wittich). 2) am Magen und Darm. Die dazu gehörigen Ganglien liegen zwischen Schleimhaut und Muskelhaut (plexus myentericus, Auerbach). Obwohl die Magenbewegung durch Reizung des n. vagus angeregt werden kann (Bischoff), so hört sie doch nicht auf, wenn bei einem lebenden Thiere sämmtliche Magennerven durch-

schnitten worden sind und das Thier am Leben geblieben ist; vielmehr werden die Speisen auch dann noch aus dem Magen in den Darm übergeführt. (Budge.) Der ausgeschnittene Magen und Darm bewegen sich ebenso wie das Herz noch eine Zeit lang fort. 3) an der Harnblase. Sie macht fast beständig sehr kleine Contractionen, auch dann noch, wenn alle zu ihr gehenden Nerven durchschnitten sind; ebenso 4) der Iris, 5) den Lymphherzen, 6) den Ureteren, 7) den Arterien. Namentlich ist eine regelmässige Füllung und Entleerung der Arterien am Kaninchenohr beobachtet. (Schiff.) 8) Auch gehören hierher der Ausfluss des sogenannten paralytischen Speichels, s. S. 46. (C. Bernard.) 9) der Ausfluss der Galle nach Zerstörung aller Nerven. (Pflüger.)

Bei den automatischen Bewegungen scheinen die Muskeln als solche auch betheilt, ohne dass sie von Nerven erregt werden. Am Herzmuskel bringt man durch Reizung eine frequentere Bewegung hervor, als dies durch Reizung irgend eines Nerven möglich. Indess muss auch hervorgehoben werden, dass, wenn die Atrien eines Frosches zerstückelt werden, nur an denjenigen Stücken eine selbstständige Bewegung vorkommt, welche Nerven enthalten. (Budge.) Auch am Ureter scheint eine selbstständige Muskelbewegung stattzufinden. (Engelmann.)

Man nennt tonus eine stetige, wenn auch in geringem Grade vorhandene, während des ganzen Lebens fortdauernde, von den motorischen Nerven ausgehende und von den Muskeln ausgeführte Contraction. Man nahm früherhin an, dass alle Körpermuskeln in einem solchen Zustande sich befänden, solange das Rückenmark unversehrt sei. Namentlich galt zum Beweise dafür, dass nach Zerstörung desselben der m. sphincter ani externus nicht mehr contrahirt sei und die Rumpfmuskeln erschlaffen. Ich habe schon vor langer Zeit nachgewiesen, dass der sphincter ani im normalen Zustande gar nicht

Tonische Bewegungen.

beständig contrahirt ist, namentlich nicht in dem Masse, dass dadurch der Austritt der Excremente zurückgehalten wird. Der Muskel contrahirt sich aber sehr leicht reflectorisch und selbst geringe Veranlassungen, wie Schleimanhäufung, besonders ein Druck, welcher von oben wirkt, haben eine Contraction zur Folge. Ich habe häufig einen Versuch angestellt, welcher dies Verhältniss klar macht. Wenn nämlich die hintern Wurzeln der Sacralnerven bei einem Thiere ohne Verletzung der vordern durchschnitten werden, so steht der After offen und gewöhnlich füllen Excremente die Oeffnung aus. Zugleich fliesst der Urin tropfenweise ab, zumal bei jeder Bewegung des Thieres.

Man statuirt heutzutage nur noch einen tonus an den Gefässen und vielleicht an der Harnblase.

Es ist nun zwar die Beobachtung richtig, welche Heidenhain und Gianuzzi gemacht haben, dass eine Harnblase nach Zerstörung ihrer Nerven nicht mehr im Stande ist, eine so grosse Menge von Flüssigkeit in sich zu halten, als vorher; dass vielmehr bei einem beträchtlich geringern Drucke dieselbe aus der Harnröhre ausfliesst. Diese Erscheinung ist jedoch nach obigem Versuche als Reflex aufzufassen.

Eine andre Erscheinung hat ferner zur Annahme eines tonus geführt. Wenn nämlich der n. sympathicus durchschnitten wird, so erweitern sich die Gefässe derjenigen Gegend, welche von jenem Nerven versorgt werden. Man hat daher die Ansicht aufgestellt, dass durch den n. sympathicus die Gefässmuskeln in einer beständigen Contraction erhalten würden. Da nun aber der n. sympathicus seine Wurzeln im Rückenmarke hat (s. §. 32), da derselbe ferner in einem sehr abhängigen Verhältnisse von den sensiblen Nerven ist, so lässt sich die stetige Contraction der kleinen Gefässe mit grösster Wahrscheinlichkeit als eine Reflexerscheinung, gerade wie die Contraction der Sphincteren auffassen. Die grosse sensible Fläche der äussern Haut, welche fort-

währenden Erregungen ausgesetzt ist, wird auch Veranlassung genug zu einer beständigen reflectorischen Thätigkeit im Gebiete des n. sympathicus geben können.

Somit wird es sehr zweifelhaft, ob überhaupt tonische Bewegungen angenommen werden dürfen.

Antagonistisch nennt man 2 Bewegungen, deren Richtungen einander entgegengesetzt sind. Es gehören dahin Streckung und Beugung der Glieder, Heben und Senken des Augapfels, Verengerung und Erweiterung der Pupille, der Stimmritze, aller Sphincteren etc. Man kann daher auch diejenigen Nerven, welche solche gegnerische Bewegungen veranlassen, endlich auch die Erregungen, welche auf die Nerven einen derartigen Einfluss ausüben, als antagonistische bezeichnen. Die Fasern des n. radialis, welche dem Strecker des Vorderarms, dem m. triceps angehören, sind Antagonisten derjenigen Fasern, welche in den Beugern, mm. biceps und brachialis verlaufen; der pupillenverengernde n. oculomotorius wirkt antagonistisch gegen den pupillenerweiternden n. sympathicus u. s. w. Die Willenskraft, repräsentirt im grossen Gehirn, verhält sich z. B. dann antagonistisch gegen eine andere Kraft, wenn trotz des Fächelns vor dem Auge dasselbe nicht geschlossen wird; ebenso wenn der Zornentflamme seine Hände nicht ballt, wozu ihn der Affect treibt u. s. w.

Antagonistische Bewegungen.

Die antagonistisch wirkenden Kräfte bilden einen Widerstand gegen einander. Wenn sie gleich gross sind, ist vollständiges Gleichgewicht vorhanden. Ein solches besteht während des Lebens fast niemals, selbst im Schlafe nicht. Vielmehr bemerkt man fast immer ein Vorwalten einer Kraft gegen eine entgegengesetzte. So z. B. wirken auf die Muskeln der iris 2 Kräfte, die eine sucht die Pupille enger, die andere sie weiter zu machen. Jene wird hauptsächlich durch das Licht hervorgerufen, die Entstehung der letzteren ist noch nicht vollständig klar. Man ist im Stande, gerade diese letztere Kraft aufzuheben, dann steigert sich der Ein-

fluss des Lichtes; ebenso wird die Pupille erweitert, wenn Lähmung des pupillenverengenden Nerven eintritt.

Eine besondere Beachtung verdient der Antagonismus, welcher zwischen den 2 Körperhälften besteht. Entweder werden die beiderseitigen Bewegungen zu einem und demselben intendirten Zweck benutzt, wie z. B. beim Fixiren eines Gegenstandes mit 2 Augen, beim Stehen u. s. w., oder die eine Hälfte führt einen Theil des Planes aus, den die andere gleichzeitig vollendet, wie beim Gehen. In diesen und vielen andern Fällen ist es ein einheitlicher (Willens-)Impuls, welcher durch 2 zusammengehörige Kräfte einen Zweck verfolgt. Wird der Weg zur Ausführung auf einer Seite versperrt, so übt der unverminderte Impuls gewissermassen einen vermehrten Druck auf die andre Seite aus. Bei Lähmung des n. facialis einer Seite wird das Gesicht, welches der Wille intendirt, grade zu richten, nach der gesunden, allein beweglichen Seite verdreht. Zur Zeit, wann der Wille nicht auf die Bewegungen der Gesichtsmuskeln wirkt, wie im Schlafe, verliert sich die Schiefstellung.

So lässt es sich wahrscheinlich bei allen antagonistischen Bewegungen nachweisen, dass es nicht die motorischen gleichnamigen oder gegnerischen Nerven und deren Centra sind, welche sich das Gleichgewicht halten, sondern dass dies von den Impulsen herrührt, welche die antagonistischen Bewegungen beherrschen; dass mit einem Worte dieselben meist reflectorischer Natur sind.

§. 21. Incitirte Bewegungen im Allgemeinen. — Reizbewegungen.

Die incitirten Bewegungen zerfallen in zwei Gruppen, nämlich solche, welche durch Reize auf die motorischen Nerven selbst hervorgerufen werden, Reizbewegungen genannt, und solche, welche indirect durch Ver-

mittlung von Gefühlen, Empfindungen, Vorstellungen entstehen.

Reizbewegungen sind z. B. Zuckungen in den Gesichtsmuskeln, welche irgend eine krankhafte Reizung des n. facialis erzeugt; ebenso wird eine vermehrte Herzbewegung hierher zu rechnen sein, in Folge einer Steigerung des Blutdrucks im Herzen selbst; ferner eine Zunahme der Darmbewegung, wenn Gase den Darm beträchtlich ausdehnen; oder die Zuckungen eines Gliedes, dessen Muskeln, resp. Nerven stark gedehnt werden, u. s. w.

§. 22. Reflexbewegungen.

Bewegungen in Muskeln und Drüsenepithelien (Secretionen), welche in Folge von Reizung centripetaler Nerven entstehen, nennt man Reflexbewegungen. (Entdeckung von M. Hall und J. Müller.) Definition.

Zu ihrem Zustandekommen sind erforderlich: 1) ein Reiz; 2) centripetale Nerven; 3) ein nervöses Centralorgan; 4) centrifugale Nerven; 5) Muskel, resp. Drüse. Bedingungen.

Der Reiz kann angebracht werden:

1) am peripherischen Endorgane des Nerven. Namentlich sind es die äussere Haut und die Schleimhäute, welche in dieser Weise erregbar sind, aber auch von dem Herzen, den Hoden, den Nieren, der Leber u. s. w. kann eine Erregung zu Reflexbewegungen ausgehen.

Dahin gehören auch diejenigen Athembewegungen, welche von einem Reize auf die Sinnesorgane ausgehen. So können Brechbewegungen entstehen, wenn gleichartige Eindrücke rasch hinter einander vor dem Auge (retina) vorübergehen, Niessen bei plötzlichem Einbrechen von Licht in einen völlig dunklen Raum u. s. w.

2) An dem Nerven in seinem Verlaufe. Man beobachtet, dass hier die Reizung keine so ausgedehnte Reflexbewegung, sowie in der Regel auch keine zweckmässige zur Folge hat.

3) Am Centrum. Gehirneinflüsse, wie sie z. B. durch Vorstellungen in Gemüthsaffecten entstehen, können leicht Reflexbewegungen veranlassen, so z. B. Zittern durch Schreck. Diese Reflexbewegungen lassen sich wieder auf die bei 1) erwähnten zurückführen. Denn immerhin entstehen die Gemüthsaffecte durch Eindrücke auf die Sinnesnerven, welche dann wieder Vorstellungen hervorrufen.

Ein nervöses Centralorgan ist zur Leitung zwischen den centripetalen und centrifugalen Nerven absolutes Erforderniss. Wenn die beiden Wurzeln der Nerven, welche zu einer Extremität gehören, von Rückenmarke getrennt sind, oder wenn das Rückenmark zerstört ist, bringt keinerlei Reizung an der Haut des Gliedes (also an deren centripetalen Nerven) Bewegung hervor. — Ob auch von den peripherischen Ganglien Reflexbewegung ausgehen kann, bedarf noch weiterer Untersuchungen. Vom Ganglion submaxillare nimmt es C. Bernard an; was jedoch von andern Forschern wieder in Abrede gestellt wird.

Messung
der Reflex-
bewegungen.

Um Reflexbewegungen zu messen, bedient man sich einer verdünnten Schwefelsäure und bestimmt die Zeit, welche zwischen der Berührung der Haut mit der Säure und dem Eintritte der Reflexbewegung verstreicht. (Setschenow.)

Die Entstehung einer Reflexbewegung setzt die Uebertragung einer Erregung der hintern Rückenmarksstränge auf die vordern voraus. In die hintern Rückenmarksstränge gehen die hintern Wurzeln zunächst ein und jene sind die Repräsentanten der centripetalen Erscheinungen im Rückenmarke. Nur solange sie vorhanden sind, findet ein Reflex statt. Es scheint, dass von jeder Stelle derselben eine Erregung jeder Stelle der vordern Stränge und dadurch auch der Wurzeln veranlasst werden kann. Wenn z. B. bei einem Frosche die obere Hälfte des vordern Theils vom Rückenmark eingeschnitten wird, nachdem zuvor alle Gehirnthteile

und das verlängerte Mark exstirpirt worden waren, so können Bewegungen in den Muskeln der hintern Extremitäten infolge des Schnittes entstehen. — Wenn ferner in der Höhe des zwölften Rückenwirbels bei einem Kaninchen die ganze hintere Markhälfte und in der Höhe des vierten Rückenwirbels bei demselben Thiere die ganze vordere Markhälfte durchschnitten worden ist, so entstehen dennoch durch Eindrücke, welche auf die hinter dem hintern Schnitte liegenden Körpertheile gemacht werden, Reactionen am Vordertheile, z. B. am Kopfe. (H. Sanders.) Die Uebertragung der Erregung von den hintern zu den vordern Rückenmarkssträngen muss man also durch ein weit verbreitetes Fasernetz zu Stande gebracht sich denken; aber jeder Abschnitt von diesem Netze kann die Reflexe bewirken. Weder braucht das ganze Rückenmark im Zusammenhang, noch auch dasselbe mit den darüber liegenden Nervencentraltheilen in Verbindung zu stehen. Es gibt daher verschiedene Abstufungen. Die einfachste Reflexbewegung kommt in einem Rückenmarksstück zu Stande, an dem nur eine oder zwei hintere und vordere Wurzeln an einer Seite und die betreffende Extremität derselben Seite geblieben sind, und nichts Anderes. — Hier finden wir nur eine einfache Uebertragung. —

Die Reflexbewegungen können zweckmässig sein und sind es in der Regel bei frisch enthaupteten Thieren. Nach einiger Zeit hört jedoch die Zweckmässigkeit der Bewegungen auf, und wenn die Unterbrechung des Rückenmarks mit dem verlängerten Marke und Gehirne allmählig erfolgt, wie dies beim Menschen durch Rückenmarksverletzungen oder Krankheiten gewöhnlich der Fall ist, so fehlt die Zweckmässigkeit der Bewegungen fast immer. Wenn man bei einem Frosche, dem der Kopf abgeschnitten ist, die Zehe mit der Pincette kneipt, so zieht er dieselbe zurück, gewöhnlich bis unter den Bauch; betupft man sie mit liqu. amm. caust. oder Essigsäure, so zieht er zwar auch das Bein zurück, macht

Zweck-
mässigkeit
der Reflex-
bewegungen.

aber zugleich mit den andern Extremitäten Bewegungen, welche so aussehen, als wollte das Thier die Flüssigkeit abwischen; ja er benutzt den Rumpf dazu, um ihn nach der Stelle der Reizung hinzulenken. Auch wenn die Vorkammer des Herzens gereizt wird oder der Magen und Dünndarm, so entstehen abwehrende Bewegungen der Extremitäten, jedoch nur so lange, als das verlängerte Mark und der von demselben entspringende n. vagus noch unverletzt sind. (Pickford.) Beispiele der Reflexbewegungen bieten auch die Verengung der Pupille nach Reizung des n. opticus oder der retina durch Licht. Ferner die Bewegung beim Husten durch Reizung der Schleimhaut der Stimmbänder, Schliessen der Augenlider durch Reizung der conjunctiva, Zucken der Fussmuskeln durch Kitzeln der Fusssohle, Zittern nach Verbrennungen u. s. w.

Beispiele
von Reflex-
bewegungen.

Gehirnein-
fluss.

Unmittelbar nach Wegnahme des Gehirns sind die Reflexbewegungen geringer; später hingegen nehmen sie wieder zu. Bei Gelähmten entstehen leichter Reflexbewegungen nach geringen Reizungen an der gelähmten als an der gesunden Seite. Bei Rückenmarksverletzungen von Menschen beobachtet man, dass eine Reizung der Haut der untern Extremitäten durch Kneipen oder Stechen von dem Kranken gar nicht gefühlt wird, aber dennoch eine Beugung oder Streckung der Extremität zur Folge hat. Durch Narcotica werden die Reflexerscheinungen vermehrt, namentlich ist Strychnin in dieser Beziehung ausgezeichnet. Strychnin wirkt direct auf das verlängerte und Rückenmark und zwar so, als ob dasselbe elektrisirt würde, es bringt tetanische Krämpfe hervor. Diese können entstehen, wenn bei Fröschen das Herz exstirpirt wird und das Strychnin auf das blossgelegte Rückenmark gebracht wird. Durchschneidet man an einem Gliede alle Nerven mit Schonung der Gefässe und bringt unter die Haut dieses Gliedes einen Tropfen der Lösung von salpetersaurem Strychnin, so entsteht tetanus nach einigen Minuten am ganzen

Strychnin.

Körper mit Ausnahme des gelähmten Gliedes. Unterbindet man das Herz und bestreicht damit einen Nerven oder irgend einen andern Körpertheil, mit Ausnahme des Rücken- und verlängerten Marks, so entsteht niemals Vergiftung. Werden bei bestehender Cirkulation die hintern Wurzeln durchschnitten, so tritt die Wirkung später und schwächer ein. Wird das Rückenmark quer durchschnitten und Strychnin in die Mundhöhle oder unter die Haut gebracht, so wird zuerst die vordere Körperhälfte und später die hintere von Krämpfen befallen, sodass man annehmen kann, dass die Ganglienzellen des verlängerten Marks leichter von Strychnin affizirt werden, als die Ganglienzellen des übrigen Rückenmarks.

Die centripetalen Nerven, insofern sie Veranlassung geben zu Reflexbewegungen, hat man auch excitomotorische und die motorischen Nerven, welche bei diesem Act die Muskeln zur Contraction anregen, reflexmotorische Nerven genannt.

Excitomotorische und reflexmotorische Nerven.

§. 23. Willkürliche Bewegungen.

Damit willkürliche Bewegungen zu Stande kommen, ist, abgesehen von den die Bewegung ausführenden Organen (Muskeln, Knochen, Gelenke), noch ein Complex von psychischen und Nervenactionen erforderlich, von denen die letztern in verschiedenen Theilen des centralen Nervensystems ihren Sitz haben. Sobald eine von diesen Actionen gehindert ist, leidet die willkürliche Bewegung. Damit der Wille in einer solchen Bewegung sich kund thue, ist nothwendig:

1) ein Begehren oder ein Trieb zu dieser Bewegung; der Trieb zu Bewegungen ist mit der Entwicklung der Muskeln gegeben. Er entsteht daher schon im intrauterinen Leben. Nach der Geburt werden die verschiedenartigsten Bewegungen vom Kinde versucht, bis eine zweckmässige gefunden ist, welche den

Bedingungen zum Zustandekommen willkürlicher Bewegungen.

angeborenen Trieben und Gefühlen entspricht. Ein Kind macht z. B. zuerst die unzweckmässigsten Bewegungen, um Nahrung in den Mund zu bringen, bis ihm allmählich die richtigen gelingen.

2) die Vorstellung von der Möglichkeit der Bewegung. Für beide genannte Erscheinungen ist der wesentliche körperliche Sitz in den Hemisphären des grossen Gehirns zu suchen.

3) Gedächtniss. So z. B. wird es nicht möglich sein, die zur Aussprache eines Worts nothwendigen Bewegungen hervorzubringen, wenn nicht der Eindruck reproducirt werden kann, welcher früher durch den Gehörsinn gemacht worden ist. In der Reproduction der Sinnes- und Gefühlseindrücke besteht das Gedächtniss. Nach neuern Erfahrungen (Bouillaud, Broca) ist ermittelt worden, dass sehr häufig bei gewissen Erkrankungen des hintern Drittels der untern Frontalwindung des linken Stirnlappens vom grossen Gehirn eine sogenannte Aphasie entsteht, d. h. die Affection, in welcher der Kranke bei vollem Bewusstsein bestimmte Wörter entweder nicht aussprechen oder nicht schreiben kann, obgleich er den Begriff davon kennt. Er ist nur nicht fähig, in einem gegebenen Momente die richtigen Bewegungen der Stimmorgane zu machen; und die intendirten Laute hervorzubringen. Das Willensorgan kann nicht lokalisiren. — Frisch und Hitzig haben gefunden, dass durch schwache Reizungen des vordern Theils der Convexität des grossen Gehirns Bewegungen der gegenüberliegenden Körperhälfte veranlasst werden konnten. Es ergaben sich kleine umschriebene centra z. B. für die Nackenmuskeln, Muskeln des Vorderbeins. Die beiden Forscher nahmen auch bei 2 Hunden, die sie am Leben liessen, ein wenig von der grauen Rindensubstanz der Stelle weg, welche sie als Centrum der rechten Vorderextremität erkannt hatten. Die Thiere wurden in der That an diesem Beine unsicher und glitten leicht aus.

Aphasie.

4) Zur Ausführung der willkürlichen Bewegung gehört einmal Gefühl für Gleichgewicht; welches, wie gesagt, seinen Sitz im kleinen Gehirn zu haben scheint, und zweitens die Ausführung derjenigen Bewegungen, welche nothwendig sind, um das Gleichgewicht zu erhalten.

Man bezeichnet mit dem Namen Zwangsbewegungen solche Bewegungen, welche den Anschein gewähren, als ob sie wider Willen stets nach einer und derselben Richtung ausgeführt würden. So z. B. beobachtet man, dass nach einem Stich in den pedunculus cerebelli ad pontem ein Thier sich im Kreise dreht, und zwar von der unverletzten gegen die verletzte Seite hin, bis es ermüdet umfällt. Oft sieht man, dass ein Thier nach anderen Verletzungen des kleinen Gehirns den Kopf weit nach hinten zurückbeugt, oder Kopf und Hals nach einer andern Seite wendet, als nach welcher der Rumpf geneigt ist, u. s. w. Man hat früher dies so erklärt, dass durch eine solche Verletzung plötzlich ein Trieb erwache, welcher bisher eingeschränkt gewesen wäre, solange nämlich das Organ noch in gutem Zustande sich befand. Diese Ansicht lässt sich jedoch sehr wenig begründen. Viel leichter erklären sich solche Erscheinungen, wenn man sie nicht als gezwungen, sondern als willkürliche Bewegungen betrachtet. Dadurch kann man auch einsehen, wie es geschieht, dass oft die Drehung erst nach der einen, dann nach der andern Seite erfolgt u. A. m. Bei dieser Annahme ist man indessen zur Voraussetzung genöthigt, dass das Gefühl des Gleichgewichts seinen centralen Sitz im kleinen Gehirne habe, durch dessen Verletzung die sog. Zwangsbewegungen hauptsächlich entstehen; mit andern Worten, dass die Wahrnehmung, es sei der Schwerpunkt des Körpers jeden Augenblick unterstützt, durch die Ganglienzellen des kleinen Gehirns ermöglicht werde. Diese Hypothese kann man sich an einem gegebenen Falle noch mehr veranschaulichen. Die sensiblen Nerven

Zwangsbewegungen.

der rechten Körperseite schätzen z. B. im gesunden Zustande die Schwere dieser Hälfte, und die der linken Seite die Schwere der andern. Entsprechen sich die Gefühle, so entsteht das Bewusstsein, dass der Schwerpunkt des Körpers unterstützt ist. Im Momente, in welchem die Schätzung beider Seiten gegen einander ungleich ausfällt, wird sofort eine Bewegung gemacht, um den Schwerpunkt dahin zu verlegen, wo er unterstützt ist. Nehmen wir nun an, dass durch die Verletzung einer Hälfte des kleinen Gehirns die Schätzung nicht mehr correct ist, so wird die entsprechende Körperhälfte sich gar nicht mehr oder nicht mehr vollständig unterstützt fühlen. Der Schwerpunkt wird daher auf die andere Seite verlegt, und es ist Gefahr vorhanden, dass der Körper auf die gesunde Seite umfalle. Deshalb wird das gesunde Bein sich nach aussen wenden, d. h. die Grundfläche, auf der die Stützen (Beine) stehen, vergrössern. Ein solches Thier wird daher bei stärkster Verletzung der einen Hälfte des kleinen Gehirns gradezu nach der gesunden Seite umfallen, und vergebliche Versuche machen, aufzustehen; bei geringerer Verletzung zwar auch umfallen, aber sich aufzurichten suchen und immer wieder fallen, d. h. sich wälzen; bei noch geringerer Verletzung noch gehen, aber im Kreise, wie ein Pferd, welches an der Leine geführt wird. — Die gesunde Seite des Körpers ist aber die, an welcher das kleine Gehirn verletzt ist. Denn die sensiblen Fasern der rechten Seite sind von der linken Hemisphäre, und die der linken von der rechten Hemisphäre des kleinen Gehirns abhängig. Die Beziehungen der einzelnen Theile des kleinen Gehirns zu einzelnen Körperorganen sind noch nicht bekannt.

Es ist indessen sehr wahrscheinlich, dass jeglicher Muskelparthie auch eine gewisse Stelle im kleinen Gehirne entspricht, so z. B. ein besonderer Ort für die Bewegung einer Extremität, des Kopfes u. s. w. Diese Stellen würden sich nach obiger Auseinandersetzung

auf die Bewegungen in der gegenüberliegenden Körperhälfte beziehen. So hätte also z. B. die Muskel- und Nervenparthie, welche zu der Drehung des Kopfes nach der rechten Seite gehört, und der rechten Körperhälfte zukommt, ihren sie vertretenden Sitz im linken kleinen Gehirn, an einer noch zu erforschenden Stelle. Wenn wir nun den Fall setzen, es wäre bei einer Verletzung des kleinen Gehirns diese Stelle nicht getroffen, sondern eine andere, welche sich auf die untere Extremität bezieht, so müsste der Kopf, dessen Gleichgewichts-Gefühl noch intact wäre, schwerer erscheinen, als die Beine, sich daher nach diesen drehen und möglicher Weise ein Umfallen nach der kranken Körperseite veranlassen. In der That zeigen Versuche solche Erscheinungen häufig genug.

Verletzungen des kleinen Gehirns sind in der Regel mit grosser Unruhe verbunden, was sich leicht als eine Folge der Unbehaglichkeit erklärt, welche entsteht, wenn das Gefühl für das Gleichgewicht theilweise aufgehoben ist; und die es durch freilich meistens erfolglose Anstrengungen aufzuheben versucht.

Den Hergang einer willkürlichen Bewegung kann man sich ungefähr auf folgende Weise denken:

Hergang der
willkürlichen
Bewegungen

1) Der psychische Impuls des Willens, eine bestimmte Bewegung zu veranlassen, wirkt auf die Ganglienzellen der Hemisphären des grossen Gehirns, und zwar so, dass, wenn eine Bewegung der rechten Seite ausgeführt werden soll, die linke Hemisphäre, und wenn eine Bewegung der linken Seite ausgeführt werden soll, die rechte Hemisphäre angeregt wird. Wahrscheinlich entspricht einer jeden Bewegung eine bestimmte Stelle in den Hemisphären, s. o. S. 288. Jede Zerstörung einer Hemisphäre hebt den Einfluss des Willens auf die entgegengesetzte Körperseite auf.

2) Von der betreffenden Hemisphäre werden die motorischen Fasern durch Vermittelung des corpus striatum und des thalamus auf derselben Seite erregt,

und diese Erregung breitet sich aus bis zu den Nerven hin, welche die gewollte Bewegung zur Aeusserung bringen sollen und welche der entgegengesetzten Körperseite angehören.

3) Gleichzeitig entsteht das Gefühl des gestörten Gleichgewichts in den Muskeln der bewegten Seite, und dadurch werden diejenigen Bewegungen der gegenüberstehenden Seite veranlasst, welche das Gleichgewicht wiederherstellen sollen.

§. 24. Durch psychische Einflüsse erregte nicht willkürliche Bewegungen.

Während willkürliche Bewegungen sowohl gewisse Vorstellungen als Triebe erfordern, um zu Stande zu kommen, gibt es Bewegungen, auf welche Vorstellungen, aber kein Trieb, und andere, auf welche der Trieb, aber keine Vorstellung einwirkt. Beispiele der erstern Art sind die nachahmenden Bewegungen, z. B. beim Gähnen, der Ausfluss von Speichel bei Vorstellung einer Mahlzeit etc.; Beispiele der zweiten Art sind die instinktartigen Bewegungen, wie von neugeborenen Thieren, welche die Zitze suchen etc.

Auch gehören unter Umständen zur ersten Klasse die nach Gemüthsaffecten entstehenden Bewegungen.

§. 25. Hemmungserscheinungen.

Wenn eine Bewegung durch eine andere aufgehoben werden soll, so muss der Reiz, welcher beide hervorruft, in beiden ungleich stark sein, oder die Bewegungen müssen eine entgegengesetzte Richtung haben. So werden die reflectorischen Bewegungen durch den Willen gehemmt, und man nimmt sogar gewisse Organe im Gehirne an, nämlich Sehhügel und Vierhügel, welche wesentlich als die Hemmungsorgane für die reflectorischen Bewegungen angesehen werden. (Setschenow.)

Thatsächlich ist, dass nach Verletzungen der gestreiften Körper und der Sehhügel ein Thier ausserordentlich reizbar wird; werden z. B. die gestreiften Körper hinweggenommen, so ist oft die leichteste Reizung der Haut ausreichend, dass das Thier plötzlich vorwärts läuft. Ferner scheint bei Verletzungen des kleinen Gehirns, sowie der Sehhügel und gestreiften Körper der Trieb zu Bewegungen beträchtlich vermehrt. Wenn das Rückenmark zerstört ist, so stellt sich rasch eine starke peristaltische Bewegung ein; wenn alle Cerebrospinalnerven der glandula sublingualis durchschnitten sind, fliesst reichlich der sogenannte paralytische Speichel. Nach Reizung des n. vagus steht das Herz still, nach Reizung des n. splanchnicus werden die Bewegungen der Gedärme verlangsamt. Man nimmt an, dass die Thätigkeit dieser Nerven darin besteht, eine vorhandene Bewegung zu hemmen, und hat sie deshalb vorzugsweise Hemmungsnerven genannt, s. S. 232.

Fünftes Kapitel.

Functionen der einzelnen Nervenorgane.

§. 26. Hemisphären des grossen Gehirns.

1) Sie enthalten weder sensible noch motorische Fasern; keinerlei Reizung macht Schmerz oder bringt Convulsionen hervor.

Functionen
der Hemi-
sphären des
grossen Ge-
hirns.

2) Sie werden erregt: a) von Sinnesempfindungen, welche hier umgesetzt werden in die psychischen Erscheinungen der Wahrnehmung;

b) von Vorstellungen, welche sich umsetzen in Empfindungen;

c) vom Willen; — vgl. die obenangeführten Versuche von Frisch und Hitzig, S. 288.

3) Sie erregen wieder: die grossen Gehirnganglien (gestreifte Körper und Sehhügel), sowie das kleine Gehirn.

4) Sie wirken hemmend auf die Entstehung von Reflexbewegungen, welche nach Trennung des Zusammenhangs von Gehirn und Rückenmark, bei Betäubung und Schlaf, bei Lähmungen, die vom Gehirn aus entstehen, leichter als sonst sich entwickeln.

Beobachtungen über Wegnahme des grossen Gehirns bei Thieren.

Thiere, denen die Hemisphären des grossen Gehirns weggenommen sind, machen spontan keine Bewegung, bleiben auf der Stelle sitzen, auf welche man sie bringt, fressen nicht, wenn man nicht die Nahrung in die Mundhöhle hineinführt; sie sind in einem Zustande, als wenn sie schliefen. — Aber wenn äussere Impulse auf sie einwirken, so sind sie im Stande, diejenigen Bewegungen auszuwählen, welche unter diesen Verhältnissen am Geeignetsten zur Abwehr sind, und führen dieselben wie ein gesundes Thier aus. (Entdeckung von Flourens.)

Auch auf Eindrücke von Licht und Schall reagieren sie; sie wenden sich einem Lichte zuweilen zu, schrecken zusammen bei starkem Schall. (Longet.) In die Luft geworfen fliegt ein enthirnter Vogel ganz geschickt, aber nichts destoweniger ist er so unaufmerksam, dass er gegen eine Wand anstösst und dadurch herabfällt. Seine Empfindung ist nicht zur Wahrnehmung geworden, das Urtheil fehlt. — Wird das Gehirn (bei Kaninchen) auch nur an einer Seite von Oben nach Unten gedrückt, so wird das Athmen verlangsamt und hört endlich momentan ganz auf. (Budge.)

§. 27. Streifen- und Sehhügel.

1) Nur in der Tiefe haben sie Gefühl.

2) Sie werden erregt: a) von den Hemisphären des grossen Gehirns;

b) von den Enden der Nerven für den Geruchs-, Geschmack- und Tastsinn. — Jedoch ist diese Annahme noch nicht bestimmt nachgewiesen, sondern nur wahrscheinlich.

3) Sie erregen die motorischen Fasern.

4) Sie wirken in noch höherem Grade, als die Hemisphären, hemmend auf die Reflexbewegungen.

Druck auf Streifen- oder Sehhügel einer Seite wirkt bei Menschen in der Art, dass der Wille nicht mehr im Stande ist, auf die motorischen Nerven der entgegengesetzten Körperseite zu wirken. Bluterguss im rechten c. striatum lähmt die linke Körperhälfte. Reflexbewegungen entstehen aber sehr leicht in der gelähmten Seite. Bei Säugethieren (Kaninchen) bringt ausnahmslos eine Verletzung genannter Theile eine Schwäche der entgegengesetzten Seite hervor; die Thiere können gehen, wenden sich aber dabei in Bogen immer nach der unverletzten Seite. Es entsteht die sogenannte Reitbahnbewegung, *mouvement de manège*. — Die Empfindlichkeit derselben Körperseite nimmt zu. — Bei Fröschen ist die Seitenwendung sehr deutlich. Im Wasser rollen sie sich nach der unverletzten Seite.

Beobachtungen über Verletzungen von Streifen- u. Sehhügeln.

§. 28. Vierhügel.

Die vordern Vierhügel sind allein, aber nur unvollständig ihrer Function nach bekannt. Ob sie Gefühl haben, ist nicht sicher festgestellt, wahrscheinlich nur an der untern Fläche. Sie wirken auf die Bewegung der iris. Ihre vollständige Wegnahme hebt den Reflex zwischen n. opticus und oculomotorius an dem gegenüberliegenden Auge auf. Einfache Verletzung steigert oft die Empfindlichkeit gegen Lichtreiz.

In neuerer Zeit ist der Einfluss der Vierhügel auf die iris in Abrede gestellt worden.

§. 29. Kleines Gehirn.

Wenn bei Vögeln das kleine Gehirn weggenommen ist, so sind sie nicht im Stande, zu stehen oder zu fliegen, sie breiten gewöhnlich die Flügel aus und stützen sich häufig auf den Hintertheil ihres Körpers, sie fallen nach

Wegnahme des kleinen Gehirns bei Vögeln.

Wegnahme
des kleinen
Gehirns bei
Säugethieren.

der einen oder andern Seite um, gehen rückwärts. Bei Säugethieren sieht man diese Bewegungen wegen der starken Blutungen und der dadurch entstehenden Erschöpfung nicht so ausgebildet, doch fehlt auch bei ihnen nach der genannten Operation das Vermögen, zusammengesetzte, geordnete Bewegungen zu machen. (Flourens.) Bei Verletzungen einer Hälfte des kleinen Gehirns entstehen bei Säugethieren, Vögeln und Fröschen Drehbewegungen nach der verletzten Seite hin, auch die Augen werden verdreht. Die Oberfläche des kleinen Gehirns ist ohne Gefühl, welches erst in der Nähe der crura derselben bemerkt wird.

Man kann wohl das kleine Gehirn als das Centralorgan für das Gleichgewichtsgefühl betrachten und für wahrscheinlich halten, dass es sich in einem Reflexverhältniss zu den grossen Gehirnganglien befindet. Vgl. Zwangsbewegungen S. 289.

§. 30. Gehirnschenkel und verlängertes Mark.

Gehirnschenkel.

Die Ausbreitung der Gehirnschenkel erstreckt sich bis zu den Streifen- und Sehhügeln. Im Gebiete derselben ist man im Stande, Bewegungen und Gefühlserscheinungen durch Reizung zu veranlassen. Die Gehirnschenkel bilden die grosse Strasse, auf welcher die Wirkungen der erregten Gehirnganglienzellen sich zu den motorischen Körnernerven fortpflanzen und die im Rücken- und verlängerten Marke durch Eindrücke hervorgebrachten Erregungen sich zum Gehirne weiter verbreiten.

Thatsächlich ist, dass Reizung der Gehirnschenkel Contractionen der Harnblase und aller Körpergefässe veranlasst (Budge).

Verlängertes Mark.

Das verlängerte Mark bildet: 1) den Ausgangspunkt für zwei wichtige, unter einander in innigem Zusammenhange stehende Functionen des Körpers: das Athmen (s. S. 26, und das Schmerzgefühl (s. S. 274).

2) Den Ursprungs herd aller Gehirnnerven mit Ausnahme des n. olfactorius und n. opticus. Man unterscheidet dreierlei Abschnitte im verlängerten Mark (Deiters): einen seitlichen, aus welchem die nn. accessorius, vagus, glossopharyngeus, facialis und die portio minor n. trigemini hervorgehen; ferner einen hintern für die portio major n. trigemini; endlich einen vordern für die nn. hypoglossus, abducens, trochlearis, oculomotorius. Die nn. accessorius und facialis, vielleicht auch abducens, erhalten aber auch noch aus dem Halsmarke Fasern.

Durch Reizung des verlängerten Marks beobachtet man daher Erscheinungen, welche auch bei Reizung der einzelnen Nerven hervortreten. Dahin gehört unter andern der Stillstand des Herzens.

3) Durch das verlängerte Mark gehen selbstverständlich die Verbindungsfasern zwischen Rückenmark und den Gehirnthteilen. Es zweigen sich zunächst als corpora restiformia s. crura cerebelli ad medullam oblongatam Nervenbündel, hauptsächlich den Hintersträngen angehörig, ab, welche wahrscheinlich diejenigen Gefühlsfasern enthalten, die für Erhaltung des Gleichgewichts bestimmt sind (s. S. 289). Ausserdem liegen hier alle übrigen Verbindungen mit den grossen Gehirnganglien.

Obwohl es unbestritten ist, dass durch Reizung des verlängerten Marks Bewegungen der Extremitäten und des Rumpfs hervorgebracht werden können, so geht doch daraus nicht hervor, dass die Fasern, welche im verlängerten Marke gereizt werden, in unmittelbarer Verbindung mit den motorischen stehen und nur Verlängerungen derselben darstellen. Die feinere Anatomie des Rückenmarks hat vielmehr gelehrt, dass die motorischen Wurzelfasern in den Ganglienzellen der Vorderstränge endigen. (Stilling.) In der That behaupten auch einige Physiologen, dass jene Fasern im verlängerten Mark, welche Bewegungen im Rumpfe und den Extremitäten zur Folge haben, nur einen Bewegungs-

impuls fortleiten. Wenn nämlich die Hinterstränge des obern Rückenmarks bei einem Thiere abgetragen werden; so soll Reizung der Vorderstränge keine Bewegung in denjenigen Muskeln des Rumpfes hervorbringen, deren motorische Nerven nicht direct getroffen werden. Diese Thatsache wird jedoch mit Recht bezweifelt. Die von Oben ausgehenden Bewegungsimpulse betreffen aber nicht allein die Nerven, welche für Rumpf- und Extremitätenmuskeln bestimmt sind, sondern auch den n. sympathicus und gehen nicht allein vom verlängerten Mark aus, sondern auch noch von Gehirnthteilen, welche vor der med. obl. liegen.

§. 31. Rückenmark.

Die Fasern, welche im Rückenmark verlaufen, dienen wesentlich zur Leitung von Kräften, welche sowohl im Rückenmark selbst, als auch in den oberhalb des Rückenmarks gelegenen Theilen erzeugt werden. Die graue Substanz in dem Rückenmarke befähigt die Fasern zur Fortleitung derjenigen Kräfte, welche in ihren Ganglienzellen entstehen. Die Thätigkeiten des Rückenmarks lassen sich unter folgende Rubriken bringen:

Function der grauen Substanz.

Gefühl der weissen hintern Substanz.

Leitung der Motilität in den weissen Vordersträngen.

Befähigung zum Fühlen.

Befähigung zur Bewegungserregung.

1) In ihm verlaufen die Gefühlsnervenfasern bis zur grauen Substanz der hintern Stränge; in dem ganzen Verlaufe derselben ist Empfindung vorhanden, also auch in den weissen Hintersträngen und Seitensträngen (s. u.).

2) Von der grauen Substanz der Vorderstränge verlaufen die motorischen Nervenfasern bis zu ihrem Austritt; die Vorderstränge dienen der Fortleitung der Motilität.

3) Die grauen Hinterstränge machen die hintern Wurzeln gefühlsfähig, ohne selbst zu fühlen.

4) Die grauen Vorderstränge machen die vordern Wurzeln fähig, dass sie sich in ihrer Structur erhalten können (von ihnen getrennt werden die motorischen Nerven fettig degenerirt), und dadurch im Stande sind, die Muskeln zur Contraction anzuregen.

5) Die graue hintere Substanz nimmt die Fasern des Centralorgans für das Gefühl, nämlich des verlängerten Marks in sich auf und bildet daher die wesentliche Brücke zwischen dem Organe, welches das Gefühl erzeugt, und den Gefühlsfasern selbst.

Verbindung
mit dem ver-
längerten
Mark.

6) Die vordere graue Substanz nimmt die Fasern auf, welche durch das Organ des Willens bis zum Rückenmark verlaufen; ihre Wegnahme muss daher nothwendig die willkürliche Bewegung aufheben.

7) Der grösste Theil der Gefühlsfasern der rechten Seite geht nach dem Eintritte in das Rückenmark auf die linke Seite und umgekehrt. Im rechten verlängerten Mark ist daher die linke Gefühlsseite des Körpers repräsentirt. Wird eine Hälfte des Rückenmarks durchschnitten, so hört auf derselben Seite das Gefühl nicht nur nicht auf, sondern scheint noch vermehrt; auf der andern Seite hingegen, auf welcher das Rückenmark nicht durchschnitten ist, hat das Gefühl beträchtlich abgenommen. Auch Reflexbewegungen werden leichter von der verletzten Seite aus angeregt, als von der andern.

Kreuzung der
Gefühls-
fasern.

8) Dieselbe Erscheinung findet sich, wenn man blos die Hinterstränge, und sogar, wenn man blos die weisse Substanz durchschneidet. (Schiff, Brown-Sequard.)

9) Nur die hintere Hälfte des Rückenmarks hat Gefühl, nicht die vordere; man kann letztere vielmehr reizen, wie man will, ohne dass auffallende Schmerzäusserungen hervortreten. Es ist allerdings auch an den Vordersträngen Gefühl wahrgenommen worden, aber nur in sehr geringem Grade; dies rührt von Faserzügen der Hinterstränge her, sowie auch rücklaufende Fasern der hintern Wurzeln die vordern Wurzeln begleiten und diesen Spuren von Gefühl mittheilen.

Hyperästhe-
sie.

10) Zwischen hinterer und vorderer grauer Substanz findet ein Uebergang statt, welcher sich in den Reflexbewegungen ausspricht. Aber es fehlt auch nicht an einer Mittheilung zwischen allen Theilen der grauen Substanz, s. S. 285.

11) Im Rückenmarke und zwar in der grauen Substanz haben alle Nervencomplexe für Rumpf und Extremitäten ihr unteres Centrum. S. o. S. 239.

12) Aber auch für die Nerven der Eingeweide, insofern sie nicht vom n. vagus versorgt werden, bestehen im Rückenmark besondere untere centra, so das centrum vesicospinale und ciliospinale. Vgl. das folgende Kapitel.

Rücken-
marksseele.

13) Einige Beobachtungen an Fröschen (Pflüger) scheinen darzuthun, dass das Vermögen, zwischen zwei möglichen Bewegungen die passende zu wählen, bei diesen Thieren auch durch das Rückenmark vermittelt werden kann.

§. 32. Nervus sympathicus.

Grenzstrang
und seine
Verbindun-
gen.

Das System des n. sympathicus besteht aus dem Grenzstrang und den mit ihm verbundenen Nerven. Der Grenzstrang liegt vor den processus transversi der Wirbel, ist mit 24—26 Ganglienenanschwellungen versehen und erstreckt sich vom 2. Halswirbel bis zum Steissbein. Er geht Verbindungen ein 1) nach aussen mit Rückenmarksnerven (rami communicantes externi) vom 2. Hals- bis zum Steissbeinnerven, 2) nach oben mit dem 1. Hals- und dem 12. 10. 9. 8. 6. 5. 4. 3. Gehirnnerven und den Ganglien der Gehirnnerven (rami communicantes superiores, 3) nach innen mit Gefäss- und Eingeweidenerven (rami vasomotorii et intestinales).

Die mikroskopische Untersuchung des n. sympathicus lehrt, dass dreierlei Nervenfasern in ihm vorkommen, nämlich markhaltige, breite und schmale, sowie marklose; ferner, dass aus den Ganglienzellen*) Nervenfasern

*) Ob es bei Säugethieren Ganglienzellen gibt, aus denen keine Faser hervorgeht, sog. apolare, ferner solche, aus denen 2, eine an jedem Ende, sog. bipolare, entstehen, ist noch nicht ausgemacht. Bei Fröschen beobachtete Beale neben der geraden Faser der Ganglienzelle noch eine diese umspinnende zweite.

hervorgehen. Ihrem Ursprunge nach enthält dieser Nerve also Fasern, welche aus dem Rückenmarke und solche, welche aus den Ganglien entspringen; mit andern Worten Fasern aus centralen und Fasern aus peripherischen Ganglienzellen.

Um die Functionen des n. sympathicus kennen zu lernen, sind Versuche bei Thieren am Grenzstrang selbst, am n. splanchnicus, plexus coeliacus und hypogastricus angestellt worden und zwar theils durch Reizung, theils durch Trennung dieser Nerven. Aus denselben hat sich bis jetzt ergeben, dass das sympathische System Einfluss auf die Gefässmuskeln, den Blutdruck, den m. dilatator pupillae, die ductus deferentes (tubae Falloppiae) und die Muskeln des Dünndarms hat.

1. Reizung des n. sympathicus am Halse hat eine Verengerung aller Arterien des Kopfes zur Folge und Durchschneidung Erweiterung derselben. (Entdeckung von Cl. Bernard.) Besonders leicht ist die Beobachtung am Ohre weisser Kaninchen zu machen. Mit der Verengerung nimmt die Temperatur an den betroffenen Stellen ab, mit der Erweiterung steigt sie. Bei Reizung des n. splanchnicus ist eine entsprechende Beobachtung an den Gefässen des Unterleibs gemacht worden (v. Bezold). Obwohl noch nicht im ganzen Verlaufe des Grenzstranges Versuche hinsichtlich dieser Erscheinung angestellt sind, so ist man doch zu der Annahme berechtigt, dass am ganzen Körper die vom n. sympathicus zu den Gefässen gehenden Nerven diese Wirkung haben, da alle Arterien*) von demselben versorgt werden.

Einfluss des n. sympathicus auf die Gefässmuskeln.

2) Durch Reizung des Halssympathicus sahen Aubert und Roever eine beträchtliche Steigerung des Blutdrucks (von 54 auf 88) entstehen. Besonders

Einfluss des n. sympathicus auf den Blutdruck.

*) Manche Arterien erhalten auch Nerven von Spinalnerven, so z. B. gibt der n. cruralis einen langen Gefässzweig an die Arterie, der n. spinosus trigemini an die a. meningea media etc. Es ist indessen sehr wahrscheinlich, dass solche Aeste sympathischen Ursprungs ist.

mächtig ist aber wegen der grossen Blutfülle des Unterleibs der gleiche Einfluss des n. splanchnicus. So fand unter Andern Asp, dass nach Reizung des peripherischen Endes des durchschnittenen Nerven der Druck sich vermehrte, vor der Reizung = 1, stieg bis 2,03; dabei war in der Regel die Pulszahl vermindert. Vor und nach der Durchschneidung war hingegen das Verhältniss wie 1:0,86—0,16, das Quecksilber fiel im Manometer oft um mehr als 60 Mm., die Pulszahl war in der Regel vermehrt.

Einfluss des
n. sympathicus
auf den
dilator pupillae.

3) Durch Reizung des Halssympathicus wird die Pupille erweitert (Biffi). Diese Wirkung rührt nicht etwa davon her, dass die Gefässe der Iris sich verengern. Ich habe sie noch bis 1 Stunde nach dem Tode an dem abgehauenen Kopfe eines Verbrechers gesehen, wo jede Gefässreizung aufhörte. Durchschneidung des n. sympathicus am Halse hat Verengung der Pupille zur Folge (Petit).

Die Pupille erweitert sich, wenn der Mangel an Licht gefühlt wird. Ich kenne einen wohl constatirten Fall, dass sogar durch die Vorstellung von Dunkelheit während des Tages bei offenem Auge dieselbe Erscheinung eintrat. Hieraus wird man folgern müssen, dass auch die Erweiterung der Pupille unter normalen Verhältnissen eine Reflexaction ist. Die Analyse derselben ist noch nicht ganz klar. Man kann indessen vermuthen, dass sie zwischen den sensiblen Nerven der Iris und dem Centrum des n. sympathicus (s. u.) erfolgt. Jene Nerven müssen von dem Grade der Contraction des sphincter pupillae eine Empfindung haben. Dieser Muskel hat Gefühl, wie andere Muskeln auch. Wenn dies aber der Fall ist, so steht dasselbe in geradem Verhältnisse zur Erregung der retina. Bei hellem Lichte und dadurch veranlasster stärkerer Contraction werden sich die sensiblen Nerven der Iris in einem stärkeren Erregungszustande befinden, proportional zur Lichtstärke. Dieser organische Photometer ist ein Erreger des sympathischen Centrum.

4) Wird der Lumbatheil des Grenzstrangs bei männlichen Thieren gereizt, so contrahiren sich die ductus deferentes, bei weiblichen Thieren die tubae (Budge). Diese Wirkung fehlt niemals und ist sogar schon bei jungen Thieren zu beobachten.

Einfluss des n. sympathicus auf die Geschlechtstheile.

5) Nach Reizung des n. splanchnicus bei lebenskräftigen Thieren nimmt die peristaltische Darmbewegung ab (Pflüger), bei geschwächten Thieren und nach dem Tode wird sie häufig beschleunigt (J. Müller).

Einfluss des n. sympathicus auf den Darm.

Die eben genannten, bis jetzt mit Sicherheit constatirten Functionen, welche am Grenzstrang erforscht worden sind, gehen lediglich aus den motorischen Fasern desselben hervor. Wo der Ursprung dieser Fasern zu suchen, ist zuerst bestimmt durch mich aufgeklärt worden, indem ich bewiesen habe, dass aus dem Rückenmark an 2 Stellen, nämlich am untern Halsmark und am verlängerten Marke die untern Hals- und obersten Brustnerven sowie der n. hypoglossus diejenigen Fasern zum Grenzstrang führen, welche die Erweiterung der Pupille beherrschen, s. §. 34. — Nimmt man bei einem Frosche das Stückchen Rückenmark einer Seite hinweg, welches den 2. und 3. Nerven einschliesst, so verengt sich die Pupille der entsprechenden Seite. Dasselbe geschieht, wenn man die motorischen Wurzeln dieser Nerven durchschneidet. Weitere Untersuchungen haben gelehrt, dass alle Bewegungen, welche von dem Grenzstrange aus in Thätigkeit gesetzt werden können, ebenso sicher auch von bestimmten Stellen des Rückenmarks aus zu erregen sind. Hienach ergibt sich, dass der Grenzstrang des n. sympathicus, soweit seine Fasern nicht den Ganglien angehören, aus dem Rückenmarke entspringt.

Die Beobachtung hat nun ferner gezeigt, dass wahrscheinlich alle motorischen Wirkungen des n. sympathicus im normalen Zustande reflectorischer Natur sind, d. h. also, dass sie nach vorhergegangener Erregung

sensibler Nerven zu Stande kommen. Diese Erscheinung ist besonders an den Gefässnerven studirt worden. Reizung sensibler Nerven bringt häufiger eine Erweiterung, als eine Verengung der Gefässe hervor. Dies sieht man schon bei allen mechanischen Insultationen der Haut, welche neben Schmerz auch Röthe hervorrufen. So wurde Erweiterung der a. saphena von Reizung des n. dorsalis pedis, zugleich mit beträchtlicher Erhöhung des Blutdrucks beobachtet.

nervi erigen-
tes.

Reizung des plexus hypogastricus bringt eine Anschwellung des bulb. urethrae und der Eichel beim Hunde hervor. Ein mächtiger Blutstrahl dringt aus dem durchschnittenen corp. cavernosum. — Die zwei Nerven, welche hier in Betracht kommen, gehen aus dem plexus sacralis hervor, dessen Reizung ebenso Erektion zur Folge hat. Man nennt sie nervi erigentes. (Entdeckung von Eckhard.)

n. depressor.

Nach Reizung des n. auricularis entsteht zuerst eine Verengung, dann sehr rasch eine Erweiterung der Ohrgefässe beim Kaninchen (Snellen, Lovén). Am Merkwürdigsten sind die Folgen der Reizung des n. depressor. (Entdeckung von Cyon und Ludwig.) Dieser Nerv liegt am Halse neben dem n. sympathicus, ist ein Ast des n. vagus oder des n. laryngeus superior. Wird er galvanisirt, so verengern sich die Gefässe, aber der Blutdruck am ganzen Körper nimmt beträchtlich ab.

Endlich wurde auch Steigerung des Blutdrucks durch Reizung des centralen Endes vom n. vagus (v. Bezold) und vom n. splanchnicus (Asp) beobachtet.

In ähnlicher Weise wird sich auch die Schamröthe verhalten. Man kann sie als einen Reflex zwischen dem Centralorgan der Sinnesvorstellungen (Hemisphären des grossen Gehirn) und dem centrum des n. sympathicus und dem plexus caroticus betrachten.

Was endlich das centrum des n. sympathicus anlangt, so kann man vor der Hand als ein solches nur

die Stelle bezeichnen, über welche hinaus eine allgemeine Wirkung, welche vom n. sympathicus herzuleiten ist, nicht mehr erzielt werden kann. — Nach den Untersuchungen von Schiff, Ludwig und Thiry, Goltz ist es das verlängerte Mark. Ich habe indessen gefunden, dass dasselbe noch mehr in der Nähe des Gehirns zu suchen ist; nämlich im pedunculus cerebri. Reizung dieses Gehirntheles bewirkt, dass sämtliche Arterien sich contrahiren und dass zugleich der Blutdruck beträchtlich steigt. — Owsjannikow und neuerlich Dittmar sind durch Versuche zu dem Schlusse gekommen, dass die Orte, welchen die Gefässnerven die tonische Erregung verdanken, bei Kaninchen in einem Raume gelegen seien, dessen obere Grenze 1—2 Mm. unterhalb der Vierhügel und dessen untere 4—5 Mm. oberhalb des calamus scriptorius gelegen sei. — Ferner fand Knoll, dass electricische Reizung der Vierhügel Erweiterung der Pupille veranlasste, welche hingegen ausblieb, wenn der n. sympathicus am Halse durchschnitten war. Es ist mir wahrscheinlich, dass nicht die Vierhügel selbst, sondern die darunter liegenden Fasern des pedunculus die gereizten Theile waren.

§. 33. Functionen der Gehirnnerven.

Der eigenthümliche Zustand, welcher durch rie-n. olfactorische Stoffe in dem Geruchsorgan hervorgebracht wird, erzeugt in dem n. olfactorius eine Molekularbewegung, welche sich bis zum Gehirne fortpflanzt und an einem noch unentdeckten Organe desselben einen andern Zustand zur Folge hat, den man Geruchsempfindung nennt. Dieselbe entsteht zwar in der Regel auf diesem Wege, da sie aber, wenn sie einmal vorhanden gewesen ist, sich wieder zu reproduciren vermag, so können sich auch durch mechanische Einwirkungen, z. B. durch Schlag auf die Nase, durch Blutstockungen u. s. w. subjective Geruchsempfindungen ausbilden. — Dieselben

sind sogar möglich, wenn der n. olfactorius leitungsunfähig gemacht worden ist. Objective Gerüche werden bei Thieren, denen man diesen Nerven durchgeschnitten hat, aufgehoben. Reizung des n. olfactorius haben weder Schmerz, noch soviel bekannt ist, Reflexbewegungen zur Folge.

n. opticus.

Wie durch den n. olfactorius die Geruchsempfindungen, so werden durch den n. opticus die Gesichtsempfindungen vermittelt. Seine directe Reizung bei Thieren bringt keinen Schmerz hervor; diese Erscheinung fällt um so mehr in die Augen, als jede Berührung des in seiner Nähe liegenden ramus ophthalmicus n. trigemini stets starke Reactionen veranlasst. Jede mechanische oder electriche Reizung des unversehrten Nerven oder, nachdem er durchgeschnitten worden ist, seines centralen Endes bewirkt, dass der sphincter pupillae sich contrahirt. Mit andern Worten: zwischen dem n. opticus und der radix brevis ganglii ciliaris vom n. oculomotorius findet ein reflectorisches Verhältniss Statt. — Das intensivste Licht, welches man auf den bei lebenden Thieren blossgelegten n. opticus fallen lässt, bleibt vollständig wirkungslos.

n. oculomotorius.

Der n. oculomotorius versorgt den m. levat. palp. sup. und alle die den bulbus bewegenden Muskeln mit Ausnahme des r. externus und obliquus superior; und gibt die kurze Wurzel zum ganglion ciliare ab, welche sich von dem Aste abzweigt, der zum m. obliquus inferior hingeht. — Reizt man den ganzen Nerven bei Thieren unmittelbar nach dem Tode, so walten 2 Bewegungen vor, nämlich die Verengerung der Pupille und die Richtung des Auges nach innen und unten. Werden die einzelnen Aeste gereizt, so kann man die Contraction der betreffenden Muskeln dadurch erzielen. Der Nerv kann in allen seinen Aesten mit Ausnahme des zum sphincter pupillae hingehenden durch die Willenskraft, sowie durch unbewusste Vorstellungen, z. B. bei Gemüthsaffecten, mithin durch Vermittlung der Hemisphären

des Gehirns, aber auch in dem Ciliaraste reflectorisch vom n. opticus aus, wahrscheinlich vermittelt der Vierhügel, erregt werden. Er steht in einem gewissen Verhältnisse zum n. sympathicus, dessen Druck, Durchschneidung oder sonstige Insultation Verengerung der Pupille zur Folge hat, s. §. 34. Bei Lähmung des n. oculomotorius kann das obere Augenlid nicht mehr gehoben werden, der Augapfel steht meist nach aussen, weil bei jedem Bestreben, das Auge zu bewegen, der n. abducens, das Uebergewicht erhält; die Pupille ist erweitert; das Auge ist für die Ferne accomodirt. Letzteres rührt daher, dass auch die Nervenfasern, welche zu dem Accomodationsmuskel des Auges (tensor chorioideae s. VII, §. 3) gehen, gelähmt sind. — Die Sensibilität verdankt der Nerv seinen Verbindungen mit Zweigen des n. trigeminus.

Der n. trochlearis verbreitet sich im m. obliquus trochlearis superior, dessen Contractionen er anregt. Er erhält sensible Fasern vom n. trigeminus.

Der n. trigeminus ist sensibel, motorisch und wirkt n. trigeminus auf die Ernährung. Er kommt mit 2 Wurzeln einer hintern, dickern, welches die sensible ist, und einer vordern dünnern, welches die motorische ist, zur Seite der Brücke zum Vorschein. Die Fasern der erstern lassen sich nach Deiters bis zum corpus restiforme, die der motorischen bis zur Rautengrube verfolgen. Die beiden aneinanderliegenden Wurzeln bilden einen Nerven, welcher auf der vordern Fläche der Spitze des Felsenbeins liegt. An dieser Stelle schwillt er an und bildet das ganglion Gasseri. Man sieht aber deutlich, dass ein Theil des Nerven und zwar der mehr nach unten liegende nicht an dem ganglion Theil nimmt, sondern neben demselben liegt; es sind die Fasern der kleinen Wurzel. Sie bilden mit einem Theile der durch das ganglion hindurchgehenden Fasern den 3. Ast des n. trigeminus, während der übrige Theil der Fasern dieses Nerven dem 1. und 2. Ast angehören.

Sensible Fasern vom 1. Aste des n. trigeminus leiten das Gefühl a) der Haut des obern Augenlids und der in gleicher Flucht mit demselben liegenden Theile der Stirn und des Vorderkopfs (n. supraorbitalis, lacrymalis, infratrochlearis); ferner in der Haut der Nasenwurzel (infratrochlearis) und Nasenspitze (ethmoidalis), b) des tentorium cerebelli und sinus transversus; des Periost vom Stirnbein, c) der Schleimhaut des vordern Theils der Nase, d) der cornea, iris, des corpus ciliare; der Thränendrösen, e) das Muskelgefühl der augenbewegenden, der Stirn- und Nasenmuskeln, des sphincter pupillae, des tensor chorioideae.

Die sensiblen Fasern des 2. Astes leiten das Gefühl a) des Theils der Wangenhaut, welcher nahezu ein Viereck jederseits darstellt, das durch 2 Vertikale gebildet wird, deren eine von der Nasenwurzel bis zum philtrum, deren andere vom äussern Augenwinkel abwärts sich erstreckt, und durch 2 Horizontale, deren eine man durch den freien Rand des untern Augenlids, deren andere man durch den freien Rand der Oberlippe sich gezogen denkt, b) der harten Hirnhaut der mittleren Schädelgrube, c) der Schleimhaut des harten und weichen Gaumens und dem Zahnfleische der obern Zähne, ferner der Schleimhaut der Scheidewand, der mittlern und hintern Seitenwand der Nase und deren Nebenhöhlen (nn. pterygopalatini, nasales posteriores, nasopalatini — nervi dentales — nn. spheno — ethmoidales), d) der Thränendrüse (? durch Verbindung zwischen malaris und lacrymalis) — e) der Oberkieferzähne, f) das Muskelgefühl der in dem oben bezeichneten Viereck gelegenen Gesichts- (nicht Kau-)muskeln.

Die sensiblen Fasern des 3. Astes leiten das Gefühl a) der Haut der Schläfengegend, der vordern Fläche des Ohrs (auriculo — temporalis), des Kinns (mentalis), b) der Schleimhaut des Rachens und Gaumens, der Zunge (lingualis), der Unterlippe (mentalis), der Wange (buccinatorius), c) des Unterkiefergelenks (auriculo-

temporalis), d) der Unterkieferdrüse (lingualis), wahrscheinlich der parotis (auriculo-temporalis), der untern Zähne und des Zahnfleisches (mandibularis), der Zunge (lingualis), des äussern Gehörgangs und Trommelfells (auriculo-temporalis), des mittlern Ohres (plexus tympanicus, e) der Gesichtsmuskeln am Unterkiefer und vor dem Ohre, sowie der Kaumuskeln.

Motorische Fasern erhalten vom 3. Aste sämtliche Kaumuskeln, der m. mylohyoides, der vordere Bauch des m. digastricus, der m. tensor palati mollis und tensor tympani.

Der Einfluss des n. trigemini auf die Ernährung äussert sich nach Durchschneidung dieses Nerven vor dem ganglion Gasserii. Die cornea trübt sich, es entstehen Geschwüre auf ihr, welche aufbrechen, die Augenflüssigkeiten fliessen aus, der ganze bulbus sieht zuletzt wie ein unförmliches rundes Körperchen aus.

Schliesslich verdient noch Erwähnung, dass nach einer Verletzung des n. trigeminus an seinem Ursprunge in der medulla oblongata oder in seinem Verlaufe bei einigen Thieren, z. B. Kaninchen, wie es scheint auch durch Lähmungen des n. trigeminus bei Menschen (Serres, Meyer) Verengerung der Pupille eintritt, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass sie sehr langsam entsteht und ebenso langsam vergeht. Ihre Bedeutung ist unaufgeheilt. *)

Der n. abducens beherrscht den m. rectus externus. n. abduce
Bemerkenswerth ist seine Verbindung mit einem Zweige des n. sympathicus innerhalb des sinus cavernosus. Seine antagonistische Wirkung nach Lähmung des n. oculomotorius ist bereits erwähnt.

An seiner Wurzel scheint der n. facialis bloss n. facia
motorisch zu sein, und erst durch Verbindungen mit sensiblen Nerven, namentlich dem n. trigeminus, Gefühl zu er-

*) Ich halte diese Erscheinung für eine partielle Todtenstarre.

halten. Ausser von dem n. trigeminus nimmt er Fasern auf von den nn. acusticus, glossopharyngeus und vagus, oder gibt sie an diese Nerven ab. Die Wirkung des n. facialis lässt sich auf folgende Momente zurückführen: 1) er erregt die Bewegungen der Haut des Gesichts, Vorder- und Hinterkopfs, des Halses, welche wesentlich zu Aeusserungen von Seelenaffectationen benutzt werden, vermittelt der unter der Haut liegenden und mit ihr eng verbundenen Muskeln. Er wird deshalb auch mimischer Nerve genannt. — Ob er auch die arrectores pili innervirt, ist nicht bekannt.*)

2) Er übt einen Einfluss auf die 4 Sinnesorgane, vornämlich auf den Geschmackssinn. Im Ohre ist der m. stapedius, im Auge der m. orbicularis, in der Nase der m. levator labii superioris alaeque nasi von ihm abhängig. Dadurch wird die Aufnahme der Schall- und Lichtwellen, sowie auch die der riechenden Stoffe erleichtert. Den Geschmackssinn unterstützt dieser Nerv auf verschiedene Weise, indem einmal die Secretion des Speichels sowohl der Unterkiefer- als der Ohrdrüse zum guten Theil, dann aber auch die Bewegung der Zunge, des Gaumens und der Heber des Zungenbeins theilweise von ihm abhängen. Hinsichtlich der Zungenbewegung hat man vermuthet, dass die Erhebung der Papillen durch denselben während des Schmeckens hervorgebracht wird, weil bei vollständiger Lähmung des Nerven der Geschmack leidet. Neuerlich hat Vulpian beobachtet, dass nach Zerstörung des n. hypoglossus die chorda tympani deutliche Bewegungen der Zunge veranlasst, wenn sie gereizt wird, s. S. 246.

Im Gaumensegel verbreiten sich Fasern des n. facialis, was daraus hervorgeht, dass sich jener schieft stellt, wenn der Nerv in der Schädelhöhle gelähmt ist. Der

*) Ich habe beobachtet, dass nach Durchschneidung des Halsmarks bis in die Gegend des 4. Halswirbels bei Kaninchen die Barthaare unbeweglich werden.

n. petrosus superficialis major führt solche Fasern aus dem n. facialis durch das ganglion sphenopalatinum in die nn. palatini posteriores. Auch wird durch Hebung des Zungenbeins nicht nur das Schlucken unterstützt, sondern auch das Schmecken, indem die schmeckenden Substanzen in den Raum, welcher sich in der Nähe des Gaumensegels befindet, eingeeengt werden. Der n. facialis versorgt 2 Heber des Zungenbeins, den hintern Bauch des m. digastricus und den m. styloglossus.

3) Der Einfluss auf Speichelsecretion und Schlingbewegung ist unter 2) erwähnt. Unbekannt sind die Functionen der Verbindungsfäden des n. facialis mit dem n. acusticus; über die mit dem r. auricularis n. vagi s. u. bei n. vagus.

Der n. acusticus ist der sensuelle Nerve, um die im n. acusticus innern Ohre entstandenen Affectionen weiter zu den Centraltheilen zu leiten. Ob er Gefühl hat, ist zweifelhaft; ob er Reflexbewegungen veranlassen kann, unerwiesen.

Es sind 3 Gebiete, in welchen Fasern des n. glossopharyngeus sich hauptsächlich ausbreiten, nämlich ^{n. glossopharyngeus} 1) das Ohr. Seine Verbindung mit dem n. auricularis vagi und die Ausbreitung des n. tympanicus im plexus tympanicus der Paukenhöhle und der Eustachischen Trompete lassen auf eine Function in dem Gehörorgane schliessen, die jedoch nicht näher ermittelt ist.

2) Der Schlund. Indem er sich in den Muskeln des mittlern und obern Schlundkopfconstrictor, sowie in dem m. stylopharyngeus verbreitet, könnte man ihn als motorischen Nerven des obern Schlundes in Gemeinschaft mit dem n. vagus betrachten, was jedoch noch eines sichern Beweises bedarf.

3) Die Zunge. Nach Valentin und Rüdinger endet der n. glossopharyngeus nicht am hintern Theile der Zunge, sondern verbreitet sich viel weiter nach vorn. Beobachtungen und Versuche haben nachgewiesen, dass Zerstörung desselben den Geschmack zum grossen Theile aufhebt, s. VII. §. 25.

Ob der Nerv sensible Zweige hat, ist noch nicht bestimmt. Diejenigen, welche zur Tonsille gehen, scheinen allerdings diese Eigenschaft zu besitzen.

n. vagus. Der n. vagus ist so innig mit dem innern Aste des n. accessorius Willisii und mit vielen Zweigen des n. sympathicus verbunden, dass es schwierig ist, zu entscheiden, welche Functionen ihm als solchem zukommen und welche er nur durch die mit ihm verbundenen andern Nerven zeigt. Wenn er auch vorwaltend centripetale Fasern enthält, wie aus den unten anzugebenden Thatsachen hervorgeht, so muss man ihn doch schon an der Wurzel als gemischten Nerven ansehen, wenn die darüber angestellten schwierigen Versuche sich bestätigen; Reizung an dieser Stelle soll nämlich Bewegungen des Gaumens, der Speiseröhre, des Magens hervorbringen. Von den einzelnen Aesten sind nicht überall die Wirkungen bekannt. 1) n. auricularis. Die Verbindung desselben mit dem n. facialis macht es wahrscheinlich, dass er ein sensibler Nerv für den äussern Gehörgang ist, während der facialis der Secretion des cerumen vorsteht. 2) n. laryngeus superior; r. internus ist Gefühlsnerv der Schleimhaut des Kehlkopfs und wahrscheinlich hängt durch seine Verbindung mit dem n. recurrens das Muskelgefühl der meisten Kehlkopfmuskeln von ihm ab. Reizung hebt das Athemholen in dem Zustande der Expiration momentan auf (Rosenthal) und bewirkt auf reflectorischem Wege eine Zunahme des Blutdrucks (Aubert und Roever). 3) der r. externus ist motorischer Nerv für den Spanner der Stimmbänder und zum Theil des untern Schlundschnürers. 4) r. pharyngei. Sie sind motorisch und vielleicht auch sensibel. 5) n. recurrens: motorisch für alle Kehlkopfmuskeln (mit Ausnahme des m. cricothyreoideus), die Muskeln der Luftröhre und den obern Theil der Speiseröhre. — Leichte Reizungen veranlassen ein Verengern der Stimmritze, und stärkere eine vollständige Schliessung. — Im n. recurrens verlaufen dreierlei Fasern. Den

grössten Theil machen die des n. accessorius aus, dessen Reizung und Zerstörung an der Wurzel dieselben Erscheinungen hervorbringen, welche nach Reizung und Durchschneidung des n. recurrens entstehen. Ferner enthält er sympathische Fasern, durch 1 oder 2 Aeste von dem ganglion cervicale inferius; endlich centripetale Fasern, welche wahrscheinlich in der Bahn des n. laryngeus superior verlaufen. Diese vermitteln das Gefühl der Luftröhre und der Muskeln des Kehlkopfs. Daher kann es auch vorkommen, dass Reizungen des n. recurrens ähnliche Wirkungen auf das Athmen veranlasst, als solche des n. laryngeus superior. 6) rami cardiacci bewirken gereizt, Stillstand des Herzens, s. u. §, 36; sie sind auch die sensiblen Herznerven, wovon man sich bei kaltblütigen Thieren überzeugt. 7) n. depressor s. S. 304. 8) rami bronchiales et pulmonales für die Muskeln der Bronchien und das Gefühl der betreffenden Theile bestimmt. 9) rami oesophagei et gastrici enthalten die motorischen Fasern für Speiseröhre und Magen, wahrscheinlich auch die sensiblen. Indessen hört die Magenbewegung so wenig als die Verdauung auf, nachdem die n. vagi am Magen durchschnitten worden sind; wie ich selbst öfters beobachtet habe. 10) rami enterici. Anatomisch lassen sich die Zweige der nn. vagi zur Leber, zum duodenum und bis zu Aesten der a. mesenterica superior verfolgen. Durch Vivisectionen lässt sich nachweisen, dass durch Reizung des Nerven am Halse die Gedärme zur Contraction angeregt werden können, sowohl die dünnen als die dicken.

Ueber den Einfluss von Reizung und Durchschneidung des Stammes der n. vagi am Halse auf das Athmen s. S. 28.

Werden beide n. vagi am Halse durchschnitten, so vermindert sich sehr rasch die Zahl der Athemzüge, oft um mehr als die Hälfte. Es entsteht Dyspnoe, das Blut wird venös, die Thiere erscheinen ängstlich, gleich-

gültig, verschmähen die Nahrung und sterben ausnahmslos (Kaninchen gewöhnlich nach 24—48 Stunden). Die Pulszahl nimmt zu.

n.accessorius
Willisii.

Der äussere Ast des n. accessorius ist der motorische Nerv für den m. sternocleidomastoideus und m. cucullaris. Der innere Ast verbindet sich mit dem n. vagus zu einem gemeinsamen Nerven. Die Wirkungen, welche an dem Herzen und den Stimmbändern bei Affection des n. vagus entstehen, werden von n. accessorius hervorgerufen. Dies wird dadurch bewiesen, dass jene Erscheinungen ausbleiben, wenn man den eben genannten Nerven ausreisst. Eine solche Operation wird ausgeführt, wenn man den äusseren Ast herauspräparirt und an ihm zieht, bis sich der Stamm löst.

n. hypoglossus.

Der n. hypoglossus ist an seiner Wurzel nur motorisch. Wenn er in seinem weitem Verlaufe sehr sensibel wird, so rührt dies von Verbindungen mit sensiblen Fasern her, welche hauptsächlich von den Cervikalnerven, ferner von dem n. lingualis und vielleicht dem n. vagus zu ihm hingehen. — Jede Reizung dieses Nerven hat eine starke Bewegung der Zunge, — sowie der mm. genio- und thyreochoyoides zur Folge. — Der r. descendens n. hypoglossi ist wesentlich ein von den 3 oberen Cervikalnerven abstammender Nerv, seine Fasern vertheilen sich in 3 Muskeln (sternothyreochoyoides, sternohyochoyoides, omohyochoyoides), welche Zungenbein und Kehlkopf fixiren.

Sechstes Kapitel.

Innervation einzelner Organe.

§. 34. Innervation der iris.

n. oculomotorius und n. sympathicus cervicalis.

Die Bewegung der iris kann Verengerung und Erweiterung der Pupille bewirken. Jene wird durch den Ringmuskel, sphincter pupillae, diese durch den dilatator pupillae hervorgebracht. Der sphincter wird

vom n. oculomotorius und zwar der kurzen Wurzel des ganglion ciliare, der dilatator vom n. sympathicus cervicalis und zwar von der aus dem plexus caroticus internus hervorgehenden mittlern Wurzel des ganglion ciliare innervirt. Beide Muskeln können von dem Stamme der genannten Nerven in Bewegung gesetzt werden. Das Centrum des n. oculomotorius für den sphincter liegt in den vordern Vierhügeln*), das Centrum für den n. sympathicus cervicalis im Halstheile des Rückenmarks und zwar in der Gegend des sechsten, siebenten Hals- und des ersten, zweiten Brustwirbels (centrum cilio-spinale inferius) und im verlängerten Marke (centrum cilio-spinale superius). (Budge.)

Die Oculomotorius-Erregung wird reflectorisch erzeugt durch die des n. opticus. Je nach der Intensität des Lichtes wird die Pupille mehr oder weniger eng.

Die Erregbarkeit des n. sympathicus cervicalis nimmt zu, wenn die des n. oculomotorius abnimmt, daher ist in der Dämmerung sowie bei Lähmung des n. oculomotorius die Pupille weiter als gewöhnlich.

Umgekehrt verengt sich die Pupille nach Durchschneidung des n. sympathicus.

Reflectorisch können sogar die Nerven des dilatator durch Gefühlsfasern der Darmschleimhaut erregt werden.

Reizungen des n. trigeminus bewirken bei manchen Thieren, so beim Kaninchen, wahrscheinlich auch beim Menschen, lang anhaltende Verengerung der Pupille, s. S. 309.

Das Gefühl der iris hängt vom n. trigeminus (n. nasociliaris, radix longa ganglii cil.) ab.

§. 35. Athembewegungen.

Die Erregung zum Einathmen geht von dem Gefühle des Mangels an O in dem verlängerten Marke aus

*) Diese Einwirkung der Vierhügel ist indessen neuerdings in Abrede gestellt worden.

(s. S. 28), die Erregung zum Ausathmen, insofern sie nicht passiv ist, wird wahrscheinlich durch die Einwirkung der CO_2 auf die Enden des n. vagus in den Lungen und den Ursprung des n. vagus in dem verlängerten Marke bewirkt. Zerstörung des verlängerten Marks hebt plötzlich, Durchschneidung der vagi allmählig das Athmen auf.

Die Athembewegungen werden momentan vom Centrum aus sistirt, wenn der O im Ueberflusse vorhanden ist, daher entsteht Apnoe bei fortwährendem Einblasen von Luft in die Lungen (Hook. Rosenthal) oder durch Druck auf das Gehirn bei Thieren (Budge), durch Blutaustritt in der Gegend des verlängerten Marks (Schiff); ebenso indirect und reflectorisch durch Reizung des centralen Endes des durchschnittenen vagus. Der auf letztere Art bewirkte Stillstand des Athemholens soll nach Einigen (Traube, Rosenthal) in einer verstärkten Zusammenziehung des Zwerchfells bestehen, nach Andern (Aubert) haben schwächere Reizungen einen Stillstand des Athmens in der Inspiration, stärkere in der Expiration zur Folge. Die letztere Angabe ist die richtige, wenngleich sie von vielen Physiologen noch nicht anerkannt ist. Thatsächlich ist, dass durch eine einigermaßen starke Reizung die Nasenöffnungen und die Stimmritze sich schliessen, wie beim stärksten Ausathmen, dass bei Menschen jede Irritation der Schleimhaut des Kehlkopfs, der Luftröhre, der Bronchien die heftige Expirationsbewegung des Hustens veranlasst, dass selbst Magenreizungen dieselbe Folge haben, dass durch Kitzeln der Rachenschleimhaut Brechen, eine vorwaltende Expirationsbewegung, entstehen kann. Alles dies deutet darauf hin, dass meine Ansicht, den n. vagus als Erreger der Expirationsnerven zu betrachten, ihre Berechtigung hat. Richtig ist aber andererseits, dass Vagus-Reizung zunächst Zwerchfell-contraction hervorruft. Dabei ist aber zu bedenken, dass jeder Impuls zum Ausathmen zuvor Einathmen bedingt.

§. 36. Innervation des Herzens.

Da das aus dem Körper ausgeschnittene Herz eines Thieres noch rhythmisch fortschlägt, so muss die Ursache dieser Bewegung im Herzen selbst liegen. Wenn man das Herz quer durchtheilt, so dass die Vorhöfe getrennt von den Kammern sind, so pulsiren jene weiter, diese wenig oder nicht. In jenen sind aber die Nervenfasern und Ganglienzellen in grosser Menge enthalten, in diesen viel weniger. Je näher der Spitze des Herzens, desto spärlicher die Nervenverbreitung. An der Querfurche zwischen atria und ventriculi sind noch Ganglienhaufen vorhanden. Schneidet man den Vorhof in Stücke, so sieht man an denen noch Bewegung, welche Nerven enthalten; sie fehlt, wo diese fehlen.

Da von Ganglienzellen des Herzens Nervenfasern entspringen, so muss man schliessen, dass die automatische Bewegung des Herzens von den in demselben befindlichen Ganglienzellen ihre Quelle hat. —

Jede Reizung eines oder beider n. vagi bringt das in Bewegung begriffene Herz zum Stillstande. (Gbr. Weber und Budge.)

Hieraus folgt, dass durch eine vermehrte molekulare Bewegung, welche im n. vagus erzeugt wird, diejenige molekulare Bewegung, welche stetig von den Ganglienzellen des Herzens ausgeht, einen Widerstand erfährt. Man nennt daher den n. vagus den Hemmungsnerven des Herzens.

Beiderlei Nervenfasern liegen im Herzen an einander. Wenn man daher einen noch so feinen Nervenzweig herauspräparirt, so hat man in demselben noch Fasern verschiedener Natur vor sich, von denen die einen dem n. vagus, die andern den Ganglienzellen angehören. Unter normalen Verhältnissen haben die gangliösen das Uebergewicht.

Eine gleiche Wirkung, wie durch Reizung des Vagusstammes erfolgt, entsteht auch von demselben Einfluss

auf das verlängerte Mark, d. h. auf die Ursprungsstelle des n. vagus. Da nun die Kohlensäure zu den Reizmitteln gehört, so wird eine Vermehrung der CO_2 im Blute auch die Herzbewegung vermindern, und selbst aufheben. Daraus erklärt sich, wie durch Störung des Athemholens die Herzpulse abnehmen. (Traube). Es wird auch hier der Widerstand gegen die molekulare Bewegung in den gangliösen Nerven vermehrt. Hebt man hingegen diesen Widerstand auf, indem man bei unterdrücktem Athemholen die n. vagi durchschneidet und dadurch unmöglich macht, dass die vermehrte Bewegung in den Vagus-Fasern fortgeleitet wird bis zum Herzen, so wird der Widerstand aufgehoben, die gangliösen Nerven erhalten das Uebergewicht und die Herzcontractionen nehmen zu. (L. Landois).

Es gibt Mittel, welche sowohl die eine als die andere Reihe der Herzfasern unfähig zur Leitung machen, sie lähmen. Dazu gehört z. B. das Opium. Wird die tinctura opii auf die innere Fläche des Herzens gebracht, so hört dasselbe für immer zu schlagen auf. (Henry).

Es gibt aber auch andere Mittel, welche nur die eine Fasernart zur Leitung unfähig macht, sei es, dass die Fasern selbst oder deren Ganglienzellen es sind, denen diese Wirkung zugeschrieben werden muss. Das Nicotin in sehr kleiner Gabe bringt das Herz zum Stillstande, aber nicht bleibend, sondern vorübergehend. Die Vagus-Fasern, welche erregt worden waren, kehren in ihren natürlichen Zustand zurück; d. h. ihre Thätigkeit wird durch die gangliösen überwunden. (Traube und Rosenthal.) Das Nicotin steht also mit der electrischen Reizung des n. vagus auf einer Linie.* — Dauerner, aber in derselben Weise wirkt das Muscarin. —

Hingegen lähmt das Atropin den n. vagus. Seine

*) Es sind mir Fälle bekannt, dass bei Menschen regelmässig Intermission der Herzpulse eintritt, wenn sie eine starke Cigarre rauchen, ganz besonders im Zustande der Ermüdung.

Wirkung äussert sich dadurch, dass bei einem Thiere, welches durch Atropin vergiftet ist, nach electricischer Reizung des Nerven keine Verlangsamung oder Stillstand des Herzens erfolgen. Das Atropin überwindet also die Wirkung des oben genannten hemmenden Nerven. Wendet man daher dasselbe gleichzeitig mit Muscarin oder Nicotin an oder gibt man es vorher oder gleich nachher, so bleibt die hemmende Vagus-Wirkung aus.

Gebraucht man stärkere Gaben von Nicotin, so werden die Vagus-Fasern nicht mehr erregt, sondern gelähmt; eine Erscheinung, welche man bei vielen anderen Reizmitteln beobachtet. Wird bei einem mit Nicotin vergifteten Thiere der *n. vagus* galvanisirt, so steht das Herz nicht mehr still. Wohl aber geschieht dies, wenn die Reizung am Venensinus vorgenommen wird (A. B. Meyer) und auch durch Anwendung von Muscarin.

Die Galvanisirung des Stammes bei einem durch Nicotin vergifteten Thiere bringt aber nicht nur keinen Stillstand der Herzbewegung hervor, sondern sogar eine Vermehrung. Man muss daraus schliessen, dass in dem *n. vagus* abgesehen von den Gefühlsfasern doch noch zweierlei Fasern enthalten sind, nämlich vorwaltend hemmende, daneben aber auch die Pulsfrequenz beschleunigende Fasern. (Schmiedeberg.) Ich habe schon vor längerer Zeit die Beobachtung gemacht, dass durch Vergiftung mit Sublimat der Herzschlag bedeutend sich vermindert. Bei einem so vergifteten Frosche nahm fast constant die Zahl der Pulsationen durch Reizung des verlängerten Markes zu.*) Das Herzklopfen bei Gemüthsaffecten und im Fieber geht wahrscheinlich von den Gefässnerven aus. Bei Beurtheilung der Herzbewegung darf ein anderes Moment nicht ausser Acht gelassen werden, nämlich die Muskeln als solche. Nie-

*) Meine Unters. über das Nervensyst. Frankfurt. 1842. II. p. 14.

mals ist man im Stande, durch künstliche Reizung von Nerven eine so vermehrte Contraction hervorzubringen, als wenn die Muskeln selbst erregt werden. Wesentlich zur Erhaltung ihrer Lebensthätigkeit gehört der Zufluss von O. Durch Einblasen von frischer Luft in die Lungen vermittelt eines Blasebalgs kann man daher bei Thieren, welche man mit Curare vergiftet hat, oder denen das verlängerte Mark durchschnitten worden war, die also nicht mehr athmen, den Herzschlag unterhalten. — Häufigeres Athemholen, mit welchem ein vermehrter Zufluss von O ins Blut verbunden ist, hat bekanntlich auch frequentern Herzschlag zur Folge. Weil bei jeder stärkern Bewegung der Muskeln mehr CO₂ gebildet, also mehr O erfordert wird, so ist auch hierbei eine Zunahme der Herzcontractionen erklärlich. — Eine solche wird auch stattfinden, wenn durch vermehrte Contraction der Arterien (Sympathicus-Reizung) die Geschwindigkeit des Blutlaufs zunimmt und damit auch der Druck auf die Wandungen des Herzens durch das Blut sich steigert.

§. 37. Innervation des Magens und der Gedärme.

Der Magen und die Gedärme erhalten Nerven aus 3 Quellen, nämlich 1) gangliöse 2) Rückenmarksfasern durch Vermittlung des n. sympathicus. 3) Vagus-Fasern.

1) Ausgeschnitten aus dem Körper, bewegen sich diese Organe selbstständig weiter, also ohne dass sie mit den Centraltheilen des Nervensystems noch in Verbindung sind. Ferner beobachtet man, dass nach dem Tode d. h. nachdem die Functionen des Gehirns und des Rückenmarks aufgehört haben, Magen und Gedärme sich sogar lebhafter, als vorher bewegen; und zwar beinahe so lange, als die Rumpfmuskeln durch Reizung ihrer Nerven in Contraction versetzt werden können. Die Ganglienzellen, welche in jenen Eingeweiden sich befinden, entwickeln selbstständig eine motorische Kraft, welche man in den Muskelnerven durch den electricchen

Strom hervorruft. Auch während des Lebens tritt eine lebhaftere Thätigkeit dieser Ganglien zu Tage, wenn Gehirn- und Rückenmarks-Functionen zurücktreten, schon während des Schlafes, bei grosser Schwäche, Blutmangel, momentanem Verschluss der Aorta. Dadurch ist wohl die Annahme gerechtfertigt, dass wie das Gehirn eine Präponderanz über das Rückenmark zeigt, so vermögen auch beide Centralorgane die Gangliennerven in ihrer Thätigkeit zu beschränken.

Der plexus coeliacus, der sich aus dem n. splanchnicus, dem Gränzstrang des n. sympathicus, dem n. vagus sowie aus gangliösen Fasern zusammensetzt, gibt an den Magen reichliche Zweige, welche theilweise ausserordentlich empfindlich sind. Aehnliche Verhältnisse finden sich am ganzen Darmkanale, welcher mit andern Ganglien in Verbindung steht. — Der n. splanchnicus ist vorwaltend ein Rückenmarksnerv, enthält aber auch gangliöse Fasern. Während des Lebens übt er die hemmende Wirkung auf die Ganglien des Darms aus, er vermindert oder sistirt eine vorhandene peristaltische Bewegung. (Pflüger). Nach dem Tode oder bei grosser Schwäche tritt der Einfluss der gangliösen Nerven in den Vordergrund. Es entsteht dieselbe Wirkung, wie wenn der Darm selbst gereizt wird, obwohl nicht in gleicher Intensität; nämlich vermehrte Bewegung.

3) Der n. vagus enthält motorische Fasern für Magen- und Gedärme. Reizung desselben am Halse und an der cardia haben Bewegung dieser Theile zur Folge. Sie entsteht freilich nicht constant, was von verschiedenen Verdauungszuständen abzuhängen scheint. Wenn aber der Magen sich contrahirt, so beginnt die Contraction fast beständig von der cardia, von wo aus sich die Bewegung auf den übrigen Magen fortpflanzt. — Auch nachdem beide n. vagi an der cardia durchschnitten sind, werden Nahrungsstoffe aus dem Magen weiter fortbewegt, wahrscheinlich durch die Erregung der selbstständig wirkenden gangliösen Nerven.

Welchen Antheil am Gefühl des Magens die n. vagi und welchen die n. splanchnici haben, bedarf noch weiterer Untersuchungen.

§. 38. Innervation der Harnblase.

Die zur Harnblase gehenden Nerven, welche sich im plexus nervosus vesicalis vereinigen, kommen von 2 Orten her, nämlich von den Unterleibsplexus, speciell vom plexus hypogastricus, und von dem 3. und 4. Sacralnerven. Dieselben leiten theils das Gefühl der Blase, theils veranlassen sie die Bewegungen der Muskeln und auch der Gefässe. — Am meisten sensibel ist die Gegend des sog. Blasenhalbes (ostium vesico-urethrale). Denn wenn die Blase catheterisirt wird, so zeigt sich an dieser Stelle die grösste Empfindlichkeit. Ich habe gefunden, dass die Reizung des plexus hypogastricus sehr deutliche Schmerzäusserungen bei Thieren veranlasst, dass hingegen nach der Durchschneidung desselben das der Blase zugekehrte Ende gereizt werden kann, ohne dass Bewegung entsteht. Hierdurch wird es wahrscheinlich, dass im plexus hypogastricus viele sensible Blasenerven enthalten sind.

Die motorischen Blasenerven können vom ganzen Rückenmarke, dem verlängerten Marke, bis zum pedunculus cerebri hin erregt werden. Directe Reizung aller dieser Theile bringt ausnahmslos Blasenbewegung hervor. Eine solche auf das Lendenmark beschränkte Reizung bleibt viel längere Zeit wirksam, als eine oberhalb dieser Gegend angewandte. Ich habe deshalb die Gegend des Lendenmarks als das centrum vesicospinale inferius und den pedunculus cerebri als das centrum vesicospinale superius bezeichnet.

Durchschneidung der hintern Wurzeln des 3. und 4. Sacralnerven ohne Verletzung der vordern Wurzeln hat zur Folge, dass bei einem in dieser Weise operirten Thiere der Urin beständig ausfliesst (incontinentia urinae).

Nervöse
Blasencentra.

Blasenbewegung kann willkürlich und auch durch Vorstellungen z. B. Angst entstehen. Physiologisch ausgedrückt würde dies die Bedeutung haben, dass durch die Hemisphären des grossen Gehirns die pedunculi cerebri angeregt werden können.

Ferner kann reflectorisch von Gefühlsnerven aus Blasenbewegung erzeugt werden, was experimentell an Thieren nachzuweisen ist, ebenso bei Menschen beobachtet wird, wenn Schmerzen entstehen.

Endlich erfolgt auch Blasenbewegung, nachdem alle Nerven durchschnitten sind, sowie bei Eintritt des Todes. Diese Erscheinung ist vielleicht in Zusammenhang mit den mikroskopischen Ganglien zu bringen, welche sich in der Blase nachweisen lassen.

Ueber die Gefässnerven der Blase fehlen noch ausreichende Beobachtungen.

§. 39. Innervation der Drüsenzellen.

Aehnlich wie die contractile Kraft der Muskelfasern scheint auch die secretorische Kraft der Drüsenzellen von dem Nervensystem beeinflusst zu werden. Es ist wenigstens für einige Drüsen der Nachweis geliefert. Man hat Vermehrung der Secretion durch Reizung von gewissen Nerven beobachtet, aber auch nach Durchschneidung. Die oben S. 45 angeführten Versuche über Vermehrung der Speichelsecretion gehören zur ersten Klasse. Cl. Bernard hat die merkwürdige Entdeckung gemacht, dass durch eine Verletzung der Gegend des Bodens der 4. Gehirnhöhle, Pique genannt, Blut und Urin zuckerhaltig werden. Nach Gräfe tritt derselbe Erfolg nach Durchschneidung der n. splanchnici, nach Bernard durch Reizung des centralen Endes des durchschnittenen n. vagus, nach Schiff durch Verletzung des Rückenmarks ein. — Der Zusammenhang beider Erscheinungen, nämlich die Affection des Nervensystems und das Uebermass von Zuckerbildung ist noch

nicht aufgeklärt. — Nach Zerstörung aller zu der Submaxillardrüse hingehenden Nerven hört die Speichelsecretion nicht auf, sondern wird bedeutend vermehrt; ähnlich wie ein anhaltendes Muskelzittern entsteht, wenn die zu den betreffenden Muskeln hingehenden Nerven durchschnitten sind. — Durch Ausreißen des n. facialis einer Seite fand Schauta 9 Monate nach der Operation bei einigen Kaninchen, dass die Parotis der verletzten Seite 0,0935, die der gesunden 0,2475 Grm. wog. — Bei demselben Kaninchen waren die entsprechenden Muskeln atrophisch. —

Erwähnung verdient auch der thatsächlich nachweisbare Einfluss der Gemüthsbewegungen auf die Drüsen, namentlich die Secretion der Milch, des Speichels, u. a. m.

Siebenter Abschnitt.

Sinnesempfindungen.

Erstes Kapitel.

Gesichtssinn.

§. 1. Erfordernisse zum deutlichen Sehen.

- 1) Ein scharfes Bild muss auf der retina entworfen werden. Bedingungen des deutlichen Sehens.
- 2) Empfindung der auf der retina dadurch hervorbrachten Veränderung.
- 3) Bewegungen des bulbus.
- 4) Wahrnehmung und Beurtheilung des Gesehenen.

§. 2. Entwerfung des Bildes.

Von jedem beleuchteten oder leuchtenden Punkte einer Fläche gehen unzählige Strahlen nach allen Seiten aus. Diejenigen, welche auf die cornea des Auges fallen, bilden hier die Basis eines Strahlenkegels, dessen Spitze der besagte Punkt ist. Es ist hingegen zum deutlichen Sehen erforderlich, dass jeder Objectpunkt auf der retina nur als Punkt (Bildpunkt) erscheine. Bildpunkt. Wenn anstatt eines Bildpunktes viele erscheinen und diese vielen einem Objectpunkte entsprechen, so entsteht dadurch ein sogenannter Zerstreungskreis, Zerstreungskreise. wodurch die Deutlichkeit des Bildes aufgehoben wird.

Die gedachte Linie zwischen dem Objectpunkte und dem Bildpunkte (den sogenannten conjugirten Ver-

Richtung- einigungspunkten) heisst die Richtungslinie oder **strahl.** der Richtungsstrahl, auch Mittelstrahl.

Umkehrung Das Bild auf der retina ist ganz so, wie in einer **des Bildes.** camera obscura, verkehrt und verkleinert; was im Objecte rechts und oben sich befindet, steht im Bilde links und unten etc. Man kann sich davon überzeugen,

wenn man an dem hintern Umfange eines frischen Thierauges sclerotica und chorioidea abpräparirt und in einer passenden Entfernung, welche man ausprobt, vor das Auge einen Gegenstand hält. Dann wird man ein sehr scharfes Bild desselben erblicken. — Am Genauesten wird ein solcher aber durch den von Helmholtz, erfundenen Augenspiegel auf der retina eines lebenden Menschen oder Thieres beobachtet.

Die Umkehrung des Bildes entsteht dadurch, dass die Richtungsstrahlen, welche der rechten und obern Seite des Objectes angehören, in Folge der Brechung die linke und untere Seite des Bildes erreichen. Sie müssen daher mit



Fig. 43.
k Sehwinkel; fβ, ea, cy, dδ Richtungsstrahlen.

denen sich kreuzen, welche von der linken und untern nach der rechten und obern Seite hingehen etc. Diese Kreuzung erfolgt im Innern des Auges; man nennt die Stelle, an welcher die Richtungsstrahlen sich kreuzen den Kreuzungs- oder Knotenpunkt. (Fig. 43 k.) Er liegt ungefähr $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ Mm. vor der hintern Linsenfläche. Durch die Kreuzung der Richtungsstrahlen entsteht ein Scheitelwinkel, den man den Sehwinkel nennt. Von seiner Grösse hängt die Grösse des Bildes auf der retina

Sehwinkel.

ab, wie sich aus Fig. 43 von selbst ergibt. — Scheinbare Grösse ist also diejenige, welche durch den Sehwinkel bestimmt wird.

Das Zusammenfallen der Nebenstrahlen mit dem Mittel- oder Hauptstrahle wird dadurch ermöglicht, dass die Lichtstrahlen, wenn sie aus einem Medium in das andere übergehen, von ihrer geraden Richtung abgelenkt (gebrochen) werden und zwar, wenn sie, wie dies im Auge der Fall ist, aus einem dünnern in ein dichteres Medium gelangen, dem Einfallslothe zu gebrochen werden. Der Brechungswinkel ist kleiner, als der Einfallswinkel. — Die stärkste Brechung findet zwar an der cornea statt. Dennoch würden Lichtstrahlen erst hinter der Netzhaut zur Vereinigung kommen, wenn nicht die durch die cornea gebrochenen Strahlen noch stärker durch die Linse gebrochen würden.

Wenn die Brechung durch die cornea geschehen ist, so entsteht nämlich eine weitere Brechung durch den humor aqueus, dann durch die vordere Wand der Linsenkapsel, durch die verschiedenen Schichten der Linse selbst, die hintere Linsenkapselwand, endlich den Glaskörper. Obgleich also viele brechende Medien im Auge vorhanden sind, so weicht doch das Brechungsvermögen bei einigen von ihnen so wenig von einander ab, dass man ohne erheblichen Fehler drei brechende Medien annehmen kann: 1) cornea mit humor aqueus, 2) Linsenkapsel und Linse, 3) Glaskörper, und demnach drei brechende Trennungsf lächen: cornea, vordere Linsenfläche, hintere Linsenfläche. Diese brechenden Flächen sind centrirt, d. h. sie haben eine gemeinsame Achse.

Man nennt ein so vereinfachtes Schema des Auges *reducirtes Auge* (Listing), in welchem die brechenden Flächen als Kugelflächen angenommen sind. Der Krümmungsradius

der vordern Hornhautfläche	ist ungefähr	9	Mm.
„ „ Linsenfläche	„ „	10	„
„ hintern „	„ „	6	„

Brechende Medien.

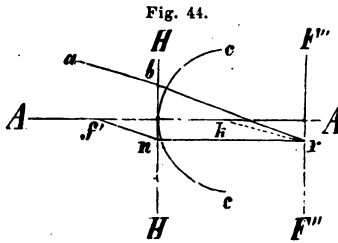
die Entfernung von Hornhaut zur vordern Linsenfläche = ungefähr 4 Mm., dieser zur hintern Linsenfläche 4 Mm., dieser zur retina 13 Mm. Verhältniss der Brechbarkeit (Brechungsindex):

von Luft zu destillirtem Wasser	= 1 : 1,335
„ „ zum humor aqueus	= 1 : 1,366
„ „ zur Linse	= 1 : 1,418
„ „ zum corpus vitreum	= 1 : 1,338.

Brennpunkt. Der Vereinigungspunkt der gebrochenen Strahlen mit dem Mittelstrahl, wenn derselbe aus unendlicher Entfernung und in der Achse der brechenden Fläche liegt, heisst der Brennpunkt und die zur Achse senkrechte Ebene, in welcher Strahlen aus unendlicher Entfernung, die nicht in der Achse liegen, sich vereinigen, Brennebene. Deutlich wird nur gesehen, wenn der Brennpunkt, resp. die Brennebene auf die retina fällt. Der Brennpunkt liegt im reducirten Auge 14,647 Mm. hinter der Hinterfläche der Linse. Wenn von diesem Lichtstrahlen ausgehen, so würden sie als parallele Strahlen das Auge verlassen und 12,83 Mm. vor der Hornhaut, in dem vordern Brennpunkte zur Vereinigung kommen. (Listing.)

Es ist von Wichtigkeit, die Stelle des Bildpunktes, welche einem Objectpunkte entspricht, mit andern Worten die Lage des Richtungsstrahls zu bestimmen. Dadurch, dass man die Brechungsindices der einzelnen Medien des Auges, die Radien der drei Trennungsflächen, die Lage der Mittelpunkte derselben auf der Augenachse und die Lage des Strahls, welcher die cornea trifft, kennt, ist man im Stande, die Lage gewisser Stellen im Auge (Cardinalpunkte) zu berechnen, deren Kenntniss es leicht macht, obige Aufgabe zu erfüllen. Diese Cardinalpunkte sind im reducirten Auge: 1) der Hauptpunkt, 2,34 Mm. hinter der Vorderfläche der cornea, 2) der Knotenpunkt, 0,476 Mm. vor der Hinterfläche der Linse, 3) der Brennpunkt auf der retina. — Der Bildpunkt befindet sich an der Stelle, an welcher die

von einem Objectpunkte ausgehenden Strahlen mit dem Mittelstrahle zusammenfallen. Der Mittelstrahl geht ungebrochen durch den Knotenpunkt hindurch. Der Hauptpunkt ist der Scheitelpunkt in der Achse einer brechenden Kugelfläche. In Fig. 44 ist HH die Hauptebene, d. h. die Ebene durch den Hauptpunkt senkrecht zur Achse AA gelegt. Ist ab der einfallende Strahl



und f' der vordere Brennpunkt, so ziehe man eine Gerade $f'n$ parallel mit ab , dann nr parallel der Achse bis zur zweiten Focalebene $F''F''$, br ist der gebrochene Strahl. Um den Bildpunkt zu finden, ziehe man

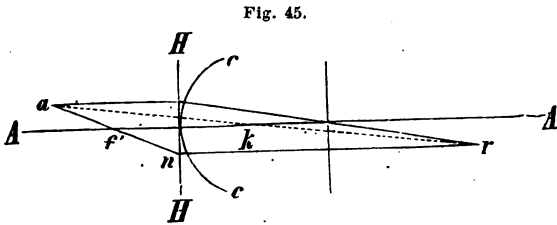


Fig. 45 die Gerade an vom Objectpunkte a zur Hauptebene HH . Dieselbe geht durch den vordern Brennpunkt f' und schneidet bei n die Hauptebene, von n wird parallel mit der Achse nr gezogen, und wo eine von a durch den Knotenpunkt k nach r gezogene Gerade die Linie nr schneidet, also bei r , ist der gesuchte Bildpunkt.

Wenn die Vereinigung der Nebenstrahlen vor oder hinter der retina stattfindet, so entstehen auf derselben kleine Strahlenkegel, Zerstreuungskreise. Dieselben haben hauptsächlich drei Ursachen:

1) Die von fernen Objecten kommenden Strahlen vereinigen sich früher, als die von nähern Objecten kommenden.

2) Die dem Rand der Linse näher liegenden Strahlen werden eher vereinigt, als die auf die Achse oder in deren Nähe einfallenden.

3) Im weissen Lichte sind verschieden brechbare Strahlen enthalten, von denen einige früher zur Vereinigung kommen, andere später; zu jenen gehören die violetten Strahlen, zu diesen die rothen (s. S. 334).

Um die Nachtheile, welche durch diese angegebenen drei Hindernisse entstehen, zu beseitigen, dienen 1) die Accommodation, 2) die Irisbewegungen, 3) die Achromasie.

§. 3. Accomodation.

Auf der retina eines ausgeschnittenen Auges erscheinen die Bilder von vorgehaltenen Objecten nur bei einer ganz bestimmten Entfernung derselben scharf und deutlich. Werden die Objecte näher oder ferner gerückt, so verwischen sich die Bilder wegen der Zerstreuungskreise. Das lebende Auge hingegen verhält sich anders. Wird ein Gegenstand vor das Auge gebracht, so muss er eine gewisse Strecke von demselben entfernt sein, ehe er deutlich gesehen wird; man nennt den dem Auge nächsten Punkt, an dem deutlich gesehen wird, den Nahepunkt (bei gutsehenden Augen 10—13 Cm., bei kurzsichtigen vom Auge viel weniger entfernt). Rückt man denselben weiter und weiter, so wird das Bild immer kleiner und kleiner, schliesslich undeutlich; diese Stelle nennt man Fernpunkt. Bei einer sehr bedeutenden Ausdehnung der Körper liegt der Fernpunkt in unendlicher Ferne. Indessen sehen

die meisten Menschen auch die Sterne strahlig, also undeutlich. Die Strecke zwischen Nahe- und Fernpunkt heisst Weite des deutlichen Sehens. Bei Kurzsichtigen (Myopischen) liegt der Brennpunkt vor, bei Weitsichtigen (Presbyopischen oder Hypermetropischen) hinter der retina. Bei beiden ist die Strecke der Sehweite beträchtlich kürzer. — Innerhalb der Sehweite können aber willkürlich durch gewisse innere Bewegungen des Auges nähere und entferntere Gegenstände deutlich gesehen werden; man kann das Auge dazu einrichten.

Die Linse kann nämlich an ihrem vordern Theile mehr hervorgewölbt werden, wodurch die aus der Nähe kommenden, also mehr divergirenden Strahlen stärker gebrochen werden und früher zur Vereinigung kommen, so dass keine Zerstreungskreise auf der retina entstehen. (Cramer, Helmholtz.)

Hervorwölben der vordern Linsenfläche.

Dass die Linse beim Nahesehen sich hervorwölbt, erkennt man aus folgenden Versuchen. Wenn ein Licht in einem übrigens ganz verdunkelten Zimmer seitlich vor die nach Vorn verlängerte Achse eines Auges gestellt wird, so sieht ein von der andern Seite ins Auge blickender Beobachter drei Spiegelbilder der Flamme: das deutlichste und grösste von der cornea, das zweite verwischte von der vordern Linsenfläche, das dritte, umgekehrt stehende von der hintern Linsenfläche. (Purkinje, Sanson.) Beim Sehen in der Nähe rückt das zweite, aufrechtstehende Bild der cornea näher, was auf eine Hervorwölbung der Linse schliessen lässt. Diese wird durch die Zusammenziehung des m. tensor chorioideae (ligam. ciliare), welcher aus circulären und radialen Fasern besteht, bewerkstelligt. Bei dem Nahesehen verengt sich zugleich die Pupille und die Augensachsen convergiren.

tensor chorioideae.

Man nennt diese Bewegung die Accommodation oder Adaption für die Nähe; sie ist mit einer deutlichen Empfindung von Anstrengung verbunden. Nach dem Aufhören derselben entsteht oft eine subjective

Accommodation.

Phosphen. Lichtempfindung: das Accommodationsphosphen.
 Das Auge ist für unendliche Entfernung eingerichtet. Das Auge ist so eingerichtet, dass die Strahlen, welche aus unendlicher Entfernung kommen, also parallele Strahlen, sich auf der retina vereinigen. Mit andern Worten: wenn das Auge keine Accommodationsbewegung macht, so vereinigen sich parallele Strahlen in der Brennebene der retina, oder der Fernpunkt ist in unendlicher Entfernung. Solche dem normalen Zustande vollkommen entsprechende Augen nennt man nach Donders: emmetropische Augen. Indess erfordert es auch eine Anstrengung, um in die Ferne zu sehen, eine Accommodation für die Ferne oder negative Accommodation, wofür die Bedingungen jedoch noch unbekannt sind.

Negative Accommodation.

Scheiner'scher Versuch.

Der Scheiner'sche Versuch ist ein Beispiel für die Accommodation. Sticht man in ein Kartenblatt zwei Oeffnungen, welche näher an einander stehen, als der Durchmesser der Pupille beträgt, und blickt durch diese Oeffnungen auf zwei hinter einander stehende Stecknadeln, so erscheint diejenige einfach, welche man fixirt und für welche das Auge accommodirt ist, die andere nicht fixirte hingegen doppelt, weil sie Zerstreungskreise bildet.

Als Wirkungen nicht vollständiger Accommodation entstehen einige Erscheinungen, welche Erwähnung verdienen.

1) Monochromatische Abweichungen. Man versteht darunter Zerstreungskreise, welche nicht symmetrisch um eine Achse liegen. Blickt man durch eine feine Oeffnung eines geschwärzten Papiers nach dem hellen Himmel, so erscheint ein von Zacken oder Kreisen umgebener mittlerer heller Kreis.

2) Astigmatismus. Hält man zwei sich in rechten Winkeln kreuzende Linien vor sich, so bemerkt man, dass man, um die horizontale Linie scharf zu sehen, das Blatt näher dem Auge bringen muss, als um die verticale zu sehen. — Es rührt dies von einer Asymmetrie des Auges her. (Fick, Donders).

3) Entoptische Erscheinungen. So nennt man die Wahrnehmungen, welche durch Schatten von kleinen dunklen Körpern entstehen, die in den brechenden Medien des Auges sich befinden und Schatten auf die retina werfen, oder wenn auf andere Weise einzelne Theile der retina beschattet werden. Diese Wahrnehmungen machen den Eindruck, als ob sie von äussern Objecten herrührten. Im Glaskörper jedes Auges befinden sich solche dunkle Körperchen, welche sich mit dem Auge hin und her bewegen, aber, solange das Auge gesund ist und eine besondere Aufmerksamkeit nicht darauf verwendet wird, unbeachtet bleiben, sonst aber als sogenannte *mouches volantes* zu quälenden Erscheinungen werden. Leicht sieht man, wenn man in ein Mikroskop bei heller Beleuchtung schaut, ohne dass ein Object unterliegt, schon entoptische Erscheinungen; besser, wenn man das im focus einer Sammellinse entworfenene Bild einer Flamme durch eine enge Oeffnung eines dunklen Schirms mit nahe vorgehaltenem Auge betrachtet. Man bemerkt dann den Pupillarrand der iris, Streifen von Flüssigkeiten, welche auf der cornea liegen, die Sectoren der Linse etc. — Zu den entoptischen Erscheinungen gehören auch die Wahrnehmungen der Gefässe der Netzhaut. Man sieht dies Gefässnetz, wenn man die sclerotica stark beleuchten lässt und dann sein Auge auf ein dunkles Gesichtsfeld wendet. (Purkinje.)

mouches volantes.

4) Irradiation, §. 13.

§. 4. Irisbewegung.

Die iris hat die Function, die Randstrahlen abzuhalten und, wenn das Licht hinreichend stark ist, durch die verkleinerte Pupille nur die Achsenstrahlen einzulassen und die Zerstreuungskreise möglichst aufzuheben. Bei Abnahme des Lichts wird die Pupille erweitert, um einer grossen Zahl von Strahlen den Eingang zu gestatten. Ueber die Irisnerven s. S. 314.

Zweck der iris.

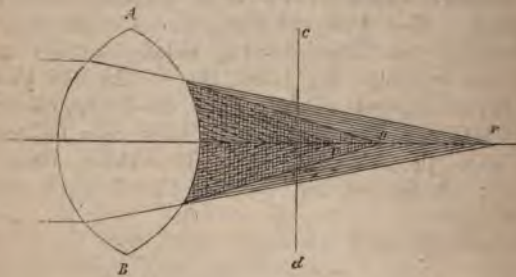
Die Randstrahlen werden bei Linsen mit sphärischer Oberfläche stärker gebrochen, als die Achsenstrahlen, kommen daher eher zur Vereinigung und bilden auf der retina Zerstreuungskreise, sphärische Aberration. Um ein scharfes Bild zu erhalten, vertritt daher die iris ein diaphragma, oder vielmehr wegen ihrer Beweglichkeit viele Diaphragmen. Die Pupille kann, ausser durch directe Nervenaffection, durch Atropin erweitert und durch die Calabarbohne, Nicotin etc. verengt werden; beide Mittel wirken wahrscheinlich auf die zwei verschiedenen Muskeln der iris oder die letzten Nervenendigungen in denselben.

Sphärische
Aberration.

§. 5. Achromasie.

Achromasie. Durch die Brechung wird das weisse Licht in die dasselbe zusammensetzenden farbigen Strahlen zerlegt (s. S. 337). Ist die retina in cd (Fig. 46), so

Fig. 46.



entstehen kleine Zerstreuungskreise von den violetten, am meisten brechbaren Strahlen v , grössere von den gelben g , die grössten von den rothen r . Ist das Auge so accommodirt, dass der Bildpunkt auf v fällt, so werden hier die übrigen der Vereinigung nahen Strahlen g und r zusammenfallen und daher der Eindruck von Weiss vorwaltend sein. An den Rändern decken sich

die Strahlen, welche noch nicht zur Vereinigung gekommen sind, gleichfalls, und der Eindruck von Weiss bleibt der vorwiegende.

Wenn das Auge gut accommodirt ist, so sieht es das weisse Licht ohne Farbensäume, nur bei unpassender Accommodation erscheinen dieselben. Man sieht leicht Farbensäume bei halbverdeckter Pupille. Die Ursache der Achromasie des Auges ist bis jetzt nicht völlig aufgeklärt.

§. 6. Empfindung der retina.

Die Empfindungskraft der retina entsteht in den centralen Ganglienzellen des n. opticus, welche wahr-Fixirung der Objecte. Fovea centralis.scheinlich in den thalami und corp. geniculata liegen. Bekanntlich kreuzen sich grösstentheils die Fasern der n. optici, sodass der rechte thalamus die linke retina wesentlich vertritt und umgekehrt. Die Wirkung der in den genannten Ganglienzellen erzeugten Kraft nennen wir Lichtempfindung. Sie entsteht durch Erregung der Nervenfasern selbst, sowie auch deren centraler und peripherischer Endorgane. So fährt z. B. ein Blitz durch das Auge, wenn man die beiden Pole einer constanten Batterie so aufsetzt, dass der Strom durch den bulbus geht; ebenso hat man eine Lichtempfindung im Dunkeln, wenn ein Schlag oder Stoss das Auge trifft. Die retina, nicht aber der n. opticus selbst wird von den Wellen des Lichtäthers afficirt. Auch kann man eine Lichtempfindung sich vorstellen, d. h. mit andern Worten, der n. opticus und die retina können vom Gehirne aus erregt werden.

Das peripherische Endorgan der retina wird von zapfen- und stäbchenförmigen Körperchen gebildet, welche durch mehrere Zwischenorgane (2 Körner und 2 granulirte Schichten) mit Ganglienzellen und den Nervenfasern in Verbindung stehen. Diese Nervenfasern bilden die Ausbreitung des n. opticus, und machen diejenige Schicht aus, welche dem Glaskörper am Nächsten

liegt und nur von einer membrana limitans von diesem geschieden ist. Die Stäbchen- und Zapfenschicht gränzt nach aussen an die Pigmentschicht der Chorioides. Es gibt eine Stelle in der retina, an welcher weder Ganglienzellen noch Nervenfasern sich finden, und diese ist in der Augenaxe der gelbe Fleck und die fovea centralis. Und grade an dieser Stelle wird am Genauesten gesehen. Je mehr sich das Bild von derselben entfernt, desto undeutlicher wird es. Hiernach unterscheidet man directes und indirectes Sehen. Zu jenem ist nothwendig, dass wir das Object durch das Auge fixiren, d. h. wir bewegen den bulbus so, dass die Richtungslinien die fovea centralis treffen. An der Stelle, an welcher der n. opticus in die retina tritt, dessen Mitte nach C. Krause 3,28—3,6 mm. von dem Mittelpunkte des gelben Flecks entfernt ist, besteht vollkommene Blindheit.

Blinder
Fleck. Ver-
such von
Mariotte.

Wenn man daher in einer bestimmten Entfernung drei neben einander stehende Punkte bei verschlossenem linken Auge mit dem rechten so betrachtet, dass der mittlere Punkt fixirt wird, so sieht man zugleich auch den nach Links stehenden Punkt, hingegen ist der nach Rechts stehende vollständig verschwunden. Hat man das rechte Auge geschlossen, so sieht man unter gleichen Verhältnissen den linken Punkt nicht. (Mariottescher Versuch.) Die unsichtbaren Punkte fallen aber gerade auf den colliculus nervi optici (der sogenannte blinde Fleck), welcher nur Nervenfasern, aber keine Stäbchen und Zapfen enthält. Hieraus geht hervor, dass die Nervenfasern selbst keine Empfindung von den Lichtwellen haben.

Man hat sich auch durch den Augenspiegel überzeugt, dass eine Person keine Lichtempfindung von einer Flamme, deren Bild auf das Auge fiel, hatte, wenn jenes den colliculus traf, wohl aber von jeder andern Stelle der retina aus. (Donders.)

Empfindung
von Farben.

Die retina empfindet von den Lichtwellen zweierlei Eigenschaften, nämlich erstens ihre Intensität (Ampli-

tude) und zweitens die Verschiedenheit der Wellenlängen, welche die Componenten, die das weisse Sonnenlicht zusammensetzen, zeigen. Wenn man in einen dunklen Raum durch einen schmalen Spalt weisses Licht einfallen lässt und sieht durch ein Prisma nach der Stelle des Spaltes hin, so erblickt man Zweierlei, nämlich erstens ein gefärbtes Bild, das Sonnenspectrum, welches die Regenbogenfarben — Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett — enthält, und zweitens diese Farben nach der Seite der brechenden Kante hin verschoben. Am Brechbarsten sind die violetten Strahlen, am wenigsten brechbar die rothen. Der Oscillationen der letztern sind in einer gewissen Zeit weniger, als der erstern (481 Billionen gegen 764 Billionen in der Sekunde). Man kann also sagen, die retina hat die Empfindung von Roth, wenn sie von langsamer sich hinter einander folgenden Schwingungen getroffen wird, und je nachdem die Schwingungsdauer und die Wellenlängen kürzer und kürzer werden, entstehen die Empfindungen von Orange etc. bis Violett. An den beiden Endpunkten des Spectrums, an welchen man Farben nicht mehr erkennt, sind dennoch Strahlen vorhanden, die aber die retina nicht afficiren. An der Grenze der rothen Strahlen liegen die Wärmestrahlen, welche auf das Thermometer wirken, an der Grenze der violetten die chemischen Strahlen, welche Silbersalze, schwefelsaures Chinin, Guajacinctur afficiren. Letztere Strahlen erregen bei gewöhnlicher Lichtintensität nicht die retina und auch nicht das Thermometer. Durch sehr intensives Licht, durch Substanzen, welche die Brechbarkeit vermindern, z. B. schwefelsaures Chinin, und durch Abblendung des übrigen Spectrums werden hingegen auch die am Meisten brechbaren Strahlen, welche jenseits der violetten liegen, die ultravioletten, sichtbar, und zwar mit bläulich weissgrauer Farbe. (Helmholtz.)

Wärme-
strahlen.

Chemische
Strahlen.

Durch verschiedene Methoden, die hier nicht näher erörtert werden können, ist man im Stande, die einzel-

nen Spectralfarben wieder zu vereinigen und dadurch gleichzeitig verschiedene einfache Farben auf dieselbe Stelle der retina einwirken zu lassen. Dasselbe erreicht man, wenn man verschieden gefärbte Scheiben auf einem Kreisel rasch rotiren lässt. Es entstehen dann nicht die Empfindungen der einzelnen Farben, sondern Mischfarben, so z. B. Purpur, wenn die beiden am Ende des Spectrums stehenden Farben — Roth und Violett — sich decken. — Weiss entsteht durch Zusammensetzung verschiedener Paare von Spectralfarben, so z. B. Gelb und Indigoblau, Orange und Cyanblau. Diejenigen Farben, welche zusammen Weiss geben, werden complementär genannt. — Auf dem Farbenkreisel kann man Weiss (jedoch mit rothem Kreise im Centrum) am Besten erzeugen durch eine Verbindung von Roth, Violett und Grün, wenn sie in einem bestimmten Verhältnisse stehen. Um drei gleich grosse Segmente einer Scheibe mit den genannten Farben zu bestreichen, wendet man am Besten folgende Mengenverhältnisse an; zu Roth 0,1 Grm. Fuchsin, 40 C.C. Wasser, 10 Tropfen Essigsäure, hiervon 25 Tropfen mit 10 Tropfen Wasser; zu Violett: 0,1 Grm. Mauvein, 15 C.C. Alkohol, hiervon 5 gtt. mit 5 gtt. Alkohol und 2 C.C. aqu.; zu Grün: 2 Grm. Schweinfurter Grün, 10 C.C. aqu., 43, gtt. Gummilösung.

Bringt man zwei gefärbte Flüssigkeiten gleichzeitig vor das Auge, indem man z. B. eine Lösung von Kupferoxydammoniak in ein Reagenzglas und eine Lösung von Pikrinsäure in ein anderes giesst und beide Gläser schief vor einander hält, so sieht man die Mischfarbe Grün. Betrachtet man die blaue Flüssigkeit durch ein Prisma, so erscheint ein Spectrum, in welchem Roth, Orange, Gelb fehlen; es bleiben nur noch Grün und Blau und etwas Violett, welche nicht absorbirt, sondern zurückgeworfen und daher gesehen werden. Betrachtet man die gelbe Flüssigkeit durch ein Prisma, so fehlen Roth, Blau und Violett, man sieht im Spectrum nur

Orange, Gelb und Grün. — Beide gefärbte Flüssigkeiten absorbiren also sämtliche Spectralfarben mit Ausnahme des Grün, welches reflectirt und daher gesehen wird. — Auf denselben Principien beruht es, dass aus Roth und Blau Violett, aus Roth und Gelb Orange wird, wobei jedoch je nach den gewählten Farben mancherlei Modificationen entstehen.

Man hat zur Erklärung einiger hierhin gehöriger Erscheinungen, z. B. der complementären Farben, die Hypothese aufgestellt (Th. Young, Helmholtz), dass die Retina-Elemente in Bezug auf ihre Empfänglichkeit für die Oscillationen des Lichtäthers verschiedener Natur seien, dass es unter ihnen solche gebe, welche von Oscillationen mit grösster Wellenlänge (roth) und andere von solchen mit immer geringerer Wellenlänge afficirt werden, kurz, dass, wie es verschiedene objective Farben gäbe, so auch entsprechende Retina-Elemente, seien es Zapfen oder Fasern; einzelne würden daher bloß von einer Farbe afficirt und seien für die andern nicht erregbar. Den drei Grundfarben Roth, Blau, Grundfarben. Gelb, oder wie man nach neuerer Untersuchung annimmt, Roth, Grün, Violett, entsprechen in der retina verschiedenartige Nervenfasern. Wenn also hiernach durch eine langdauernde Erregung mittels einer Farbe die entsprechenden Fasern ermüdet sind, so entstehen leicht Erregungen der bisher nicht afficirten Fasern. Es gibt Menschen, welche die rothe Farbe nicht erkennen und statt derselben Schwarz sehen. Bei solchen nimmt man eine unvollkommene Ausbildung jener Retina-Elemente an, welche von den langsamsten Aetherschwingungen afficirt werden. Auch an den peripherischen Netzhauttheilchen und bei sehr kleinen Objecten wird das Roth nicht leicht empfunden. (Aubert.)

Ueber die Schätzung der Empfindungsintensität der retina s. u.

§. 7. Erregungsursachen der retina.

Das wichtigste Erregungsmittel bilden die Lichtwellen. Zu ihrer Wirkung ist erforderlich:

- a) ausreichende Intensität derselben,
- b) eine gewisse Ausdehnung des Objects, also eine gewisse Grösse des Seh winkels.

Grösse der
noch sicht-
baren Ob-
jecte.

Man kann jedoch noch Objecte von ausserordentlich geringer Ausdehnung deutlich erkennen, so z. B. Striche von 0,003 Mm. Breite (Volkmann), wenn ihr Bild auf die fovea centralis fällt.

Zwei Parallellinien, deren Bilder nur 0,00119—0,00148^{'''} von einander entfernt sind, werden dennoch als getrennte Eindrücke empfunden. (E. H. Weber, Volkmann.)

- c) Eine gewisse Zeit, welche aber ausserordentlich klein zu sein braucht, da sogar bei einem elektrischen Funken Gesichtsempfindung möglich ist.

- d) normaler Zustand der zum Sehen erforderlichen Organe; endlich Aufmerksamkeit.

Ausser dem Lichte afficiren die retina auch mechanische Einflüsse, wie Druck und Stoss, ferner elektrische Reize, endlich Vorstellungen. Durch alle diese Erregungen kann die Empfindung von Licht hervorgebracht werden.

Was namentlich die elektrische Reizung durch den constanten Strom anlangt, so hat man beobachtet, dass, wenn die Elektroden an Stirn und Nacken angesetzt werden, und zwar vorn die positive und hinten die negative, das ganze Sehfeld mit Ausnahme der dem colliculus opticus entsprechenden Stelle erleuchtet wird. Bei umgekehrter Stromrichtung wird diese Stelle hell und das übrige Feld dunkel. — Diese Erscheinungen lassen sich auf die Wirkungen des positiven und negativen Stroms im Electrotonus (s. S. 262) zurückführen. (Helmholtz.)

Druck auf einen Theil des Auges, z. B. den äussern

Rand, angebracht, bringt eine Lichtempfindung auf der gegenüberliegenden Seite des Gesichtsfeldes, also im obigen Beispiel nach innen, hervor. Dies rührt daher, dass die meisten Eindrücke, welche die retina erhält, von Bildern äusserer Objecte herrühren und diese Bilder verkehrt stehen, die Seele aber sie in der rechten Lage sich vorstellt. Auch die ungewöhnlichen Eindrücke, wie die Druckfiguren, werden daher wie die Bilder durch die Vorstellungen umgekehrt.

§. 8. Nachwirkungen der Erregung.

Wenn die retina erregt worden ist und die Erregung aufhört, so dauert die Empfindung noch eine Zeit lang fort, auch bei verschlossenem oder abgewendetem Auge. Man nennt die auf diese Weise entstehenden Gesichtseindrücke positive Nachbilder. Wenn man z. B. auf eine helle Fensterscheibe blickt und die Augen nachher verschliesst, so bleibt das Bild davon noch eine kurze Zeit bestehen. Ebenso erscheint ein leuchtender Punkt als leuchtender Kreis, wenn jener im Kreise geschwungen wird. Wenn die positiven Nachbilder aufhören, so folgen die negativen Nachbilder; die vorher hellen Gegenstände erscheinen dunkel, die gefärbten in complementären Farben; so erscheint z. B. Roth grün. Die negativen Nachbilder beruhen auf Ermüdung vorher gereizter Partien. Hat das Auge lange Zeit auf eine rothe Fläche gesehen, und wendet sich nachher auf eine weisse, so wirken auf die retina alle Componenten des weissen Lichtes mit Ausnahme der rothen Strahlen, für welche die Empfänglichkeit abgestumpft worden ist. Die weissen Strahlen ohne die rothen bringen aber den Eindruck von Grün oder Grünlichblau hervor. Ebenso entsteht als negatives Nachbild von Weiss die Empfindung von Schwarz. Ehe jedoch letztere eintritt, erscheinen noch einzelne Farben, gewöhnlich in folgender Ordnung: Blau, Violett, Roth.

Positive
Nachbilder.

Negative
Nachbilder.

Contrast-
farben.

Wenn ein gefärbter Gegenstand lange Zeit angeblickt worden ist, so erscheinen die Ränder und die Umgebung in complementären Farben. Man nennt diese Contrastfarben.

§. 9. Bewegung des bulbus.

Obwohl der bulbus auch verschiebbar, also einer Ortsbewegung fähig ist, so kommt doch dieselbe wahrscheinlich im normalen Leben gar nicht vor. — Die wesentliche Bewegung ist eine Drehung um einen festen Punkt, den sogenannten Drehpunkt, welcher ein wenig weiter nach Hinten als die Mitte der Sehachse, ungefähr 13,5 Mm. hinter dem Scheitel der Hornhaut und 10 Mm. vor der Hinterfläche der sclerotica liegt. (Donders.) Die Augenachse, d. h. die von der Mitte der Vorderfläche der cornea bis zur Mitte der Hinterfläche der sclerotica gezogene Linie, hat eine Länge von 23—25 Mm. Dieselbe fällt nicht mit der von der Mitte der fovea centralis aus gezogenen Gesichtslinie zusammen. Die letztere liegt nämlich nach aussen und unten von derselben. (Helmholtz.)

Den grössten Kreis, welchen eine durch den Drehpunkt, die Mitte der Hornhaut und das Centrum der Netzhaut gelegene verticale Ebene abschneidet, nennt man verticalen Meridian und seine Achse die Höhenachse. Der horizontale Meridian ist durch die den bulbus in eine vordere und hintere Hälfte theilende Linie und den Drehpunkt gelegt; seine Achse ist die Querachse, welche in der Richtung von Links nach Rechts durch beide Augen geht.

Der Aequator schneidet die Kugeloberfläche in einem zu den Meridianen senkrechten grössten Kreise; seine Achse ist die Augenachse.

Denkt man sich durch diese drei Ebenen Schnitte geführt, so wird jedes Auge durch einen Sagittalschnitt im verticalen Meridian in eine rechte und linke, durch einen Frontalschnitt im horizontalen Meridian in eine

vordere und hintere, durch einen Querschnitt im Aequator in eine obere und untere Hälfte getheilt. — Wir wollen uns nun Kopf und Augen in einer ganz bestimmten Stellung, welche man als Ruhelage betrachtet und die man daher in Rücksicht auf das Auge mit dem Namen Primärstellung bezeichnet, denken. Hierbei sind die Gesichtslinien beider Augen, welche auch in dieser Beziehung Blicklinien heissen, gerade nach Vorn gegen den Horizont gerichtet, bei aufrechter Haltung des Kopfs. Blickebene ist die durch die beiden Blicklinien gelegte Ebene. — Aus dieser so eben beschriebenen Primärstellung kann das Auge zwar nach allen Seiten hin gedreht werden, die Erfahrung hat indess gelehrt, dass alle Drehungen nur um Achsen vor sich gehen, welche in der Aequatorialebene liegen (Listing'sches Gesetz). Unter diesen Achsen sind aber als wesentlich zwei hervorzuheben, nämlich die Quer- und die Höhenachse. Wenn sich das Auge aus seiner Primärstellung heraus um seine Höhenachse dreht, so wendet sich dasselbe nach innen oder nach aussen; dreht es sich um seine Querachse, so wendet es sich nach oben oder nach unten, d. h. der Blick wird gehoben oder gesenkt.

Die Drehungen des Auges um die Blicklinie nennt man Raddrehung des Auges, weil sich die iris dabei wie ein Rad dreht.

Denkt man sich eine gerade Linie von der Mitte des Ursprungs eines Muskels bis zur Mitte seiner Insertion gezogen und legt man durch diese Linie und den Drehpunkt eine Ebene, so heisst dieselbe die Muskelebene. Eine Linie, welche auf dieser Ebene senkrecht im Drehpunkte steht, heisst die Drehungsachse des Muskels. Mit ziemlicher Genauigkeit kann man für die Augenmuskeln drei Muskelebenen und drei Drehungsachsen annehmen. Um die Höhenachse drehen sich der *m. rectus internus* und *externus*; jener zieht die Hornhaut nach innen, dieser nach aussen. Um die horizontale

Drehungsachse wendet der *m. rectus superior* die Hornhaut nach innen und oben, der *rectus inferior* nach innen und unten. Um die Tiefenachse liegen die Muskelebenen der *mm. obliqui*. Der *m. obliquus superior* wendet den obern hintern Umfang der *sclerotica* nach innen und vorn, demgemäss die *cornea* und Pupille nach unten und aussen. Der *obliquus inferior* wendet die *cornea* und Pupille nach oben und aussen.

Jedoch fallen keineswegs die Muskelebenen mit den Achsen des Auges ganz zusammen, am Meisten noch der *m. externus* und *internus* mit der Höhenachse. Daher wendet der *m. superior* und *inferior* den *bulbus* nicht ganz gerade nach oben und unten, es wirken vielmehr in der Regel mehrere Muskeln zusammen. Folgendes sind die Winkel, welche bildet:

die Drehachse d. Muskels mit der Sehachse,	Höhenachse,	Querachse,
r. superior . . .	111 ^o 21'	108 ^o 22' 151 ^o 10'
r. inferior . . .	63 ^o 37'	114 ^o 28' 37 ^o 49'
r. externus . . .	96 ^o 15'	9 ^o 15' 95 ^o 27'
r. internus . . .	85 ^o 1'	173 ^o 13' 94 ^o 28'
obliquus superior .	150 ^o 16'	90 ^o 0' 60 ^o 16'
„ inferior .	29' 44'	90 ^o 0' 119 ^o 44'

Während des Schlafes sind die Augen nach innen und oben oder nach innen und unten gewendet.

Gesichtskreis.

Der Umfang, in welchem die Objecte gesehen werden können, heisst der Gesichtskreis. Der einfachste Gesichtskreis und der kleinste ist der Umfang, in welchem von einem unbewegten Auge Gegenstände gesehen werden können, der ausgedehnteste Gesichtskreis derjenige, welcher durch Bewegung beider Augen sowohl in horizontaler als verticaler Richtung umschrieben wird.

§. 10. Das Richten der Gesichtsubjecte.

Wir verlegen die Gegenstände, deren Bilder auf der *retina* stehen, in den Raum und zwar in eine bestimmte

Entfernung. Es ist eine allgemeine Erscheinung der Empfindung, dass der gemachte Eindruck oder vielmehr die durch denselben hervorgebrachte Veränderung (das Bild des Eindrucks) zurückgeworfen und an eine andere Stelle verlegt wird (s. S. 269). In Betreff der Gesichtseindrücke verweisen sehr viele von Jugend auf gemachte Erfahrungen auf das Vorhandensein von einem Raum ausser uns und von Gegenständen in dem Raume; Tast-, Gesichts- und Gehörsinn verhelfen zu solchen Erfahrungen. Beim Sehen mit zwei Augen verlegen wir die Objecte dahin, wo die Richtungslinien sich schneiden, welche man sich von einem Punkte des Objectes nach beiden Augen hin gezogen denkt.

Projiciren der Objecte nach dem Punkte, an dem die Richtungslinien sich schneiden.

Der Mensch kommt allmählich durch Vermittlung seiner Sinne und des Muskelgefühls zu der Erkenntniss, dass ausser ihm noch eine Welt sei und damit ist der Begriff des Raumes gegeben. Derselbe Begriff schliesst auch den andern der Entfernung in sich. Dadurch ist aber noch nicht das Mass derselben bestimmt.

Bei der Beurtheilung der Entfernungen nehmen wir die bekannte Grösse der Objecte, die Gegenstände, welche zwischen dem Auge und dem zu sehenden Objecte sich befinden, mit zu Hülfe. Da mit der Entfernung der Sehwinkel abnimmt, so erscheinen uns entfernte Gegenstände klein.

Entfernung.

Obgleich auf der retina die Bilder im Verhältniss zu den Objecten verkehrt stehen, so versetzen wir, gleichfalls infolge der durch den Tastsinn einestheils, durch das Muskelgefühl (s. S. 271) andertheils gewonnenen Erfahrungen, dieselben in die rechte Lage.

Umkehrung der verkehrten Retinabilder.

§. 11. Einfachsehen mit zwei Augen.

Alle Bilder, welche von demselben Objecte gleichzeitig auf die Mitte der retina fallen und also am Genauesten gesehen werden, erscheinen einfach, diejenigen hingegen, welche auf die andern Theile der retina fallen, unter gewissen Bedingungen doppelt.

Einfachsehen im Centrum der retina.

Wenn man zwei ganz ähnliche Gegenstände, z. B. zwei Oblaten von ganz gleicher Grösse und Farbe, zugleich so mit beiden Augen betrachtet, dass ein jedes Auge nur einen Gegenstand fixirt, am Besten durch das Stereoskop, so vermischen sich die Bilder beider zu einem, welches man in der Mitte des Gesichtsfeldes zu sehen glaubt.

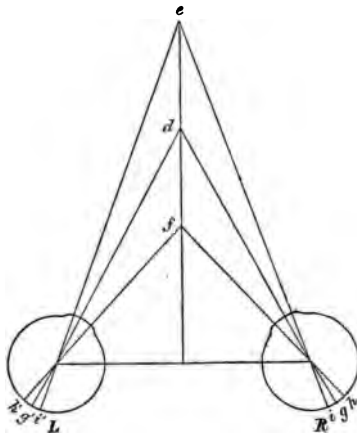
Beim indirecten Sehen erscheinen nicht alle Punkte doppelt, sondern diejenigen werden einfach gesehen, welche auf identische oder congruente Stellen der Netzhaut fallen. Wenn man sich eine jede retina als Kugel denkt, auf welcher, wie auf einem Globus, Meridian- und Parallelkreise verzeichnet sind, so sind diejenigen Punkte identisch, welche in gleichnamigen Graden liegen, und diejenigen Objectpunkte, deren Bildpunkte auf solche identische Stellen gelangen, werden einfach gesehen, die übrigen doppelt. Man nennt horopterische Linien diejenigen, welche bei einer bestimmten Augenstellung solche Punkte im Raume verbinden, welche einfach mit beiden Augen gesehen werden, also auf identische Netzhautstellen fallen.

Man nimmt einen transversalen und einen verticalen Horopter an. Der transversale ist eine Kreislinie, durch welche alle Punkte fallen, die einfach neben dem fixirten gesehen werden, wenn man sie in der Visirebene (d. i. einer Ebene, welche einer durch die Schachsen gelegten horizontalen Ebene parallel ist) betrachtet. Der verticale Horopter liegt senkrecht zur Visirebene. — In der Figur 46 a. f. S. erscheinen, wenn man den Punkt *d* fixirt, indem man jene horizontal vor die Augen hält, sowohl *e* als *f* doppelt. Sie fallen auf nicht identische Stellen.

Um auf leichte Weise Doppelbilder zur Anschauung zu bringen, halte man ein steifes Papier, auf welchem wie in Fig. 46 nur drei Punkte *f d e* ohne weitere Linien, jedoch etwas mehr von einander entfernt, gezeichnet sind, horizontal in der Höhe der apertura py-

riformis vor sich, und fixire f , so erscheinen d und e doppelt. Die Doppelbilder von e stehen weiter auseinander als die von d ; und wenn man anstatt dreier Punkte vier oder fünf macht, so bilden die nächstliegenden Doppelpunkte den kleinsten, die fernsten Doppelpunkte den grössten Abstand von einander. Schliesst man das rechte Auge plötzlich, so verschwindet scheinbar der rechte, schliesst man das linke Auge, der linke Doppelpunkt.

Fig. 46.



Das Einfachsehen mit zwei Augen ist wahrscheinlich ein psychischer Act, indem die Seele aus der gleichen Empfindung, welche sie von jedem Auge empfängt, auf einen Gegenstand schliesst.

Sehen von Doppelbildern kommt selten vor, hauptsächlich weil die fixirten nicht doppelt erscheinen und die Fixation das Sehen stets begleitet. Wo aber neben den fixirten Doppelbilder erscheinen, werden dieselben durch das Sensorium zur Vereinigung gebracht. Auch

ist im gewöhnlichen Leben die Fixation eines bestimmten Punktes nur von kurzer Dauer, wenigstens kürzer, als bei Ungeübten nothwendig ist, um Doppelbilder der nicht fixirten und nicht auf identischen Stellen liegenden Punkte zu gewahren.

§. 12. Sehen von Körpern.

Erkenntniss
der Tiefen-
dimension.

Die Bilder auf der retina zeigen nur eine Längen- und eine Breiten-, nicht aber eine Tiefendimension; diese letztere ist daher erschlossen, nicht primär empfunden. Wir schliessen auf dieselbe theils durch Beurtheilung der Ferne, indem das Tieferliegende auch ferner liegt, theils durch die Bewegungen des bulbus, welche gemacht werden, um die Tiefendimension zu erkennen. Endlich tragen beide Augen wesentlich dazu bei; mit dem rechten Auge erkennt man einen Gegenstand anders, als mit dem linken Auge, indem dort die rechte Seite vollständig erscheint und die linke nur zum Theil, hier die linke vollständig und die rechte nur zum Theil. Wenn daher von einem Körper die rechte und die linke Seite aufgenommen wird und man betrachtet je ein Bild mit einem Auge zu derselben Zeit, so setzt sich die Seele das Bild eines Körpers zusammen, wie dies beim Einblicken in das Stereoskop der Fall ist.

Stereoskop.

§. 13. Irradiation.

Irradiation.

Helle Gegenstände werden in der Regel grösser geschätzt, als dunkle von derselben Ausdehnung. Ein schwarzer Kreis auf weissem Grunde erscheint beträchtlich kleiner, als ein weisser auf schwarzem Grunde; man nennt dies Irradiation. Diese Erscheinung ist um so weniger vorhanden, je genauer das Auge accommodirt ist, sie hängt wesentlich von dem Eindruck ab, welcher auf die Seele gemacht wird und welcher der vorwiegende ist. In der Regel prävalirt das Helle vor

dem Dunkeln. — Unter Umständen kann aber auch ein dunkler Gegenstand grösser erscheinen, als ein heller, was man die negative Irradiation nennt.

Negative
Irradiation.

§. 14. Beurtheilung der Grösse.

Das Urtheil über die Grösse eines Objects hängt zunächst von der Zahl der percipirenden Netzhautelemente ab. Je grösser der Raum der Netzhaut ist, welchen ein Bild einnimmt, je grösser also auch der Sehwinkel ist, für desto grösser halten wir das Object; zugleich hat aber auch auf die Grössenbeurtheilung das Accommodationsvermögen Einfluss. Wenn wir das Auge für die Nähe accommodiren, so halten wir den zu sehenden Gegenstand für kleiner, als wenn wir das Auge für die Ferne accommodiren.

Die Grösse wird beurtheilt nach dem Sehwinkel und der Accommodation.

§. 15. Thränen. Meibom'sche Drüsen.

Durch die Thränen wird die cornea feucht erhalten, was für ihre Durchsichtigkeit wesentlich ist. Der Augenlidschlag führt sie gegen den innern Augenwinkel. Von hier gelangen sie in den Thränensack, dessen Muskel ihn comprimirt. Der während der Inspiration vermehrte äussere Luftdruck trägt zur Weiterbeförderung der Thränen in den Nasenkanal bei. — Das Ueberfliessen der Thränen über die Augenlider verhütet das fettige Secret der Meibom'schen Drüsen.

Zweites Kapitel.

Gehörsinn.

§. 16. Allgemeines.

Unter gewissen Bedingungen bringen Vibrationen elastischer Körper eine Empfindung hervor, welche man

Schallempfindung nennt. Diese Empfindung hat ihren eigentlichen Sitz im Gehirne, an einer bis jetzt noch nicht ermittelten Stelle. Sie entsteht aber durch Erregung desjenigen Theiles vom n. acusticus, welcher sich in der Schnecke und dem sacculus (s. sacculus hemisphaericus) verbreitet.*) — Kein anderer Nerve des Körpers ist zu einer gleichen Empfindung befähigt.

*) Die Weichtheile des innern Ohrs, (oder das häutige Labyrinth), welche hier zunächst allein betrachtet zu werden brauchen, bestehen aus 2 Haupttheilen, nämlich einem runden

Fig. 48.



Häutiges Labyrinth. 1. nervus vestibularis. 2. dessen Zweig zum sacculus. 3. — 4. utriculus. 5. hinterer Bogengang. 6. ampulla desselben. 7. äusserer Bogengang. 8. oberer Bogengang. 9. n. cochlearis. 10, 11 die erste, zweite, 12 die dritte halbe Windung der geöffneten Schnecke * lamina spiralis.

Säckchen (Fig. 48 3), welches sich durch einen Gang in die Schnecke ausbreitet, und einem elliptischen Säckchen, utriculus genannt (Fig. 48 4) in welchen die 3 Bogengänge (5, 7, 8),

Die Schallschwingungen in ihren mannichfaltigen Modificationen (§. 17) müssen natürlich bis in das innere Ohr geleitet werden (§. 18), ehe sie die Einwirkung auf den Gehörnerven hervorzubringen vermögen. — Sie affiziren aber nicht den Nerven selbst, sondern sie übertragen sich auf gewisse Zwischenorgane*) von denen erst die Erregung des Nerven erfolgt.

münden. Beide Theile sollen nach den meisten darüber angestellten Untersuchungen nur wenig mit einander in Verbindung stehen, nämlich durch die aquaeductus und Gefässe. Der n. acusticus spaltet sich bekanntlich in 2 Hauptäste, den n. vestibuli (Fig. 48 1) und n. cochleae (9). Jener gibt Aeste in beide Säckchen, n. sacculares (3) und n. utriculares; der n. cochleae verbreitet sich in der Schnecke. — Die n. sacculares und cochleae sind die alleinigen Nerven, welche für die Schallempfindung bestimmt sind, die n. utriculares dienen einem andern Zwecke, wovon unten die Rede sein wird.

*) Die Zwischenorgane beziehen sich wesentlich auf die Schnecke. Diese besteht aus einem knöchernen Gehäuse und einem von demselben eingeschlossenen weichen, gewundenem Kanale, dem Schneckenkanale Fig. 49 CC. Das knöcherne Gehäuse gleicht im Rohem dem Gehäuse einer Weinbergschnecke. Man erkennt an ihm $2\frac{1}{2}$ Windungen, eine Basis und eine Kuppel, sowie im Innern einen kegelförmig geformten Stab, die Spindel, modiolus. Von der äussern Wandung des modiolus der Gehörschnecke gehen 3 knöcherne Querwände ab, die wie Terrassen um einen Pfeiler laufen. Man nennt sie lamina spiralis ossea der ersten, zweiten und dritten halben Windung (Iso). Durch sie wird eine jede dieser Windungen in 2 Abtheilungen getheilt. Die eine ist mehr nach innen gegen die Medianebene des Schädels gerichtet; man nennt sie scala tympani Fig. 49 S T, weil dieselbe mit der Paukenhöhle durch eine Oeffnung, fenestra rotunda, communicirt. Die andere steht mit dem Vorhofe in Verbindung und heisst scala vestibuli Fig. 49 s r. — Zwischen dem äussern Rande der lamina spiralis ossea und der innern Fläche der Wand des Schneckengehäuses ist eine Membran ausgebreitet, lamina spiralis membranacea, welche also einerseits mit der lamina spiralis ossea, anderseits mit der Wandung der knöchernen Schnecke auskleidenden Periost verwachsen ist. Die lamina spiralis membranacea besteht wieder aus 2 Platten, von den die eine gegen die scala vestibuli; — man nennt sie membrana vestibularis oder m. Reissneri Fig. 49 R — die andere gegen die scala tympani hinschaut, — man nennt

Das innere Ohr hat noch eine andere Function, als die der Empfindung des Schalls, diese bezieht sich



FIG. 49.

Schematische Darstellung eines senkrechten Schnittes durch die lamina spiralis membranacea mit dem Cortischen Organ und den angrenzenden Theilen. (Copie einer Zeichnung von Quain-Hoffmann).

S V, scala vestibuli; R, membrana Reissneri; C C, canalis cochlearis; S T, scala tympani; L S O, lamina spiralis ossis, durch welche der N. cochleare, n c, hindurchgeht; p, Periost der Fankentreppe; m b, membrana basilaris; c, organon Corti; m, basill. acustic. intern.; e, basill. acustic. externi; m' t', membrana tectoria; p' e', äussere Wand des canalis cochlearis.

sie membrana basilaris Fig. 49 m b. Zwischen beiden Membranen ist ein mit Flüssigkeit, endolympa, gefüllter Raum.

nämlich auf die Erhaltung des Gleichgewichts (s. § 19a) und hat ihren Sitz in der zweiten Abtheilung des Organs (s. Ann. S. 362) nämlich in dem utriculus und den Bogengängen.

§. 17. Modificationen des Schalls.

Häufig werden die Worte Schall, Klang, Ton im Deutschen promiscue gebraucht, obwohl sie verschiedene Begriffe einschliessen. Jede Veranlassung einer Gehörempfindung nennt man Schall. Die Schwingungen, welche demselben zu Grunde liegen, sind entweder regelmässige, gleiche, periodisch wiederkehrende. Dann wird der Schall mit dem Namen Klang im weitern Sinne bezeichnet. Oder die Schwingungen sind unregelmässig, nicht periodisch und bilden dann das Geräusch.

Schall.
Klang.
Ton.

Ein Klang kann einfach sein, wenn die Schwingungen nach den Gesetzen des Pendels sich verhalten, indem die Geschwindigkeit der Bewegungen in gleichmässigen Wiederholungen nach der einen und andern Richtung erst zu-, dann abnimmt, dass also in derselben Zeit dieselbe Zahl von Schwingungen erfolgt. Ebenso wie der Pendel, schwingen, wenn auch viel rascher, die

Die *m. basilaris* trägt aber verschiedene zellige und haar- oder stabförmige Elemente (*i* und *e*), welche man als Ganzes nach dem Entdecker das Cortische Organ (*C*) nennt. Ueber die dazu gehörenden Theile muss auf die histologischen Werke verwiesen werden. Hier sei nur noch bemerkt, dass das Cortische Organ von einer sehr feinen Membran bedeckt wird, *membrana tectoria* (*mt*), und dass die Nervenfasern des *n. cochleae*, (*nc*), nachdem sie durch den *modiolus* und die *lamina spiralis ossea* gegangen sind, sich bis in die Haare des Organs (*i* und *e*) verfolgen lassen. — Man hat den Bau der *retina* mit dem des Cortischen Organs verglichen und schon vermuthet, dass wie dort für die verschiedenen Farben, so auch hier für die verschiedenen Klangfarben eigenthümlich geartete elementare Gebilde vorhanden seien; s. S. 360.

Zinken einer angeschlagenen Stimmgabel. Man nennt die Wirkung solcher einfacher Schwingungen auf unser Ohr Ton. Sehr gewöhnlich entstehen neben und mit einem einfachen Wellensysteme noch andere, bei denen die Wellen eine davon verschiedene Dauer und Grösse haben. Es sind dies zusammengesetzte Schwingungen, welche man mit dem Namen Klang im engeren Sinne bezeichnet. Wenn z. B. eine Saite in ganzer Länge schwingt und gleichzeitig jede Hälfte für sich, so entstehen neben einer gewissen Anzahl von Schwingungen in der ganzen Saite noch doppelt so viele kleinere in der halben. Bei allen musikalischen Instrumenten kommen verschiedene Wellensysteme zu Stande, oder mit andern Worten: neben dem Grundton entstehen Partialtöne, Obertöne. Ein Klang lässt sich also in eine Anzahl einfacher Töne zerlegen. Dass dies wirklich der Fall ist, wird durch das Ohr erkannt; d. h. also, das Ohr besitzt diese analysirende Eigenschaft, indem es neben dem Grundton noch die Obertöne hört.

Höhe.
Stärke.
Klangfarbe
der Töne.

An einem Klange unterscheidet man dreierlei Eigenschaften: 1) seine Höhe, hervorgebracht durch die Verschiedenheit der Schwingungszahl in der Zeiteinheit; 2) seine Stärke, welche durch die Weite oder Amplitude der Schwingungen entsteht; 3) seine Klangfarbe, vermöge welcher das Ohr bei gleicher Höhe und Stärke die einzelnen musikalischen Instrumente z. B. die Töne einer Geige von denen eines Claviers zu unterscheiden vermag.

§. 18. Schalleitung.

Erstes
Erforderniss:
Leitung
durch feste
Körper.

Die Hohlräume des innern Ohres sind sowohl erfüllt als umgeben von einer klaren Flüssigkeit, der Endo- und Perilymphe. Die Schallschwingungen, welche in der Regel in der Luft entstehen, müssen also in Schwingungen übergehen, die sich in einer Flüssigkeit verbreiten und in derselben die Zwischenorgane

erregen. Nun pflanzen sich aber Schallwellen aus der Luft sehr schlecht durch Wasser fort; wohl aber sehr gut, wenn zwischen Luft und Wasser feste starre Körper oder Membranen angebracht sind. Die Paukenhöhle steht mit dem innern Ohre theils durch eine Membran: *membrana tympani secundaria*, theils durch den Fuss des Steigbügels, der die Oeffnung der *fenestra ovalis* vollständig verschliesst, in Verbindung. — In die Paukenhöhle gelangen die Schallschwingungen aus der Luft hauptsächlich durch das Trommelfell, *membrana tympani*, aber auch (jedoch in geringerem Grade) durch die Kopfknochen, resp. Zähne. Die Töne einer Uhr werden bekanntlich viel weniger hell gehört, wenn man sie an die dem Schläfenbein entsprechende Stelle des Kopfes, als vor das Ohr hält.*)

Das Trommelfell ist eine gegen die Paukenhöhle Trommelfell. hineingezogene Membran. Der Stiel des Hammers (Fig. 50 Mm.) ist nämlich in derselben befestigt, wodurch das Trommelfell die Form eines Trichters hat, dessen Spitze nach innen gerichtet ist. — Die in der Luft entstehenden Schwingungen müssen natürlich in ihrer Häufigkeit und Stärke dem Trommelfell mitgetheilt werden. Eine gespannte Membran schwingt aber nur dann mit, wenn ihr Eigenton mit der des erregenden Tones übereinstimmt oder ein Vielfaches desselben ist. Hingegen ist dadurch das Trommelfell ausgezeichnet, dass durch dasselbe verschieden starke und verschieden hohe Töne fortgepflanzt werden können. Dies erklärt sich, wie Helmholtz bewiesen hat, durch die Trichterform des Paukenfells.

*) Man misst den Grad des scharfen Gehörs nach der gradlinigen Entfernung eines tönenden Gegenstandes von der Mitte des äussern Ohrs. —

Das feine Gehör unterscheidet sich vom scharfen darin, dass jenes Höhe, Klangfarbe und Obertöne genau zu erkennen versteht, während dieses in grosser Entfernung hört.

Gehör-
knöchelchen.

Die Schwingungen des Paukenfells theilen sich den 3 mit einander in Verbindung stehenden Gehörknöchelchen Hammer, Ambos, Steigbügel (Fig. 50 M J S) und der Luft, welche beständig in der Trommelhöhle enthalten ist, mit, und von dieser aus vermittelt des Steigbügelfusses und der membrana tympani secundaria dem Labyrinthwasser. Da die Wellenlänge aller Töne

Fig. 50.



Gehörknöchelchen in gegenseitiger Verbindung, von vorn und von einer rechten Kopfhälfte, welche um die verticale Axe etwas nach rechts gedreht ist. M Hammer, J Ambos, S Steigbügel, M c p Kopf, M a Hals, M l langer Fortsatz, M m Handgriff des Hammers, J c Körper, J b kurzer, J 1 langer Fortsatz, J p l Proc. lenticularis des Amboses, S c p Capitulum des Steigbügels. — Copie aus Henle's Anatomie.

der Skala im Verhältniss zu dem kleinen Raume der Paukenhöhle und des innern Ohres gross zu nennen ist, so ist es unwahrscheinlich, dass eine Verdichtung und Verdünnung der Schallwellen Statt findet, sondern dass vielmehr alle diese genannten in Schwingungen versetzten Theile wie ein Ganzes sich verhalten, sog. stehende Wellen bilden, wie ein Metallstab, der an seinen beiden

Enden eingeklemmt ist, und sich hin und her beugt. — Für die Verbreitung des Schalls können also sonach die 3 Gehörknöchelchen als ein einziger Knochen betrachtet werden; wie es wirklich Thiere gibt, welche nur ein Gehörknöchelchen, *columella*, haben: die beschuppten Amphibien und Vögel. — Die Bedeutung dreier Gehörknöchelchen wird dadurch verständlich, dass 2 derselben (Hammer und Steigbügel) mit je einem Muskel versehen sind, während der dritte (Ambos) nicht activ bewegt werden kann.

Der *m. tensor tympani*, welcher am Felsen- und Keilbeine seinen festen, unbeweglichen und am obern Ende des *manubrium* des Hammers seinen beweglichen Ansatzpunkt hat, spannt alle Bänder der Gehörknöchelchen sowie auch das Trommelfell und verstärkt dadurch die innige Verbindung zwischen Trommelfell und dem Wasser des Labyrinths. Von einer andern Wirkung des Muskels wird weiter unten die Rede sein. — Die Function des *m. stapedius* ist noch dunkel, s. Anm. zu §. 19 a. S. 362.

Die zwischen Hammer und Ambos (Fig. 50 M und J) befindliche Gelenkverbindung ist so eingerichtet, dass wenn der Hammer sich einwärts gegen die Paukenhöhle hin bewegt, beide Knöchelchen vermittels Sperzzähne fest an einander schliessen und man sie wie einen Knochen betrachten kann. Sie stellen einen einarmigen Hebel dar, dessen *Hypomochlion* an dem Ende des kurzen, durch ein sehr straffes Gelenk an die Wand der Paukenhöhle angewachsenen Fortsatzes vom Ambos (Fig. 50 J b) sich befindet. Wenn nun durch die Luftschwingungen das Trommelfell in Vibrationen versetzt wird, so dreht sich der Hammer, dessen Handgriff der Angriffspunkt der Kraft ist, während die Last am langen Fortsatze des Ambos (Fig. 50 J l) wirkt. Die Excursion des letztern bringt einen Druck auf den Steigbügel (Fig. 49 S) hervor, dessen Basis dadurch ein wenig in den Vorhof gedrängt wird. Bei der ent-

gegengesetzten Richtung der Schwingungen treten die Knochen wieder in ihre Lage zurück. Die feste Lage des Fusses vom Steigbügel verhindert eine zu starke Einwärtsbewegung des Hammers und die feste Lage des Trommelfells eine zu starke Auswärtsbewegung.

Der Druck des Steigbügelfusses auf das im Vorhof befindliche Labyrinthwasser bewirkt ein Ausweichen desselben nach dem einzigen nachgiebigen Theile des Labyrinths nämlich dem runden Fenster. Das Wasser läuft durch die halbzirkelförmigen Kanäle, ferner durch die Vorhofstreppe der Schnecke herauf und die Paukentreppe herab bis an das runde Fenster.

Zweites
Erforderniss:
Vorrichtun-
gen, um die
Fortpflan-
zung der
Schallwellen
zu reguliren.

II. Aehnlich, wie durch Einrichtungen im Auge die Lichtstrahlen, welche in dasselbe eintreten, vermehrt und vermindert werden können, so bestehen auch solche für das Gehörorgan, welche auf die Fortpflanzung der Schallwellen mehr oder weniger einwirken. Diese bestehen in der Reflexion, der Resonanz, und dem Spannungsgrade des Trommelfells.

Die Schallwellen werden vom äussern Ohre, namentlich von der concha gegen den tragus reflectirt. Noch stärker findet in dem äussern Gehörgange die Reflexion Statt. Es stellt dieselbe ein natürliches Hörrohr vor.*) Die Reflexion wird vermindert, wenn der Ohrknorpel an den Zitzenfortsatz angehalten wird und wird verstärkt, wenn man den Knorpel vorwärts beugt. Bei Menschen sind die Muskeln, welche solche Bewegungen veranlassen, meistens ausser Function; bei Thieren unterstützen sie das Hören. Auch die Luftsäule, welche

*) In dem äussern Gehörorgane findet sich eine zahlreiche Menge der knäuel förmigen sog. Ohrenschmalzdrüsen, welche eine fettige Flüssigkeit absondern, die möglicher Weise je nach ihrer Menge auf die Resonanz wirkt. Man kann daran denken, dass von den 3 Nerven, welche sich in dem äussern Gehörgange verbreiten, der n. auricularis vagi und auriculo-temporalis sensibel sind und ein ungenannter Zweig des n. facialis auf die Absonderung wirkt.

in der Paukenhöhle enthalten ist, wird durch die Schallwellen, welche sich über die knöcherne Wandung derselben, wie auch durch die Gehörknöchelchen verbreiten, zum Mitschwingen veranlasst.

Es muss ferner die Einwirkung hervorgehoben werden, welche die Spannung des Trommelfells auf die Schalleitung hervorbringt. Aus den Versuchen von Savart geht hervor, dass eine gespannte Membran die Schallwellen minder gut leitet, als eine weniger gespannte. — Die Paukenhöhle steht mit der Rachenhöhle durch die Eustachische Trompete in offener Verbindung. Wird bei tiefem Einathmen, wie bei Gähnen, die Luft in der Rachenhöhle verdünnt, so ist der Druck auf die Aussenfläche des Trommelfells vermehrt, dieses daher gespannter, — man hört undeutlicher. Dieselbe Wirkung tritt ein, wenn die Eustachische Röhre den Luftzutritt nicht unterhalten kann, weil sie krankhaft unwegsam ist. Die Luft in der Paukenhöhle wird in solchen Fällen allmählich verdünnt, indem sie durch die Capillargefässe diffundirt. Auch wenn man bei zugehaltenen Nasenlöchern schluckt und dadurch die Luft aus der Eustachischen Trompete und der Paukenhöhle ausleert, entsteht Harthörigkeit (Valsalva'scher Versuch).

Contraction des *m. tensor tympani* zieht den Handgriff des Hammers und damit das Trommelfell nach innen gegen die Paukenhöhle und spannt jenes; sie muss also gleichfalls eine Abschwächung des Hörens zur Folge haben. Jener Muskel wird von der motorischen Wurzel des *n. trigeminus* versorgt. Reizung des genannten Nerven hat mithin eine Contraction des Muskels zur Folge und dadurch ein Einwärtsziehen des Hammerstiels, einen Druck auf den Fuss des Steigbügels gegen das ovale Fenster und somit auf das Labyrinthwasser. Politzer beobachtete an einem Manometer, welches er gleich nach dem Tode eines Hundes in einen halbcirkelförmigen Kanal einbrachte, dass das

Spannung
und Abspan-
nung des
Trommelfells
durch die
Luft und
den *m. ten-
sor.*

*tuba Eusta-
chii.*

*m. tensor
tympani.*

Labyrinthwasser einer stärkern Spannung ausgesetzt war, sobald er den n. trigeminus des Thieres reizte.

Welche Bedeutung die in den Vorhofssäckchen vorhandene kalkige Masse, (Gehörsteine, Otholiten) hat, ist unbekannt.

§. 19. Gehörsempfindungen und Gehörsvorstellungen.

In dem Cortischen Organe sind stäbchen- oder haarförmige Elemente (s. Fig. 49 i und e S. 352), welche man auch Hörhaare nennt. Schon aus ihrer Form lässt sich vermuthen, dass sie fähig sind, mitzuschwingen. Hensen beobachtete indessen bei einem Krebse, bei welchem die Hörhaare frei liegen, dass einzelne derselben bei gewissen Tönen Vibrationen zeigen, während andere ruhig bleiben et vice versa. Sie verhalten sich gewissermassen, wie Stimmgabeln, welche auf bestimmte Töne abgestimmt sind. Mit den Hörhaaren stehen aber Fasern des n. cochleae in enger Verbindung, so dass also die schwingenden Haare die Nerven affiziren und zwar in der Art, dass nur diejenigen Nerven affizirt werden, welche mit der besondern ihnen entsprechenden Art der Hörhaare communiciren. Mit andern Worten: die Partiaaltöne finden in der partikulären Beschaffenheit der Schneckenelemente ihr organisches Correlat; ähnlich wie man spezifische Bezirke in der retina für die Empfindung der Grundfarben annehmen muss. Nach dieser Ansicht gibt es also besondere Nervenparthien, für die Empfindung der wesentlichen Theile der Tonleiter. Durch einen Klang im engern Sinne s. o. S. 354 werden also gleichzeitig verschiedene solcher nervöser Tonbezirke affizirt und es könnte die Frage entstehen, ob die mehrfachen Empfindungen, welche aus einer solchen Affection entstehen, sich mit einander vermischen, wie die Farben, oder ob sie neben einander bestehen. Die Erfahrung lehrt, dass das Letztere Statt findet; dass nämlich in einem Klang, wie schon oben

erwähnt wurde, die einzelnen Partialtöne, nämlich Obertöne neben dem Grundton gleichzeitig gehört werden.

Das Ohr wird nur von Schwingungen afficirt, welche sich nach Savart in der Sekunde mindestens 16 Mal (nach Helmholtz 30 Mal) und bis zu 30000 Mal wiederholen. — In der Musik sind nur Töne von 40 bis 4000 Schwingungen brauchbar.

Grenzen der
Gehörsempfindung.

Die Gehörseindrücke bleiben im Gedächtnisse und können reproducirt werden. Man lernt auswendig; erkennt eine Person an der Sprache, ohne sie zu sehen; liest Noten u. s. w., — Alles bedingt durch das Gedächtniss des Gehörsinnes.

Gedächtniss.

Ueber Entfernung hörbarer Gegenstände entscheidet das Mass der Hörschärfe, s. Anm. zu S. 355; über die Richtung eines gehörten Gegenstandes urtheilt man durch die grössere Nähe des einen oder andern Ohrs, vorausgesetzt, dass beide gleich gut hören. Wenn ein Ohr bedeutend schlechter, als das andere hört, so glaubt der Betroffene, dass der Schall von der Seite komme, an welcher das best hörende Ohr sich befindet. — Unter normalen Umständen wird 1 Ton mit 2 Ohren einfach gehört, aus denselben Ursachen, welche das Einfachsehen mit 2 Augen erklären. — Ebenso verlegt man das Gehörte nicht in das Gehörorgan, sondern nach aussen; sogar subjective Eindrücke lernt man nur allmählich durch allerlei Ueberlegungen als etwas Innerliches erkennen.

Urtheil beim
Hören.

Das Rauschen in den Ohren kommt ungemein oft vor, wenn der Gehörgang verstopft ist, wenn im innern Gehör Blutstockungen Statt finden u. s. w. Auch Gehörshallucinationen gehören zu den sehr häufigen Störungen.

Subjective
Gehörsempfindungen
und Vorstellungen.

§. 19 a. Halbzirkelförmige Kanäle.

Flourens hat zuerst die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass nach Zerstörung der halbzirkelför-

Schwindel-
bewegung
durch Exstir-
pation der
halbzirkel-
förmigen
Kanäle.

migen Kanäle die Thiere das Vermögen verlieren, regelmässige, geordnete Bewegungen zu machen; dass sie den Kopf nicht mehr fest halten, wanken, dass Vögel nicht mehr gut fliegen u. s. w. Diese Beobachtung ist in neuerer Zeit vielfach wiederholt und mit wenigen Ausnahmen von allen Forschern bestätigt worden.

Ein Einfluss auf das Hören ist dabei nicht bemerkt worden, während Zerstörung der Schnecke das Gehör vollständig aufhebt. — Da nun die halbzirkelförmigen Kanäle und der damit in Verbindung stehende utriculus des Vorhofs eine im Ganzen von dem sacculus und der Schnecke getrennte Abtheilung des innern Ohres ausmachen (s. S. 352), so liegt der Gedanke nahe, dass die halbzirkelförmigen Kanäle eine ganz andere Function haben, als die Schnecke; dass jene ein Organ für das Gefühl des Gleichgewichts (Sinnesorgan für das Gleichgewicht. Goltz) ausmachen, diese für die Empfindung des Hörens.*)

*) Die halbzirkelförmigen Kanäle sind mit Endolympe erfüllt, und von Perilymphe umgeben. Jede Bewegung des Fusses vom Steigbügel hat nothwendig eine Bewegung der Endolympe des ganzen Labyrinths also auch der Endolympe der halbzirkelförmigen Kanäle zur Folge. Da wo die Bogengänge in den Vorhof einmünden und zwar in den utriculus, befinden sich die Ampullen, auf denen die Ampullarnerven verlaufen, s. Fig. 48 S. 350. Diese letztern müssen affizirt werden, sobald eine Bewegung des Labyrinthwassers eintritt, sie fühlen die Welle. Es lässt sich vermuthen, dass das Gefühl jeder Ampulle insofern verschieden ist, als die Richtung der Bogengänge, mithin auch der in ihnen verlaufenden Wasserwelle eine andere ist. Mit einem Worte: die Ampullarnerven sind gewissermassen die Tastnerven, welche dadurch, dass sie die verschiedenen Richtungen der Wellen fühlen, überhaupt zu den mannichfachen Hilfsmitteln zu rechnen sind, durch welche in der Seele der Begriff von den drei Dimensionen des Raumes sich bildet. Gewöhnlich sind es die Nerven der Muskeln der Extremitäten, der Kopf-Nackenmuskeln, der Gelenke, der Augen u. s. w., durch deren Gefühl wir jene Kenntniss erlangen. — Diese gründet sich nämlich auf die Erfahrung, dass ein Glied nach vorn und hinten, oben und unten, rechts und links be-

Drittes Kapitel.

Geruchssinn.

§. 20. Erfordernisse.

- 1) Die riechbaren Stoffe müssen durch die Luft zur regio olfactoria der Nase (s. u.) geführt werden.
- 2) Der gemachte Eindruck muss empfunden werden.
- 3) Es sind gewisse Bewegungen nothwendig.
- 4) Psychische Thätigkeiten.

wegt werden kann. Hiernach gelangt das sensorium zu dem Urtheil, es müsse 3 Dimensionen geben. Im Ohre führt das Gefühl der nach 3 Richtungen möglichen Wasserleitung zu derselben Folgerung. — Sobald aber einem Thiere oder einem Menschen eines von den Hilfsmitteln genommen ist, welches zur Vorstellung der verschiedenen Dimensionen des Raumes beiträgt, so entsteht Unsicherheit der Bewegungen. Geht z. B. dieser Verlust von dem Muskelgefühl der untern Extremität aus, so sucht der Gesichtssinn den Schaden theilweise zu ersetzen. Rückenmarkskranke verbessern ihren taumelnden Gang, indem sie auf ihre Füße schauen; u. s. w.

Die Bewegungen des Labyrinthwassers hängen von der Bewegung des Steigbügelfusses ab. Man könnte also die Ampullarnerven als solche auffassen, welche die Bewegungen des genannten Knochens fühlen. Diese Bewegungen haben aber eine doppelte Ursache, eine mechanische und eine organische. Die erstere ist die Drehung des Hammers, wovon oben schon die Rede gewesen ist. Die organische Ursache der Bewegung ist durch den m. stapedius gegeben. Ohne auf die verschiedenen Meinungen über die Wirkung dieses Muskels auf den Steigbügel einzugehen, kann so viel nicht in Abrede gestellt werden, dass mit seiner Contraction in dem Labyrinthwasser Wellen entstehen und dadurch die Ampullarnerven erregt werden. Die Veranlassungen, welche den Muskel zur Contraction bringen, müssen auch Veranlassung werden, dass die Ampullarnerven die Gefühlseindrücke erhalten, welche im sensorium die Vorstellungen von den 3 Richtungen des Raumes erzeugen. — Diese Vorstellungen sind aber wieder die Bedingungen zu den richtigen Bewegungen, welche ein Thier oder ein Mensch macht und auf ihnen beruhen also diejenigen Bewegungen, welche zur Erhaltung des Gleichgewichts dienen. — Der m. stapedius wird also wesentlich zu dieser wich-

Hypothese
über den
m. stapedius.

§. 21. Riechschleimhaut.

regio
olfactoria.

Nur der oberste Theil der Scheidewand und die den zwei obern Muscheln entsprechende Seitenwand sind

tigen Function beitragen, wenn er grade dann in Thätigkeit geräth, sowie eine Bewegung der Art gefordert wird. Es ist aber unleugbar, dass während des wachen Zustandes diese Forderung fast unablässig gemacht wird. Die Aufmerksamkeit auf das Bestehen des Gleichgewichts wird nur höchstens unterbrochen, wenn man ausgestreckt liegt; sonst muss der innere Sinn stets darauf achten, dass Kopf, Rumpf und untere Extremität immer in dem Zustande verbleiben, in welchem kein Umfallen Statt findet. Die Aufmerksamkeit reflectirt sich aber durch einen Nerven, welcher so zu sagen, beständig auf der Wacht steht, um die lebendigen Ausdrücke dieser Seelenthätigkeit zu zeigen. Dies ist der n. facialis. Man braucht nur ein Thier oder einen Menschen zu beobachten, um für jede Seelenaffectio auch eine von dem n. facialis ausgehende Bewegung aufzufinden. Bei Thieren sind es die äussern Ohrmuskeln, bei Menschen die Gesichtsmuskeln, welche die vorhandene Aufmerksamkeit bekunden. Es ist der mimische Nerve, welcher in der Thierreihe um so mehr schwindet, je weniger sich die Gemüthsaffecte bemerkbar machen. Beim Elephanten ist der Rüsselnerve so dick, wie der n. ischiadicus des Menschen; bei Fischen fehlt der n. facialis so gut wie ganz.

Ein Zweig dieses eigentlichen Seelennerven geht auch zum m. stapedius und es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, dass derselbe ebenso der Aufmerksamkeit dient, wie jeder andere Zweig. Er muss also während des Wachseins sehr in Anspruch genommen sein, und es wird in demselben Masse eine Flüssigkeitsbewegung in den halbzirkelförmigen Kanälen Statt finden, auch zur Zeit, wenn keine Schallschwingungen in die Paukenhöhle gelangen; in demselben Masse endlich wird von den Ampullarnerven das Gefühl des Gleichgewichts wach bleiben.

Es verdient hier noch eine Beobachtung von Brown-Sequard Erwähnung, dass Verletzung der Ursprungsstelle des n. facialis Gleichgewichtsstörung veranlasst; sowie auch die von Longet, dass Verletzung der Nackenmuskeln eine gleiche Wirkung hat.

Durch den Gehörsinn werden zu einem grossen Theile die Vorstellungen zur Seele geführt, welche zur Aufmerksamkeit auffordern. Die Nähe der halbzirkelförmigen Kanäle und der Schnecke ist gewissermassen das anatomische Bild der Nachbarschaft zwischen Aufmerksamkeit und dem Gehörsinn.

zum Riechen bestimmt. An dieser Stelle findet sich kein Flimmerepithel vor, sondern ein einschichtiges Epithel mit grossen Zellen, ähnlich den Cylinderepithelzellen, deren Ausläufer bis in die Schleimhautoberfläche reichen; zwischen denselben finden sich die sogenannten Riechzellen, welche in fadenförmige Fortsätze auslaufen. Die Nerven an dieser Stelle gehen in sehr feine varicöse Fädchen aus, welche sich mit den Riechzellen verbinden. (M. Schultze.)

Die übrige Schleimhaut ausser am Eingange der äussern Nase, wo ein Pflasterepithelium vorhanden ist, besitzt Flimmerepithel, sowohl in der Nase als in den Nebenhöhlen.

§. 22. Riechbare Stoffe.

Dieselben sind ausserordentlich fein zertheilbar, so dass z. B. $\frac{1}{3000000}$ Mgr. des Weingeistextractes von Moschus noch gerochen wird.

Die riechbaren Stoffe werden nur durch die Luft zum Geruchsorgan fortgepflanzt.

Wahrscheinlich dienen die Nebenhöhlen dazu, um die riechenden Stoffe mit Luft zu vermischen.

Viertes Kapitel.

G e s c h m a c k s s i n n .

§. 23. Erfordernisse.

1) Die materielle Berührung des Geschmacksobjects mit dem Geschmacksorgan.

2) Empfindung der Geschmacksnerven.

3) Aufmerksamkeit und Urtheil.

Zum deutlichen Schmecken sind auch Bewegungen der Zunge erforderlich.

§. 24. Schmeckende Stoffe.

Man unterscheidet vier Arten von Geschmack: bittern, süssen, salzigen, sauren.

Die schmeckenden Stoffe müssen gelöst sein, bevor sie empfunden werden, weshalb der Zutritt von Speichel und Schleim zu den festen Substanzen nothwendig ist.

§. 25. Empfindung.

Geschmacks-
organe.

Am Genauesten schmecken die Wurzel der Zunge und der weiche Gaumen (J. Müller), aber auch die Spitze der Zunge hat Geschmack (Schirmer). Die Nerven, welche dem Geschmack vorstehen, sind daher: der nervus glossopharyngeus für die Zungenwurzel, vgl. übrigens S. 311; die r. pterygopalatini n. trigemini für den weichen Gaumen; der n. lingualis für die Spitze der Zunge.

Die Zungenpapillen sind die wesentlichen Geschmacksorgane der Zunge. Nach neuern Untersuchungen scheinen die in ihnen sich verbreitenden Nerven mit eigenthümlichen peripherischen Endorganen Geschmackbecher versehen zu sein. (Loven, Engelmann, Schwalbe.)

Wahrscheinlich wirkt die chorda tympani, deren Fäden mit dem n. lingualis zur Zunge kommen, auf die Bewegung der Papillen und somit auch der n. facialis. Bei dem feinen Schmecken scheinen die Papillen sich aufzurichten.

Fünftes Kapitel.

Tastsinn.

§. 26.

Perception
von Wärme
und Druck
durch den
Tastsinn.

Durch den Tastsinn besitzen wir die Fähigkeit:

1) von Aetherschwingungen afficirt zu werden, welche man als Wärme empfindet. Man nennt auch diese Fähigkeit Temperatursinn.

2) Die Grösse des Druckes wahrzunehmen, welche ein äusserer Körper auf die Tastfläche macht, d. h. also sein Gewicht oder die Dichtigkeit seiner materiellen Theilchen. Diese Eigenschaft wird Drucksinn genannt. Mit dem Tastsinn gemeinschaftlich wirkt durch die unter den tastenden Flächen liegenden Muskeln des Muskelgefühl, ähnlich wie mit dem Gesichtssinn die Augenmuskeln.

Durch die Verbindung beider Thätigkeiten gewinnen wir eine Vorstellung von der Grösse und der Form der Körper.

§. 26. Temperatursinn.

Durch den Temperatursinn ist man im Stande, Dif-
ferenzen zweier verschieden temperirter Substanzen zu erkennen. Bei grosser Aufmerksamkeit kann ein Unterschied von $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ ° C. noch bemerkt werden. Dabei kommt die Temperatur der Tastfläche selbst mit in Betracht, d. h. die Empfindlichkeit der tastenden Organe. Bei sehr kalter und sehr warmer Haut ist man nicht fähig, so feine Unterschiede wahrzunehmen, als bei einer Hauttemperatur, welche nur wenige Grade unter derjenigen der innern Organe zurücksteht. Auch kommen sehr bedeutende individuelle Verschiedenheiten vor. Am Feinsten empfinden Zungenspitze, dann Augenlider, Wangen, weniger die Rumpfteile; die der Mittellinie nähern Theile weniger, als die davon entfernten, die Schleimhaut des Darmkanals fast gar nicht, nur die des Magens in geringem Grade. Körper, welche die Wärme leicht leiten, wie die blutführenden Gefässe, erscheinen selbstverständlich höher temperirt, als andere.

§. 28. Drucksinn.

Der Drucksinn ist an den meisten Stellen des Kör-
pers gleich, scheint jedoch besonders da, wo Knochen unter der Haut liegen, verstärkt zu sein, so z. B. an der Stirn. Durch den Drucksinn unterscheidet man die Druck.

Schwere von zwei ungleichen Gewichten, entweder ohne Zuhilfenahme des Muskelsinns, wenn man z. B. die Hand unterstützt, oder mit demselben, indem man Gewichte aufhebt. Kalte Körper erscheinen schwerer als warme von gleichem Gewichte.

§. 29. Ortssinn.

Ortssinn.

Mit jeder Affection des Tastsinns ist auch ein Bestreben der Seele verbunden, die Veranlassung der Affection an einen bestimmten Ort zu verlegen. Je geringer der Druck ist, welcher auf die tastende Fläche ausgeübt wird, desto schwieriger ist die Wahrnehmung und desto schwieriger auch die Localisation. Der Druck ist für den Tastsinn, was die Beleuchtung für das Auge ist. Bei leiser Berührung ist es schwer, die Grenzen eines Objects zu bestimmen. Ebenso, wenn zwei Punkte gleichzeitig localisirt werden sollen, decken sich gewissermassen die Tastbilder und fliessen in einander, sodass die Wahrnehmung entsteht, als sei nur ein Punkt berührt worden. Die Fähigkeit, zwei nahe Punkte einer Tastfläche, welche gleichzeitig ohne erheblichen Druck afficirt werden, als zwei zu unterscheiden, nennt man Ortssinn. Um ihn zu prüfen, werden mit zwei abgestumpften Zirkelspitzen zwei Punkte der Haut oder Schleimhaut gleichzeitig berührt, und je nachdem die Entfernung der Spitzen von einander geringer oder grösser zu sein braucht, bis sie als zwei unterschieden werden, bemisst man die grössere oder geringere Feinheit des Ortssinns (E. H. Weber). Es kommen dabei drei Umstände in Betracht:

- 1) die Gefühlsfläche;
- 2) die Aufmerksamkeit und Uebung;
- 3) die Integrität der Centraltheile.

ad 1. Man hat beobachtet, dass die Zirkelspitzen nur 1,12 Mm. von einander entfernt zu sein brauchen, um sie auf der Zungenspitze oder der Volarfläche des Nagelgliedes vom Zeigefinger als 2 zu erkennen,

während auf der Wange ein Abstand von 10,1 Mm., in der Mitte des Rückens sogar von 54 Mm. zur Unterscheidung nothwendig ist. Wahrscheinlich sind die Papillen, welche sowohl an der Zunge als an der Volarfläche des Nagelgliedes sich finden und namentlich die in ihnen vorkommenden Tastkörperchen (s. Fig. 51) die Organe, von welchen die feinere Unterscheidung der Eindrücke ausgeht. Die Nervenstämme selbst sind keiner Tastempfindung fähig.

ad 2. Durch Aufmerksamkeit sowohl, als durch Uebung kann man es dahin bringen, dass man sehr nahe gebrachte Zirkelspitzen noch als 2 zu fühlen im Stande ist, die vorher nur als eine erkannt wurden. Andererseits tritt auch Ermüdung und Abnahme des Unterscheidungsvermögens ein, wenn man den Versuch zu lange hinter einander wiederholt.

ad 3. Wenn auch von der Organisation der betreffenden peripherischen Theile die Feinheit der Empfindung abhängt, so sind doch jedesmal die Centraltheile des Nervensystems wesentlich dabei betheilig. Daher beobachtet man bei paralytischen Zuständen oft eine Abnahme des Tastsinns.

§. 30. Psychophysisches Gesetz.

Man kann die Tastempfindungen sowie überhaupt jede Empfindung nur dann messen, d. h. also die Intensitätsgrösse bestimmen, wenn man im Stande ist, sie mit einer qualitativ gleichen, aber quantitativ verschiedenen Empfindung zu vergleichen. Um mit dem Tastsinne die Temperatur zu bestimmen, bedürfen wir zweier verschieden temperirter Körper, und so kann

Fig. 51.



Tastkörperchen.

man auch die Intensität von Licht und Schall nur durch Vergleichung der Empfindungen zweier Licht- und Schallquellen bestimmen. Diese Bestimmungen beruhen auf einem psychischen Acte. Nachdem durch die Empfindung eine Wahrnehmung entstanden ist, stellt die Seele die beiden Wahrnehmungen oder Vorstellungen neben einander und vergleicht sie. Ihre Differenz hängt wieder von den durch die beiden Einwirkungen entstandenen verschiedenen Nervenerregungen, resp. muscularen Bewegungen ab.

Wir haben also zwei Einwirkungen oder Reize und zwei Empfindungen oder Vorstellungen. Es fragt sich nun, findet ein Verhältniss zwischen beiden Reihen statt? Wenn man also z. B. die eine Empfindung, die wir a' nennen wollen, noch einmal so stark schätzt, als die Empfindung a , ist auch der Reiz b' noch einmal so stark als b ? Die Erfahrung hat gelehrt, dass allerdings innerhalb gewisser Grenzen eine Beziehung besteht. Eine solche Beziehung wurde zuerst von E. H. Weber aufgestellt und von Fechner als psychophysisches Gesetz bezeichnet. Es lässt sich auf folgende Weise ausdrücken: Die Intensität der Empfindung verhält sich dem Zuwachs des Reizes direct und der ganzen Reizgrösse verkehrt proportional. Wenn also ein Reiz, z. B. ein auf die Hand aufgelegtes Gewicht, eine Lichtstärke etc., gleich 10 zu setzen wäre und ein anderer = 30, und wir nennen die durch 10 entstandene Empfindung a und die durch 30 a' , so würden wir a' dreimal so gross schätzen, als a . Das Verhältniss bleibt auch 1:3, wenn anstatt der angegebenen Reize 10 und 30, 20 und 60 genommen würden. Wenn wir die Länge zweier Linien, welche um $\frac{1}{10}$ Mm. von einander differiren, abschätzen können, so mögen die Linien 15, resp. 15,1 oder sie mögen 30, resp. 30,3 Mm. lang sein, wir werden immer eine Differenz von 0,1 Mm. durch unsere Empfindung erkennen und bestimmen.

Achter Abschnitt.

Zeugung und Entwicklung.

Erstes Kapitel.

Von der Zeugung.

§. 1. Erfordernisse.

Zur Zeugung ist erforderlich, dass die Samenfäden Befruchtung in das Eichen gelangen. Dieser Act wird die Befruchtung, foecundatio, genannt. Durch die Befruchtung entwickelt sich in dem Eichen der Embryo.

§. 2. Der männliche Samen.

Der männliche Samen, semen virile, ist eine Bestandtheil des Samens. weisse, dickliche, eigenthümlich riechende Flüssigkeit. Die flüchtige Substanz, von der der Geruch herrührt, wird aura seminalis genannt. Der Samen enthält ungefähr 90% Wasser und 10% feste Substanzen, unter den letztern einen Extractivstoff, das Spermatin, und Salze, hauptsächlich phosphorsauren Kalk. In der Samenflüssigkeit ist mikroskopisch eine grosse Anzahl von Samenfäden vorhanden. Ein Samenfaden, sperma- Samenfäden tozoon (0,04 Mm.), besteht aus einem länglichen Köpfchen von ungefähr 0,004 Mm. Länge und einem spitz zulaufenden Faden. Frisch bewegen sich die Samenfäden hin und her schwingend, ohne dass man irgendwie etwas Willkürliches an der Bewegung wahrnehmen

könnte. Die Bewegung erhält sich am Besten in mässig alkalischen Flüssigkeiten, während saure Lösungen und sehr starke Verdünnungen von Zucker oder Eiweiss oder Glycerin, selbst reines Wasser dieselbe bald aufheben. Nach dem Tode fanden sich noch Bewegungen der Samenfäden nach 12, selbst nach 24 Stunden, und in lebenden weiblichen Säugethieren innerhalb des uterus und der Tuben sogar noch eine Woche nach der Befruchtung. Wenn sie aufgehört haben, so werden sie auf kurze Zeit durch kaustische Alkalien wieder angeregt; sehr niedrige und sehr hohe Temperatur, Alkohol, Aether, Chloroform, Säuren vernichten sie. Wenn Samen getrocknet ist und wieder aufgeweicht wird, so können selbst nach Monaten die Samenfäden wieder erkannt werden; jedoch ist dabei zu beachten, dass in einem Tropfen eine grosse Anzahl von Samenfäden enthalten ist, also auch auf die grosse Menge derselben Gewicht gelegt werden muss. Sind die sehr leicht abfallenden Köpfe nicht vorhanden, so kann man niemals Samenfäden als solche diagnosticiren. Die

Samenzellen. Samenfäden entstehen aus den Samenzellen. Die Kerne einer Samenzelle vermehren sich, und bei ihrer weitem Entwicklung zieht sich ein jeder Kern in einen Faden aus, sodass also so viel Samenfäden entstehen, als jene Kerne enthielt. Die Zellen zerplatzen und die Samenfäden treten frei aus. Diese Entwicklung geht in dem Hoden vor sich. Der Hoden besteht wesentlich aus Samenkanälchen; welche theils gewunden sind und Schlingen bilden, theils gerade verlaufen. Das Epithel beider ist verschieden. Die letztern führen das in den gewundenen entstehende Secret aus. In dem Nebenhoden werden wahrscheinlich die flüssigen Samenbestandtheile bereitet (v. Mihalkovics). 1—3 Samenkanälchen bilden ein Samenlappchen und die Samenlappchen machen die grösste Masse der Hoden aus. An dem Beginne eines Samenkanälchens sind die Samenfäden noch nicht entwickelt, welche erst an dem

Ende, wo die Samenkanälchen gegen das corpus Highmori hinlaufen, deutlich vorhanden sind; in den Nebenhoden und den ductus deferentes finden sich freie Samenfäden. Erst mit der Zeit der Pubertät tritt die Bildung der Samenfäden ein und bleibt bis zum hohen Alter.

Die Entleerung des Samens geschieht mittelst der ductus deferentes und ejaculatorii in die Harnröhre; durch die Bewegungen der Harnröhre kann derselbe von da ausgeführt werden. Die Bewegungen der ductus deferentes werden durch glatte Muskelfasern hervorgebracht, welche man durch Reizung der untern Kreuzbeinnerven zur Contraction bringen kann. Die Anregung der motorischen Kreuzbeinnerven geschieht entweder reflectorisch vom Rückenmark oder vom Gehirn aus. Durch Experimente kann man nachweisen, dass Reizung des n. sympathicus lumbaris, der sensiblen Wurzeln der Kreuzbeinnerven und der motorischen Wurzeln des dritten und vierten Kreuzbeinnerven, sowie Reizung des ganzen Rückenmarks vom verlängerten Marke an Bewegung der ductus deferentes zur Folge hat. Alle Ursachen, welche die Reizbarkeit der Nerven vermehren, tragen auch zur leichtern Bewegung der ductus deferentes bei.

Hiernach kann also die Fortführung des Samens aus dem Hoden bis in die Harnröhre durch die ductus deferentes aus folgenden Ursachen hervorgehen:

1) Reizung derselben, indem sie durch eine grosse Menge von Samen ausgedehnt werden, also Zunahme der Samenbereitung;

2) Reizung auf reflectorischem Wege;

3) Reizung vom Gehirn aus;

4) vermehrte Reizbarkeit des Nervensystems, entstanden durch verschiedene erschöpfende Ursachen.

Die Schleimhaut der ductus deferentes und des Nebenhodens, sowie der coni vasculosi hat Flimmer-epithel; die Bewegung geschieht in der Richtung gegen

Entleerung
des Samens.

Ursachen de
Samenentlee-
rung.

Flimmer-
bewegung.

die Harnröhre hin, und es ist möglich, dass durch dieselbe die Fortbewegung des Samens befördert wird.

Zur Ausleerung des Samens aus der Harnröhre dienen dieselben Muskeln, welche zur Ausleerung des Urins bestimmt sind, namentlich der *m. bulbocavernosus* und der *m. urethralis*.

Erection. Bei der Begattung findet Erection statt. Sie hat darin ihren Grund, dass das in dem männlichen Gliede angehäuften Blut eine Zeit lang stagnirt. Diese Stagnation kann entweder von einem grössern Blutzufuss durch die Arterien unter gleichbleibendem Rückfluss durch die Venen, oder von einer Stauung in dem Venenblutfluss allein herrühren. Wahrscheinlich finden beide Ursachen gemeinschaftlich statt.

Der Bau des penis befördert die Stagnation, namentlich sind es die *corpora cavernosa*, welche ein ungeheuer weites Bett für das sich ansammelnde Blut bilden. Die *trabeculae*, welche von der innern Wand der *tunica propria* ausgehen, bilden ein durch die *corpora cavernosa* verbreitetes Maschenwerk, innerhalb dessen eine grosse Menge von Venenräumen enthalten ist; die Wandungen der Venen verschmelzen mit den Wandungen der *trabeculae*, und in den *trabeculae* sind Muskelfasern enthalten, deren Zusammenziehung einen Druck auf die Venenräume auszuüben und das Venenblut aufzuhalten vermag. Die *vena profunda penis* durchbohrt den *m. transversus perinei*, und die Zusammenziehung dieses Muskels mag gleichfalls zur Förderung der Stagnation beitragen. Sehr in Betracht kommt der sehr ausgedehnte Venencomplex, welcher sich vor der Harnblase unmittelbar hinter der *synchondrosis ossium pubis* findet (*plexus venosus Santorini*, von *Lenhossek* das venöse Venenconvolut genannt), und vermittelt 2 mächtiger Venenstämme mit der *v. hypogastrica* in Verbindung steht. In ihm kann, durch die Klappenstellung unterstützt, das Blut eine beträchtliche momentane Stauung erfahren.

Neben dieser venösen Zurückhaltung wird infolge einer Nervenerregung durch Reizung der *n. erigentes* (s. o. S. 304) der Blutstrom sehr stark beschleunigt (Eckhard); der bulbus der Eichel schwillt bedeutend an und bleibt im Zustande der *Erection*, solange die Reizung dauert, und wenn die *corpora cavernosa* durchschnitten sind, so stürzt während der Reizung ein mächtiger Blutstrahl aus dem *corpus cavernosum urethrae* hervor. (Eckhard.) Dabei steigt der Blutdruck in den Gefässen des *penis* nicht (Loven), weshalb man geneigt ist, die *n. erigentes* als Hemmungsnerven zu betrachten, welche eine Erweiterung der Arterien veranlassen.

Die Arterien der cavernösen Körper haben einen geschlängelten Verlauf, verengern sich plötzlich bei ihren Windungen, wodurch das Ansehen entsteht; als seien sie blind geendigt; man nannte sie deshalb *arteriae helicinae*.

Die *Erection* entsteht in der Regel durch Reflex zwischen den Ruthennerven und den *n. erigentes*.

§. 3. Weibliches Ei.

In dem weiblichen Eierstocke bilden sich, ähnlich Entwickelung des weiblichen Eies. wie in den Samenkanälen, Zellen mit Kernen und Kernkörperchen, gleichfalls in Röhren (Valentin, Pflüger), die sich später von einander abschliessen. Im entwickelten Eierstock findet man daher ein jedes Ei von einer Hülle umgeben, sodass der aufgeschnittene Eierstock eine Anzahl Bläschen zeigt, die *folliculi Graafiani*, Graaf'sche Bläschen.

An einem Graaf'schen Bläschen unterscheidet man Graaf'sche Bläschen. 1) die äussere fibröse Hülle, *theca*; 2) die an der Innenfläche liegende Epithelschicht, *membrana granulosa*, welche in der Regel in eine körnige Masse umgewandelt ist; 3) die Zelle, *ovulum humanum*, mit einem Kerne, *vesicula germinativa*, oder Keim-

ovulum mit
esicula, ma-
cula, vitellus.

bläschen, und dem Kernkörperchen, Keimfleck, macula germinativa, endlich dem Zelleninhalt oder Dotter, vitellus. Ausser diesen Theilen enthält das Graaf'sche Bläschen noch eine helle Flüssigkeit, liquor folliculi.

zona.

Das ovulum (ungefähr $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ Mm. Durchmesser) ist von einer structurlosen Membran umgeben, zona oder zona pellucida oder chorion genannt. Um diese zona erblickt man noch eine dichtere Körnermasse, discus proligerus. Er ist eine Zellenanhäufung in der membrana granulosa.

micropyle.

An Eiern von vielen Thieren hat man eine Oeffnung in der Eihaut gefunden, micropyle, welche dazu bestimmt ist, bei der Befruchtung Samenfäden einzulassen.

§. 4. Menstruation.

Die Graaf'schen Follikel und die in ihnen enthaltenen ovula gebrauchen eine ganze Reihe von Jahren, ehe sie den Grad der Entwicklung erreicht haben, um functionsfähig zu werden. Die Zeit ihrer Reife wird Pubertät genannt. Periodisch erfolgt in den Graaf'schen Bläschen eine Hyperämie. Diese Periode erfolgt bei vielen Säugethieren nur einige Mal im Jahre, bei Menschen alle 27—28 Tage, und wird dort Brunstzeit, hier Menstruation genannt. In Folge der Hyperämie turgescirt der Follikel, platzt und ein ovulum wird ausgestossen; gleichzeitig bersten kleinere Gefässe im uterus, und es entsteht ein Ausfluss von Blut aus der Scheide.

corpus lu-
teum.

Das ausgetretene Eichen kann in die Tuben und in den uterus gelangen; in dem betreffenden folliculus Graafianus entsteht eine Blutung und der Inhalt desselben wird fettig entartet. Man nennt ein so verändertes Bläschen: corpus luteum. Es zeigt eine Narbe, einen kleinen Eindruck an der Stelle des Austritts, im Durchschnitt einen rothen vom Blut herrührenden

Kern; nach und nach erhält es eine gelbliche oder bräunliche Färbung, wird immer kleiner und endlich ganz unmerkbar.

Das Blut, welches bei der Menstruation entleert wird, ist weder in seinem mikroskopischen, noch auch in seinem chemischen Verhalten vom gewöhnlichen Blute unterschieden, nur hat es oft seine Gerinnungsfähigkeit verloren, was von der alkalischen Beschaffenheit der Schleimhaut des uterus und der Scheide herrührt. Sehr häufig jedoch ist auch Menstruationsblut geronnen. Es ist am ersten Tage gewöhnlich heller und mit mehr Schleim vermischt, und ebenso, wenn der Blutfluss aufhört. Er dauert in der Regel 3—4 Tage, manchmal jedoch länger, selten kürzer. Seine Entleerung ist häufig mit Schmerzen im Kreuze und der Uterusgegend verbunden.

Menstruationsblut.

Von den übrigen Körpererscheinungen sind besonders erhöhte Nervenreizbarkeit, Venenanschwellung, Appetitlosigkeit und Verstopfung zu bemerken.

Begleitende Erscheinungen der Menstruation.

Die Menstruation tritt im gemässigten Klima gewöhnlich gegen das 16. Jahr hin ein und dauert bis gegen das 50. Sie wiederholt sich in der Regel nach 27—28 Tagen, hört während der Schwangerschaft auf, sowie auch bei den meisten Krankheiten des Eierstocks.

§. 5. Befruchtung.

Während der Begattung führt die durch Erection verlängerte Harnröhre den Samen in die Scheide; wahrscheinlich wird derselbe theils durch die Bewegung der Samenfäden selbst, theils durch die Bewegungen des uterus in diesen und sodann in die Tuben geführt. Man hat bei Thieren, die post coitum getödtet wurden, am Ende der Eileiter Samenfäden gefunden. Die Flimmerbewegung der Tuben trägt nichts zur Weiterbeförderung des Samens bei, da dieselbe gegen den uterus gerichtet ist.

Ueberführung des Samens in den uterus und die Tuben.

Eindringen
des Samens
in das Ei.

Aus Beobachtungen an Thiereiern hat man erfahren, dass die Samenfäden, welche sich um das Ei herumbewegen, sich demselben ganz nähern und dass gewöhnlich nur ein Samenfaden mit dem Kopfe in das Ei selbst eindringt und mit dem Inhalt desselben sich vermischt. (Keber.) Diese Verbindung ist das Wesentlichste der Befruchtung, foecundatio, und von diesem Moment beginnt die Entwicklung des Eies zum Embryo. Die Befruchtung kann am Eierstocke, in den Tuben oder im uterus erfolgen; dies ist von der Stelle abhängig, wo Samen und Ei sich treffen. Die Aufnahme des Eies durch die tuba der entsprechenden Seite erfolgt wahrscheinlich dadurch, dass das Flimmerepithel an dem Abdominalende der tuba eine Strömung in der serösen hier befindlichen Flüssigkeit erzeugt. Da nun die Bewegung gegen den uterus hin gerichtet ist, so wird das Eichen in die tuba hineingetrieben.

§. 6. Schwangerschaft.

Dauer der
Schwanger-
schaft.

Schwangerschaft, graviditas, ist der Zustand im weiblichen Körper, welcher durch die Befruchtung entstanden ist und bis zur Geburt anhält. In den meisten Fällen dauert die Schwangerschaft 40 Wochen; in dieser Zeit erfolgt nämlich unter 100 Schwängern bei 26,68 die Geburt, in der 41. Woche bei 22,06, in der 39. Woche bei 15,45, in der 42. Woche bei 12,94, in der 38. Woche bei 9,51.

Veränderun-
gen während
der Schwan-
gerschaft.

Während der Schwangerschaft treten Veränderungen im weiblichen Körper ein, welche auf einen grösseren Stoffwechsel schliessen lassen, besonders aber Veränderungen im uterus.

Osteophyten.

An der Innenfläche der Schädelknochen bilden sich häufig Osteophyten (Knochengeschwülste). Das specifische Gewicht des Blutes ist geringer, das Blut hat die Neigung zur Bildung einer Speckhaut, die weissen Blutkügelchen vermehren sich.

Blutverände-
rungen.

Veränderungen des uterus während der Schwangerschaft. Bis zum neunten Schwangerschaftsmonate nimmt der uterus bedeutend an Volumen zu. Diese Zunahme hat ihren Grund:

- 1) in der Vermehrung der Gefässe;
- 2) in der Neubildung von Bindegewebe;
- 3) in dem Wachsthum und der Neubildung von Muskelfasern;
- 4) in der Verdickung der Schleimhaut.

Ob auch neue Nervenfasern in dem uterus sich bilden, ist bis jetzt nicht vollständig entschieden.

Membranae deciduae. Der nicht schwangere uterus enthält eine Schleimhaut, welche mit zahlreichen schlauchförmigen Drüsen, glandulae utricales, versehen ist. Die Grundlage der Schleimhaut besteht aus Bindegewebe und elastischem Gewebe, die Oberhaut ist bis zum cervix ein Flimmerepithel, von da bis zum Muttermund pflasterförmiges Epithel.

Bei dem Eintritte der Schwangerschaft nimmt die Schleimhaut beträchtlich an Masse zu und zwar dadurch, dass die glandulae utricales mächtig wachsen und das zwischen ihnen liegende Bindegewebe sich sehr stark vermehrt. Die Oberfläche der Schleimhaut zeigt in grosser Menge die Oeffnungen der Utricaldrüsen und ist dadurch wie siebförmig durchbrochen; reichliche Blutgefässe durchziehen das ganze Gewebe.

Ein Theil der Schleimhaut löst sich allmählig ab und bildet sich nach der Geburt von Neuem. Die tiefere Schicht derselben mit den Drüsenschläuchen bleibt nach Friedländer's Untersuchungen auf der Muskelhaut sitzen. Der sich ablösende Theil, welcher den Embryo zunächst umgibt, wird membrana decidua vera s. Hunteri genannt.

An der Stelle des orificium uteri wird die Oeffnung durch einen Schleimpfropf verschlossen. Die decidua bildet aber, wenn der Embryo in den uterus gelangt ist, jederseits eine Falte in der Höhle des uterus.

Zunahme
des uterus.glandulae
utricales.Epithel.
membrana
deciduaSchleim-
pfpf.

Die beiden gegen einander sehenden Enden der Falten verwachsen mit einander durch eine Zwischenmembran; diese Falte mit der Zwischenmembran zusammen wird *membrana decidua reflexa* genannt.

Wenn man also die Leiche einer etwa in vierten Monate der Schwangerschaft verstorbenen Frau untersucht, so wird man am uterus, um an den Embryo zu gelangen, zuerst die vordere Muskelwand des uterus zu durchschneiden haben, dann die Schleimhaut der Vorderfläche; dann befindet man sich in einem Raume, in dem der Embryo noch nicht vorhanden ist. Denn die *reflexa* liegt noch vor demjenigen Hohlraum, welcher vollständig vom Ei ausgefüllt wird. Hat man aus dieser Höhle den Embryo herausgeholt, so gelangt man an die Hinterwand der *decidua vera* und endlich an die Innenwand der Muskelhaut.

chorion, decidua serotina, placenta.

Die Höhle, in der der Embryo liegt, wird vollständig von der Hülle ausgekleidet, welche den Embryo umgibt, nämlich dem chorion; an der Hinterwand dieser Höhle ist das chorion mit der decidua sehr eng verbunden, und diese Verbindung bildet die placenta, welche zum Theil von dem chorion, zum Theil von der decidua ausgeht. Den Theil der decidua, welcher zur placenta verwendet wird, nennt man *decidua serotina*. Vgl. auch §. 23.

§. 7. Placenta.

Zotten des chorion.

Die Eihülle, welche man nach der Befruchtung chorion nennt, erhält alsbald nach dem Beginne der Entwicklung fadenförmige Fortsätze auf ihrer äussern Oberfläche, die sogenannten Zotten, villi, s. Fig. 55, S. 399. Sie sind anfänglich gleichmässig entwickelt, später (ungefähr in der 4. Woche der Schwangerschaft) wachsen sie an einer Stelle, an der die Placenta entsteht, und die man chorion villosum nennt, stark. An dem übrigen chorion hingegen, chorion laeve, verschwinden allmählich für das blosse Auge die Zotten.

Das chorion villosum ist der sich mit der decidua serotina verbindende Theil, aus dem die placenta entsteht, das chorion laeve hingegen ist an den übrigen Theil der decidua angelagert. Das chorion besteht aus 2 innig mit einander verbundenen Membranen, von denen man die äussere, der decidua am Nächsten liegende, Exochorion, die innere, welche die Gefässe trägt, Endochorion, nennt. Aber nur an dem chorion villosum entwickeln sich die Gefässe stark und stülpen sich aus dem Endochorion in die Zotten des Exochorion. — So wuchern an dieser Stelle theils die Epithelzellen des letztern, und es treiben knospenartige Fortsätze hervor, theils verästeln sich mächtig die Gefässe, und es entsteht ein schwammartiger, blutgefüllter Körper: die Placenta foetalis, in dem Arterien in Venen übergehen. Aber auch in der anliegenden decidua serotina findet ein lebhafter Vegetationsprocess Statt. Hier wachsen die glandulae utricales besonders stark, hier ist die Menge der Blutgefässe ausserordentlich gross, und das Bindegewebe bildet einen kuchenartigen runden Boden für die Drüsen und die Gefässe. Die Gefässe der mütterlichen placenta stammen aus der arteria uterina, deren Zweige, ohne Capillargefässe zu bilden, in der placenta in Venen übergehen. Die Venenhäute sind überaus dünnwandig, und wahrscheinlich bestehen eigentliche Gefässwandungen gar nicht, sondern werden nur von umliegendem Bindegewebe gebildet; oder man könnte auch sich so ausdrücken, dass ausserordentlich weite Capillargefässe nur aus einer Endothelmembran bestehen und die wesentlichste Gefässausbreitung in der Placenta uterina ausmachen. Die Gefässbogen von mütterlicher und kindlicher Seite liegen dicht an einander, ohne dass jedoch ein Uebergang der mütterlichen und kindlichen Blutflüssigkeit auf eine andere Weise stattfindet, als durch die Wandungen der Gefässe mittels Diffusion.

Die Placenta sitzt in der Regel an der vordern oder hintern Wand des uterus und hat bei der Geburt einen Durchmesser von 16,5 Cm.

Zweites Kapitel.

Entwicklung des Embryo aus dem Ei.

Die Gesetze, nach welchen der Aufbau des Embryonalkörpers erfolgt, sind noch fast ganz in Dunkel gehüllt. Mit Sicherheit weiss man nur, dass die erste Anlage aller Organe in der gleichartigen Form der Zelle sich zeigt, aus der sich alle Theile entwickeln. (Entdeckung von Schwann.) Ueber die Formbildung des Körpers lassen sich nur einige allgemeine und unvollständige Andeutungen geben. 1) Soviel bis jetzt die Beobachtungen lehren, ist eine besondere Tendenz zur Dreitheilung vorhanden. Nach der Breite scheidet sich der Keim in drei Höfe, nach der Dicke in drei Blätter, nach der Länge in Vorderkörper, Nabel und Hinterkörper. Fast alle innern Organe lassen drei Schichten erkennen. 2) Die Schleimhaut des Darmkanals und die äussere Haut haben eine entschiedene Neigung zu Ausbuchtungen und Wucherungen. Papillenartige Erhebungen zeigt die Mundschleimhaut in der Bildung der Zähne, die Zungenschleimhaut durch die Papillen, die Darmschleimhaut durch die Zotten etc. Wie nach der einen Seite die Papillen, so entstehen nach der entgegengesetzten die Vertiefungen in Form der verschiedensten Drüsen. — Fortsetzungen der Oberhaut sprechen sich besonders als Epithelialformationen (Haare, Nägel, Linse etc.) aus. — 3) In verschiedenen Körpertheilen entstehen primordiale Bildungen, welche wieder vergehen und den bleibenden Platz machen, an ihrer Entwicklung Theil nehmend. Dahin gehören die Knorpel, aus denen die Knochen entstehen, der Wolff'sche Körper, nach Dursy auch der unten §. 15 zu erwähnende Primitivstreif.

§. 8. Abschnürung des Embryo aus dem Ei.

Von den zwei Theilen, welche das Ei ausmachen, nämlich der Hülle (zona oder chorion) und dem Inhalte (vitellus), dient jene zur Verbindung mit dem uterus, während der Inhalt den Stoff zur Bildung des Embryo gibt.

Nicht der ganze Dotter, sondern nur ein Theil des- Nabelblase.
selben wird zum Embryo umgewandelt; aus dem übrigen Theil entsteht die Keim- oder Nabelblase s. Fig. 52b, S. 387. Im Dotter sind, wie aus Untersuchungen von Thieren hervorgeht, bald nach der Befruchtung weder Keimbläschen noch Keimfleck zu erkennen. Die Dotterkörnchen ballen sich vielmehr zu zwei Kugeln; diese theilen sich fort und fort. Man nennt diesen Theilungsvorgang den Furchungsprocess. Furchung.

Wenn die Furchung so weit vorgeschritten ist, dass sehr zahlreiche Furchungskugeln vorhanden sind, so entstehen aus denselben zierliche Zellen mit Kernen und Kernkörperchen. Diese legen sich dicht an einander und bilden eine Membran, welche als Bläschen den verflüssigten Dotter in sich schliesst und nach Aussen an das chorion grenzt. Man nennt dieses Bläschen Keimblase. Keimblase.
An einer Stelle derselben häufen sich die Zellen in grösserer Menge an. Diese Stelle wird Embryonalfleck oder Fruchthof genannt. Aus ihm entwickeln sich die verschiedenen Theile des embryonalen Körpers und einige ihn umschliessende Organe. Die Verbindung zwischen dem Embryo und der übrigen Keimblase heisst ductus vitello-intestinalis oder ductus omphalo-mesaraicus und die übrige Keimblase ist die vesicula umbilicalis (Nabelbläschen). Das Ei ist also aussen von einer Membran, dem chorion, umgeben. Dieses enthält in sich die vesicula umbilicalis, welche durch einen kleinen Stiel, ductus omphalo-mesaraicus, mit der ersten Embryonalanlage verbunden ist. ductus vitello-intestinalis.

Die Nabelblase hat bei dem Embryo der Säugethiere und des Menschen wenig Bedeutung und verschumpft, sodass sie in spätern Monaten der Schwangerschaft schwer und oft gar nicht aufzufinden ist; hingegen bei Vögeln bleibt die Nabelblase, welche hier Dottersack heisst, während des ganzen Embryolebens deutlich und enthält den Dotter, der zur Nahrung des jungen Vogels dient.

Der ductus-omphalo-mesaraicus ist nicht solid, sondern hohl und hängt im frühesten Embryonalzustande, sobald sich der Darm gebildet hat, ununterbrochen mit diesem zusammen. Da er nun den Stiel zum Nabelbläschen bildet, so kann man bei jungen Embryonen von dem Nabelbläschen eine Borste durch den ductus in den Darm führen. Auf dem ductus und auf dem Nabelbläschen laufen im Anfang auch Gefässe, vasa omphalo-mesaraica, welche nicht mit den vasa umbilicalia, von denen später die Rede sein wird, verwechselt werden dürfen. Sie verschwinden mit dem Kleinerwerden des Nabelbläschens in der siebenten Woche.

§. 9. Von den Theilen, welche den Embryo umhüllen.

Ausser dem chorion, welches stets die äusserste Hülle des Embryo ausmacht, wird derselbe noch von 2 andern Hüllen umgeben, welche aus dem Embryo herauswachsen, also demselben angehören. Die Stelle, an welcher die Verbindung des Embryonalkörpers mit diesen beiden Hüllen Statt findet, ist der Nabel, umbilicus. Es ist eine Oeffnung an der nachherigen Vorderfläche des Körpers, welche sowohl der Haut, als dem Darm und den Muskeln angehört. Aus dieser Oeffnung tritt eine Fortsetzung des Darms heraus, der ductus vitello-intestinalis, der in die Nabelblase führt. An derselben macht die Haut eine Art von Einstülpung, welche sich um dieselbe, also auch um den ganzen Embryo herumschlägt, das Amnion. Endlich geht aus

An dem Ober- und Unterkiefer entstehen die Zahnkeime und zwar in der Art, dass aus den untersten Lagen des Epithels zusammenhängende Fortsätze sich in die Schleimhaut hineinbegeben. Aus diesen Epithelfortsätzen entstehen die Schmelzorgane der einzelnen Zähne und der Schmelz; durch eine Wucherung der Schleimhaut selbst bilden sich die Zahnpapillen, welche den Schmelzorganen entgegenwachsen. Auf der Oberfläche der Papillen lagert sich das Elfenbein, auf der Oberfläche der Schmelzorgane der Schmelz ab. Jeder Zahn wird von einem Zahnsäckchen vollständig bis nach der Geburt eingehüllt. Auf das Speziellere kann hier nicht eingegangen werden. Zähne.

Der Darmkanal selbst wächst einmal dadurch, dass Darmkauer an verschiedenen Stellen sich erweitert, zweitens dadurch, dass er viele Schlingen bildet, drittens endlich dadurch, dass aus dem Darmdrüsen- und mittlerem Blatte verschiedene Organe, namentlich Leber, Lungen und pancreas hervorgehen. Der grösste Theil des Darmkanals ist durch das Bauchfell an die Wirbelsäule geheftet, ausgenommen davon sind der Schlund und die Speiseröhre, der hinter dem Magen liegende Darmtheil, nämlich der grösste Theil des duodenum und der Endtheil des Mastdarms.

Zu den Erweiterungen des Darmkanals gehören der Magen und der Dickdarm; der Dünndarm wächst der Länge nach und bildet Schlingen.

Dadurch, dass die Anheftung des Magens an die Wirbelsäule durch das sogenannte mesogastricum dessen Lage verändert, entsteht das grosse Netz und das Winslow'sche Loch, der Magen dreht sich nach rechts, wodurch seine rechte Fläche zur hintern wird; der seröse Ueberzug des Magens zieht sich so aus, dass nach links ein Beutel, der saccus epiploicus, sich bildet.

§. 22. Harn- und Geschlechtswerkzeuge.

Wolff'sche
Körper.

Schon sehr früh bilden sich unter dem Hornblatt, neben der Urwirbelplatte, zwischen ihr und den Seitenplatten, nämlich aus den Mittelplatten, zuerst die Ausführungsgänge, dann die Körper der Urnieren oder die Wolff'schen Körper. Sie reichen von dem Herzen bis zum Ende des Leibes, vergehen aber schon gegen die achte Woche hin, so dass später nur noch Rudimente derselben bleiben. Sie bestehen aus quer verlaufenden Gängen, in welchen sich, wie in den Nieren, glomeruli finden und secerniren eine harnsäurehaltige Flüssigkeit. Ihre Ausführungsgänge, welche an ihrer äussern vordern Seite liegen, münden in die Kloake, welche in einer Falte zwischen Mastdarm und allantois entsteht.

Ureteren
und
Nieren.

Der Anfangstheil des urachus erweitert sich zur Blase s. S. 386. Nach den Untersuchungen von Kupffer und Bornhaupt sind die Ureteren Ausstülpungen der Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper; nach andern Beobachtern hingegen Ausstülpungen der Blase. — Ob die Nieren selbstständig aus dem mittleren Blatte, wie die Geschlechtsdrüsen, entstehen, oder ob sie von den Ureteren aus sich entwickeln, ist noch nicht ausgemacht.

Hoden und
Eierstöcke.

An der innern Seite der Wolff'schen Körper entstehen ungefähr in der sechsten Woche die Geschlechtsdrüsen, Hoden oder Eierstöcke, und neben den Ausführungsgängen der Wolff'schen Körper die sogenannten Müller'schen Gänge.

Tuben und
uterus.

Beim weiblichen Geschlechte entstehen aus den Müller'schen Gängen die Tuben und der uterus, bei dem männlichen die vesicula prostatica oder uterus masc. Aus dem Reste der Wolff'schen Körper bilden sich bei dem männlichen Geschlechte die coni vasculosi oder der Kopf des Nebenhodens, aus den Ausführungsgängen der Wolff'schen Körper der Körper des Neben-

Nebenhoden.

hodens und die Samenleiter; beim weiblichen Geschlechte der rudimentär bleibende Nebeneierstock.

Gegen Ende der Schwangerschaft steigen die Hoden durch den Leistenkanal in den Hodensack, *descensus testicularum*. In der Bauchhöhle ist jeder Hode vom Bauchfell umgeben und mit einem mesorchium versehen. Bis an das untere Ende des Hodens reicht ein Streifen, welcher von der innern Fläche des Hodensackes ausgeht, das gubernaculum Hunteri. Wenn der Hoden herabsteigt, nimmt er nicht nur einen Theil des Bauchfells mit sich, woraus die tunica vaginalis propria entsteht, sondern auch die fascia transversa und einen Muskelstreifen von dem *m. obliquus internus*, den cremaster. Beides bildet die tunica vaginalis communis.

Die äussern Geschlechts- und Harnwerkzeuge sind Fortsetzungen der äussern Haut; beim männlichen Geschlechte verwächst die urethra mit dem penis, die beiden Scrotalhälften vereinigen sich; beim weiblichen Geschlechte bleibt die urethra von der clitoris gesondert, die labia majora sind analog den beiden Hälften des scrotum.

§. 23. Geburt und Wochenbett.

Während der Schwangerschaft wird die membrana decidua theilweise fettig entartet und dadurch die innige Verbindung, in welcher der foetus mit dem uterus steht, gelockert. Das Verhältniss zwischen beiden ändert sich. Der foetus wirkt mehr und mehr wie ein fremder Körper reizend. Die Muskelfasern des uterus fangen an, sich zu contrahiren, die Wehen treten in allmählich sich verstärkendem Masse ein. Die Bauchpresse unterstützt kräftig die Wehenthätigkeit. Je mehr der foetus durch die Contraction gedrückt wird, desto stärker wird die Erregung. Die Nerven, welche bei der Geburt mitwirken, sind erstens sensible, welche wahrscheinlich zunächst im plexus hypogastricus verlaufen und durch den

Grenzstrang zum Rückenmarke gelangen, zweitens motorische Nerven, welche im Lumbartheile des n. sympathicus liegen. Man sieht nämlich bei Thieren, dass die ductus deferentes, ebenso wie auch die tubae und der uterus sich contrahiren, wenn man diesen Theil des Grenzstrangs reizt, was ich schon vor langer Zeit beobachtet habe.

Diese motorischen Nerven kommen aber aus dem Rückenmarke, und zwar aus dessen Lumbartheile, wie ich in Folge zahlreicher Versuche behaupten kann. Der Lumbartheil kann aber auch von Centralorganen, welche höher liegen, erregt werden. Dass diese sich bis in die Gegend des kleinen Gehirns erstrecken, wurde schon längst von mir gesehen und von Andern bestätigt. Die dritte Art von Nerven liegt im uterus selbst und durch deren Einwirkung ist eine automatische Bewegung möglich. Sie hängen mit den Ganglienzellen des uterus zusammen.

Die Geburt erfolgt im Mittel 270 Tage nach der Conception vgl. S. 378.

Während der Schwangerschaft bildet sich aber nicht nur in der decidua eine fettige Degeneration aus, sondern auch in den Drüsenzellen der Brüste. Es wird Milch abgesondert d. h. eine modificirte Blutflüssigkeit, in der das Albumin nur in geringer Menge vorhanden ist, dagegen das Kalialbuminat (Casein) vorwaltet. Die Flüssigkeit enthält Milchzucker gelöst und viele Fettkügelchen der verschiedensten Grösse aufgeschlemmt. In den ersten Tagen nach der Geburt werden fetthaltige Zellen mit der Milch entleert; die sogenannten Colostrum-Körperchen.

Im Wochenbette müssen 2 Prozesse ins Auge gefasst werden, welche im uterus erfolgen. Der eine ist ein erethischer, der andere ein regenerativer. In Folge des erstern entsteht Temperatursteigerung, vermehrter Durst, Schweisssecretion, und eine eigenthümliche Ausscheidung aus den Genitalien von blutigseröser, mitunter eiterartiger Flüssigkeit, die Lochien. In Folge des

zweiten Procésses wachsen die Drüsenschläuche der Schleimhaut, welche durch das Ablösen eines Theils der decidua verödet waren, nicht nur in die Tiefe, sondern deren Epithel pflanzt sich auch als Schleimhaut-Epithel weiter fort, das Bindegewebe vermehrt sich und so wird nach und nach aus der rudimentären Schleimhaut eine vollständige.

I. Anhang.*)

Uebersicht einiger physiologisch wichtiger organischer Verbindungen.

I. Stickstofffreie Substanzen.

A. Kohlehydrate.

Charakterisirt durch ihre Zusammensetzung: C (6 Atome oder im Rohr- und Milchzucker 12 Atome) mit HO, letztere in demselben Verhältnisse wie im Wasser; sie gleichen darin den Alkoholen (siehe B), dass sie sowohl mit Säuren als Basen Verbindungen eingehen.

	1. Traubenzucker $C_6H_{12}O_6$	2. Milchzucker $C_{12}H_{22}O_{11} + 1 \text{ aq.}$	3. Inosit $C_6H_{12}O_6 + 2 \text{ aq.}$	4. Dextrin $C_6H_{10}O_5$	5. Glycogen $C_6H_{10}O_5$
Entstehung	durch Pflanzenzellen (Zerlegung der CO_2 der Luft und Verbindung von C mit den Multipla von H_2O) und durch thierische Zellen	durch Zellen der Milchdrüsen		durch Einwirkung von Diastase auf Stärke	durch thierische Zellen
Vorkommen	in der Leber nach dem Tode (s. S. 64), dem Lebervenenblute, den Muskeln, Spuren im Urine	in der Thiermilch	in Leguminosen, dem Herz- und andern Muskeln, der Leber, Milz	in den Muskeln, dem Lungenblute	in der Leber, den embryonalen Muskeln und der Placenta foetalis

Darstellung	aus Honig, aus Stärke durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure, aus diabetischem Urine	krystallisirt aus Mohren	aus Stärke durch kitzeres Kochen mit verdünnter Schwefelsäure; aus Stärke mit Speichel und Diastase; aus dem Filtrat der gekochten Muskel Flüssigkeit	das Decoct der ganz fri-schen Leber wird nach dem Erkalten mit Jodquecksilberkalium und Chlorwasserstoffsäure gefällt, dann filtrirt und soviel Weingeist zugesetzt, dass sich reichlich Glycoogen abscheidet
Krystallisation	warzenförmig, in vierseitigen Prismen	in vierseitigen Prismen	amorph	amorph
Löslichkeit	in gleichen Theilen Wasser, in gewöhnlichem Alkohol, unlöslich in Aether	in 6 Theilen kaltem, 2 1/2 Th. warmen Wasser, unlöslich in Alkohol u. Aether	leicht in Wasser löslich, unlöslich in absolutem Alkohol und Aether	löslich in Wasser (opalescirend), unlöslich in Alkohol
Ablenkung der Polarisationsebene.	nach Rechts	wie 1	wie 1, sehr stark	wie 4
Besondere Eigenschaften.	die alkalische Lösung absorhirt O und reducirt Metalloxyde	wie 1	wie 2; es wird durch Jod nicht, wie Stärke, blau gefärbt	reducirt nicht, wird aber durch Jod braunroth gefärbt
Umlagerung der Atome	gährt bei Anwesenheit von Hefezellen, geht über in 2 C ² H ⁶ O = Alkohol + 2 C O ₂ = Kohlensäure. C ₆ H ₁₂ O ₆ = Traubenzucker	Alkoholgährung lässt sich durch Hefe nicht herstellen	geht leicht in Traubenzucker über durch Kochen mit vielen Fermenten (Speichel, Leberferment u. s. w.) geht es in Traubenzucker über	durch Kochen mit verdünnter Salzsäure und vielen Fermenten (Speichel, Leberferment u. s. w.) geht es in Traubenzucker über
	durch Proteinsubstanzen (z. B. alten Käse) entsteht Milchsäure = C ₃ H ₄ O ₃	wie 1		

*) Ich gebe alle Formeln nach Fittig's Grundriss der Chemie. 8. Aufl. 1872.

B. Alkohole.

Charakteristik: 1) Sie bestehen alle aus CHO und sind nach dem Typus Wasser= H_2O gebildet, d. h. sie können ähnlich zusammengesetzt gedacht werden, wie Wasser, in welchem die Hälfte von H jedoch durch eine CH-Verbindung ersetzt ist. Die CH-Verbindung nennt man das Alkoholradikal. Je nachdem nun ein

Analogon von $\begin{matrix} H \\ | \\ H \end{matrix} \} O$ oder von $\begin{matrix} HH \\ | \\ HH \end{matrix} \} O$ oder von $\begin{matrix} HHH \\ | \\ HHH \end{matrix} \} O$

u. s. w. entsteht, unterscheidet man einwerthige (einatomige), zweiwerthige, dreiwerthige etc. Alkohole. So z. B. ist der gewöhnliche Alkohol oder Aethylalkohol= C_2H_6O anzusehen wie $C_2H_5 =$ Aethylalkoholradikal + HO , er ist ein einatomiger Alkohol; hingegen Glycerin $C_3H_8O_3$ ein dreiatomiger Alkohol = $C_3H_5 + 3(HO)$. — In demselben werden 3 H durch C_3H_5 ersetzt und es bleiben noch 3 $HO = 3$ Hydroxyl.

2) Sie verbinden sich mit Säuren zu sogenannten zusammengesetzten Aethern, indem sie Wasser abgeben, ohne Veränderung von C.

3) Unter Abgabe von H und Aufnahme von O verwandeln sie sich in Säuren; z. B. entsteht aus Aethylalkohol= C_2H_6O Essigsäure= $C_2H_4O_2$.

Von den physiologisch wichtigen Alkoholen sind hervorzuheben: Cholesterin, ein einatomiger, und Glycerin, ein dreiatomiger Alkohol.

	Cholesterin $C^{26}H^{43}$ H O.	Glycerin C^3H^5 3 (HO).
Vorkommen	in der Galle, den meisten Gallensteinen, dem Blute, in fast allen Flüssigkeiten, im Nervenmarke	in den Fetten mit Stearin-, Palmitin-, und Oelsäure verbunden; in geringer Menge bei der Gährung des Traubenzuckers

	Cholesterin $C^{26}H^{49}$ HO.	Glycerin C^3H^5 3 (HO).
Darstellung.	aus Gallensteinen durch Kochen mit Alkohol; die Krystalle werden durch kochende alkoholische Kalilösung gereinigt und nach dem Erkalten aus Alkohol und Aether umkrystallisirt	durch Kochen von Fett mit Bleioxyd und Wasser, oder mit Alkalien
Krystallisation	grosse rhombische Tafeln	
Löslichkeit	unlöslich in Wasser und kaltem Alkohol, leicht löslich in Aether, Chloroform, siedendem Alkohol	
Ablenkung der Polarisations-ebene	nach Links	leicht in Wasser und Alkohol, nicht in Aether
Besondere Eigenschaften.	concentrirte Schwefelsäure und etwas Jod färbt es violett, blau, grün, roth.	ist eine farb- und geruchlose süsse Flüssigkeit, welche Metalloxyde löst.

C. Stickstofffreie Säuren.

1) Fettsäuren.

Jedem einatomigen Alkohol entspricht eine Fettsäure, welche bei gleichem Kohlenstoffgehalt 2 Atome H weniger und 1 Atom O mehr enthält, als der Alkohol. Hervorzuheben sind folgende:

	Ameisensäure CH_3O^2	Essigsäure $\text{C}^2\text{H}^3\text{O}^2$	Buttersäure $\text{C}^4\text{H}^7\text{O}^2$	Palmitinsäure $\text{C}^{16}\text{H}^{33}\text{O}^2$	Stearinsäure $\text{C}^{18}\text{H}^{37}\text{O}^2$
Vorkommen	im Schweiss, der Flüssigkeit, der Milz	wie die Ameisensäure	im Schweiss, der Flüssigkeit, Milch, Excrementen,	in Verbindung mit Glycerin bilden diese beiden Säuren, sowie die Oelsäure die Fette des menschlichen Körpers (Tri-palmitin — Tristearin — Triolein)	
Darstellung	durch Erhitzen von kry-stallisirter Oxalsäure ($\text{C}^2\text{H}^2\text{O}^4$) mit wasser-freiem Glycerin	durch Oxydation oder Essiggärung des Alko-hols; wasserfrei durch Destillation von was-serfreiem essigsaurem Natrium mit concen-trirter Schwefelsäure	eine Lösung von Rohrzucker u. Weinsäure wird mit faulem Käse und Kreide versetzt und warm gestellt	durch Kochen von Hammeltaig mit Kalilauge und Zersetzen der gebildeten Seifen mittels einer Säure	
Eigenschaften	farblose, scharfe, stechend riechende Flüssigkeit, reducirt beim Kochen salpetersaures Silberoxyd zu Silber, in einer neutralen Flüssigkeit färbt sie neutrales Eisenchlorid dunkelroth, die Farbe verschwindet durch Salzsäure nicht, zum Unterschiede von Rhodankalium (s. S. 45)	farblos, scharf, von bekauntem Geruch, reducirt das salpetersaure Silberoxyd nicht, wirkt auf Eisenchlorid wie Ameisensäure			

2) Die Milchsäure, $C^3H^6O^3$.

Man unterscheidet gewöhnliche und Fleisch- oder Paramilchsäure, deren Salze von einander verschieden sind. Die gewöhnliche entsteht durch Gährung des Milchzuckers bei Anwesenheit von Albuminaten, die letztere gewinnt man aus der Fleischflüssigkeit.

D. Fette.

Sie sind Verbindungen von Oläin-Palmitin-Stearinsäure mit Glycerin; sie finden sich mit Ausnahme des Harns in allen Flüssigkeiten und fast allen festen Körpertheilen. Sie sind löslich in Aether, Chloroform, flüchtigen Oelen, lösen viele Farbstoffe, machen Fettflecken in Papier, reagiren neutral und werden durch Alkalien verseift, indem die fette Säure sich mit dem Alkali verbindet und Glycerin ausgeschieden wird.

II. Stickstoffhaltige Verbindungen.

A. Albuminate (Protëinsubstanzen).

Es gehören dahin hauptsächlich: Fibrin, Albumin und Casëin, von denen aber wieder verschiedene Modificationen bekannt sind. Allen charakteristisch ist: 1) dass sie in zwei Formen vorkommen, einer löslichen, flüssigen und einer in Wasser unlöslichen, geronnenen; 2) dass sie 15—16⁰/₀ N enthalten; 3) dass sie von concentrirter Essigsäure gelöst und aus der Lösung durch Kaliumeisencyanür und Cyanid gefällt werden; die Lösung in heisser Salzsäure hat eine violette Färbung, eine Lösung von salpetersaurem Queksilberoxyd mit salpetriger Säure (Millon's Reagenz) färbt sie roth. —

Die Albuminate werden von den Pflanzenzellen aus der Luft, in welcher niemals Ammoniak fehlt, gebildet. Sie enthalten ungefähr 53,5⁰/₀ C, 7,0 H, 15,5 N, 22,4 O, 1,6 S. Von einzelnen Albuminaten heben wir folgende hervor.

	Serumalbumin.	Eieralbumin.	Casëin oder Kalfalbuminat.	Fibrin und Fibrinogen.	Syntombh.	Myosin.	Hämoglobin.
Darstellung	mit sehr verdünnter Essigsäure versetztes Blutsrum wird filtrirt, das Filtrat im Wasserbade bei niedriger Temperatur zum Theil verdunstet, durch Pergamentpapier zur Trennung der Salze (s. S. 125) diffundiren gelassen.	die mit Wasser vermischte und filtrirte Lösung des Weissen vom Ei wird durch Diffusion von den Salzen befreit	Milch wird durch Essigsäure gefällig, das ausgewaschene Coagulum, mit Aether behandelt	siehe S. 91 und 98	durch Einwirken von Chlorwasserstoffsäure auf Albuminate; durch Behandeln von Myosin mit Salzsäure und von Blutbrin mit Maltogensaft s. S. 53	ausgewaschenes verkleimertes Muskelfleisch wird mit Kochsalz-Lösung anhaltend gerieben und das Filtrat in Wasser getropft	siehe S. 99 u. fg.
Löslichkeit	in Wasser	in Wasser	nur in alkal. Flüssigkeiten, nicht in Wasser, wohl in verdünnter Salzsäure	unlöslich in Wasser	unlöslich in Chloridnatriumlösungen; löslich in verdünnter Salzsäure (0,01 %)	löslich in Chloridnatriumlösungen	
Gerinnungsmittel	Kochen. — Alkohol — concentrirte Mineralsäuren, Metallsalze	ebenso	durch Kochen entsteht kein kumpeliges Coagulum, sondern eine Haut			siehe S. 196 und 197	
Besondere Eigenschaften	gerinnt nicht durch Aether nicht durch Essig — Wein — Phosphorsäure	gerinnt auch durch Aether ebenso	gerinnt durch Alkohol, Mineralsäuren, Metallsalze, aber auch durch Essigsäure und Lab				
	Serumalbumin in Venen eines Thieres oder unter die Haut gespritzt geht nicht in den Harn über.	geht in den Harn über.					

B. Den Albuminaten verwandte Stoffe.

- 1) **Mucin** 52,2 C kommt vor in der Galle, Synovia, den
7,0 H Schleimdrüsen, der Unterkiefer- und
12,6 N Unterzungendrüse, in dem Bindege-
28,2 O webe (Rollett). Darstellung.

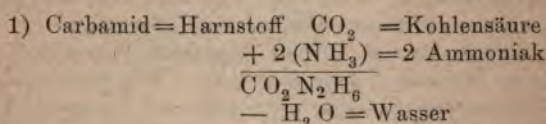
Aus frischer Ochsen-galle wird es durch Alkohol gefällt, der Niederschlag mit verdünntem Weingeist ausgewaschen, der Rückstand mit Wasser behandelt und durch Essigsäure gefällt. Eigenschaften. Es quillt in Wasser auf und wird darin fein zertheilt, sodass es einer Lösung ähnlich ist, welche jedoch nicht durch Kochen, Quecksilberchlorid, Bleizucker wie das Eiweiss gefällt wird, wohl aber durch Alkohol und Essigsäure.

2) **Pepsin** kommt vor im Magensaft, auch im Harn und den Muskeln. Darstellung. Die Schleimhaut des Schweinsmagens wird mit verdünnter Phosphorsäure digerirt und die filtrirte Flüssigkeit mit Kalkwasser neutralisirt. Mit dem entstehenden Niederschlage von phosphorsaurem Kalke wird das Pepsin fortgerissen. Behandelt man nun den Niederschlag mit Chlorwasserstoffsäure, und fügt man eine concentrirte Lösung von Cholesterin in Alkohol hinzu, so wird der phosphorsaure Kalk gelöst und es bleibt ein Cholesterinschlamm, mit dem das Pepsin mechanisch verbunden ist, nach dem Filtriren zurück. Dieser Schlamm wird wiederholt erst mit Wasser ausgewaschen, dann in Aether gelöst. Es bilden sich 2 Schichten, die obere enthält die Lösung des Cholesterin in Aether, die untere das Pepsin. Entfernt man jene, so erhält man das verlangte Präparat, welches man wiederholt auswäscht. Wird dasselbe mit etwas sehr verdünnter Salzsäure versetzt, so ist es zum Auflösen von Albuminaten sehr geeignet. (Brücke.)

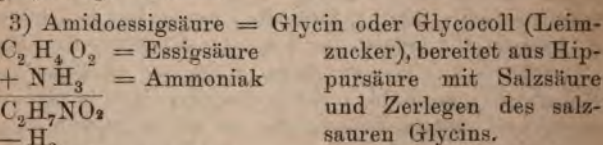
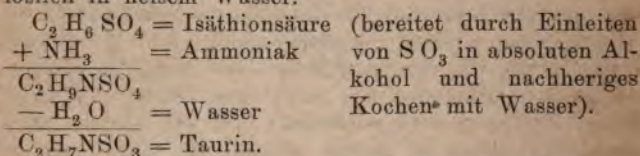
3) **Protagon** kommt vor im Gehirn (Liebreich), dem Blute (Hermann), der Häringsleich (Baumstark). Darstellung: Gehirnbrei wird mit Aether und Wasser geschüttelt, bei 0° so lange stehen gelassen, bis sich der Aether abgesetzt hat. Aether und Wasser werden ab-

filtrirt, der Rückstand mit 85procentigem Alkohol bei 45° im Wasserbade digerirt, das aus dem Filtrat sich beim Erkalten abscheidende Protagon wird gesammelt und getrocknet. Eigenschaften: Weisse klumpige Masse, welche sich in Eisessig löst und dann in strahlig gruppirten Nadeln krystallisirt; in Alkohol und Aether schwer löslich, quillt in Wasser zu einer kleisterartigen Substanz auf, die mit mehr Wasser eine Lösung bildet, aus der Chlornatrium das Protagon fällt.

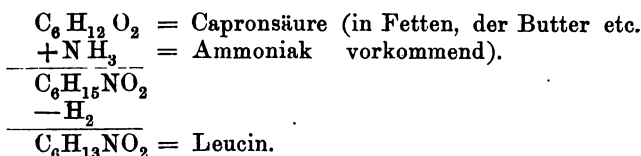
C. Amide, Amidosäuren und verwandte Stoffe.



2) Isäthionamid = Taurin, aus Galle mit Salzsäure bereitet, krystallisirt in grossen wasserhellen Prismen, löslich in heissem Wasser.



4) Amidocaprinsäure = Leucin, welches im pancreas, in der Milz, thymus, thyreoidea, in den Nieren etc., beim Faulen der Albuminate auftritt, wird durch langes Kochen von Hornspänen mit verdünnter SH_2O_4 erhalten.



Verwandt mit den erwähnten Stoffen sind:

- 5) Harnsäure, $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$ —
 in % Harnstoff = C 20, H 6,66, N 46,66, O 26,66
 Harnsäure = C 35,70, H 2,38, N 33,32, O 28,8.

Von ihren vielen Zersetzungsproducten ist physiologisch bemerkenswerth das Allantoin, (im Urine von Kälbern und der Allantoisflüssigkeit vorkommend), welches durch Einwirkung von Oxydationsmitteln auf Harnsäure neben Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure entsteht.

6) Xanthin, $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_2$, durch Reduction der Harnsäure gebildet mittels Natriumamalgam, kommt im Urine, den Muskeln und manchen Drüsen vor.

7) Sarkin = Hypoxanthin, $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}$, durch weitere Reduction der Harnsäure oder des Xanthins gebildet; in den Muskeln und vielen Organen.

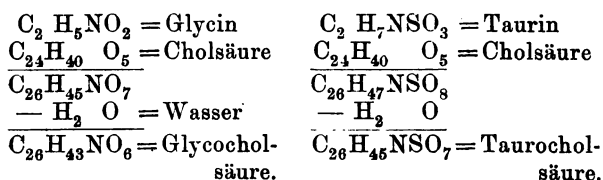
8) Kreatin, $\text{C}_4\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$, wird aus dem Filtrat der coagulirten Fleischflüssigkeit durch Verdunsten erhalten, nachdem die Phosphorsäure durch Barytwasser entfernt ist. Krystallisirt in Prismen. Liefert beim Erhitzen mit Barytwasser Harnstoff und einige andere Produkte.

9) Kreatinin, $\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_3\text{O}$, im Harn; ist Zersetzungsprodukt des Kreatin.

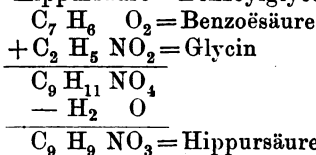
Taurin und Glycocoll verbinden sich mit Cholsäure (=Cholalsäure) zu den S. 60 erwähnten Gallensäuren:

10) Taurocholsäure und 11) Glycocholsäure. Durch Vermischen von frischer, mit Thierkohle entfärbter Ochsen-galle mit neutralem essigsaurem Blei (Bleizucker) wird glycocholsaures Blei gefällt und durch Vermischen des Filtrats mit basisch essigsaurem Blei (Bleiessig) das

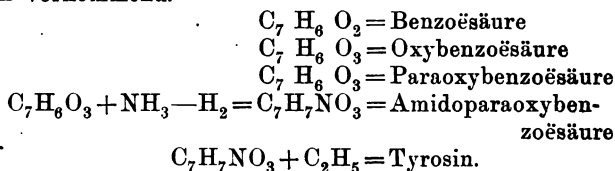
taurocholsaure Blei. — Durch Kochen mit Barytwasser oder Kalisalz oder mit Säuren verwandelt sich die Glycocholsäure in Glycocoll und Cholsäure und die Taurocholsäure in Taurin und Cholsäure.



12) Hippursäure = Benzoylglycocoll



13) Tyrosin, als Aethyl-Amido-Paraoxybenzoësäure zu betrachten, entsteht durch Fäulniss und Zersetzung von Albuminaten, auch in Krankheiten, meist mit Leucin vorkommend.



D. Farbstoffe.

Von den bekannten Farbstoffen des Körpers gehören drei dem Bereiche der progressiven Metamorphose an, der des Blutes, der Muskeln und der des Fettes; drei andere: die Gallenfarbstoffe, die Harnfarbstoffe und das schwarze Pigment, sind wahrscheinlich Produkte der regressiven Metamorphose.

derselben ein Gang heraus, der aus Gefäßen der vasa umbilicalia und dem urachus besteht, und Nabelstrang, funiculus umbilicalis, genannt wird. Derselbe führt bis an die innere Fläche des chorion. Hier breitet er sich aus und wird zu einer Blase, Allantois, welche ganz mit dem chorion verschmilzt und das oben erwähnte Endochorion ausmacht. Der Embryo ist daher, wenn Amnion und Allantois bereits vollständig gebildet sind, doch scheinbar nur mit 2 Membranen umgeben, dem chorion (incl. Allantois) und dem amnion und in das chorion ist der Nabelstrang eingefügt, dessen anderes Ende am Nabel liegt.

amnion,
allantois.

§. 10. Die Räume des Fruchthofs.

In dem Fruchthofe unterscheidet man in der Flächen-^{area pellucida, vasculosa, vitellina.}ausdehnung alsbald drei Räume, von denen der innerste, area pellucida, anfangs den geringsten Durchmesser hat, durchsichtig erscheint und in seiner Achse das erste Rudiment des Embryo zeigt. Die area pellucida wird von einem zweiten ovalen Hofe, der area vasculosa, umgeben; in ihm entstehen Gefäße und seine Grenze ist durch ein Randgefäß, vena terminalis, bezeichnet; jenseits der area vasculosa ist die area vitellina.

§. 11. Die Schichten des Embryo.

Wenn man einen jungen Embryo, am Besten von ^{Drei Blätter}einem Vogel am ersten Tage der Bebrütung, in Spiritus ^{des Embryo.}oder Chromsäure erhärtet und dann einen so feinen Schnitt durch die Dicke desselben macht, dass man ihn unter dem Mikroskope beobachten kann, so unterscheidet man an demselben drei verschiedene Schichten oder Blätter, welche man früherhin das animale (obere), vasculöse (mittlere) und vegetative (untere) Blatt genannt hat (s. §. 15).

Oberes Blatt. Aus dem obern Blatte entstehen das Centralnervensystem und die Epidermoidalgebilde, aus dem mittlern die Knochen, Knorpel, Bindegewebe, Muskeln, Gefässe, Harn- und Geschlechtsorgane, aus dem untern das Darmepithel und die Darmdrüsen.

Mittleres Blatt.

Unteres Blatt.

§. 12. Blutcirculation durch die Nabelblase und die allantois.

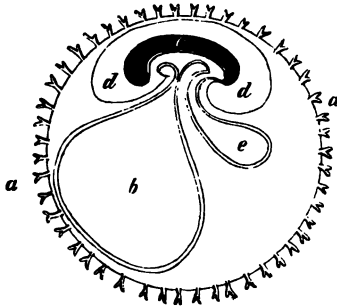
Nabelblasen- und Nabelgefäss-Kreislauf. Man unterscheidet einen doppelten Blutkreislauf im Embryo und nennt den ersten Nabelblasenblutkreislauf und den zweiten den Allantois- oder Nabelblutkreislauf. Jener wird durch die vasa omphalo-mesaraica, dieser durch die vasa umbilicalia ausgeführt.

Der erste dauert bei dem Menschen und den Säugthieren nur sehr kurze Zeit, und schon in der siebenten Woche sind die Gefässe verschwunden. Sein Bezirk ist zwischen der area vasculosa und dem Embryo.

allantois. Der wichtigste Kreislauf wird durch die allantois vermittelt. Der primäre Hinterdarm des Embryo scheidet sich nämlich nahe an seinem Ende in 2 Röhren, eine dorsale und eine ventrale, Mastdarm und allantois. Letztere s. Fig. 52 *e* a. f. S. besteht aus 2 Membranen, einer innern, welche aus dem vegetativen Keimblatte hervorgeht und als Schleimhaut angesehen werden kann und aus einer äussern, welche dem mittlern Keimblatte angehört und das Gefässblatt der allantois (Endochorion, s. S. 383) ausmacht. Die allantois wächst in der Richtung gegen das chorion Fig. 52 *a* und Fig. 54 *k* S. 396. Vom Stiele derselben, dem urachus, liegt ein Theil in der Leibeshöhle des Embryo vom Mastdarm bis zum Nabel und wird zur Harnblase; der andere ausserhalb der Leibeshöhle, im funiculus spermaticus. Auf dem urachus verlaufen zwei Arterien, aa. umbilicales oder allantoidis, Aeste der a. hypogastrica, und gehen mit dem urachus an der offen gebliebenen Stelle der Bauch-

decken, nämlich am Nabel, aus der Embryonalöffnung heraus. Die Arterien verlaufen in der allantois, dringen mit ihr in die Zotten des chorion, kommen in der placenta in Berührung mit den mütterlichen Gefässen, ohne in sie überzugehen, laufen vielmehr als Venen auf den Zotten zurück und vereinigen sich zu einer Vene, v. umbilicalis, welche neben dem urachus und den aa. umbilicales in dem Nabelstrange bis zum Nabel hingehet, hier den urachus verlässt und die Leber des Embryo erreicht.

Fig. 52.



a Chorion mit Zotten. b Nabel- oder Dotterblase. c Embryo. dd Höhle des amnion. e Allantois.

In der placenta erhält das Embryonalblut durch Diffusion Sauerstoff und Blutplasma aus den mütterlichen Gefässen. Das damit imprägnirte Blut der vena umbilicalis strömt zunächst in die Leber, indem ein starker Zweig der v. umbilicalis mit der v. portarum sich vereinigt. Der Endast der v. umbilicalis, der ductus venosus Arantii, mündet in die v. cava inferior oder in eine Lebervene. Die v. cava inferior führt also wesentliche Elemente des mütterlichen Blutes in die rechte Vorkammer. Hier sind durch die Anlage

der *valvula Eustachii* und des *tuberculum Loweri* solche Vorrichtungen getroffen, dass der Inhalt der *vena cava inferior* nicht, wie nach der Geburt, aus der rechten Vorkammer in die rechte Herzkammer gelangt, sondern grösstentheils durch die der Venenmündung gegenüber liegende Oeffnung, *foramen ovale*, das nach der Geburt sich verschliesst, in die linke Vorkammer, die linke Herzkammer, die *aorta* und die ersten von ihr abgehenden Aeste, die *aa. coronariae*, *carotides* und *subclaviae* fliesst, also Herz, Gehirn und Rückenmark versorgt. Nachdem die genannten Zweige abgegeben sind, besteht im embryonalen Körper durch den *ductus arteriosus Botalli* eine Communication der absteigenden *aorta* mit der *a. pulmonalis*, welche ihren Blutvorrath grösstentheils aus der *v. cava superior* bezieht. Mithin findet sich in der *aorta descendens* hauptsächlich kindliches Blut, welches nur einen geringen Zufluss vom mütterlichen erhalten hat. Die Unterleibsorgane empfangen daher weniger ernährendes Blut. Nach der Geburt verschliessen sich die *v. umbilicalis*, der *d. venosus*, der *d. arteriosus*, das *foramen ovale*.

§. 13. Amnion.

amnion.

Der ganze Embryo ist mit einer Membran umhüllt, dem *amnion*, und zwischen derselben und dem Embryo findet sich der *liquor amnii*. Das *amnion* entsteht aus dem sogenannten Hornblatte und der Hautplatte des Embryo (s. §. 15), welche sich an das Hornblatt anfügt. Man beobachtet dasselbe am Besten bei einem ungefähr 36 Stunden bebrüteten Hühnerei. Es bedeckt zuerst nur den Kopftheil des Embryo und wird *Kopfkappe* genannt. Dann schlägt es sich um den Schwanztheil als *Schwanzkappe* und umwächst zuletzt den ganzen Embryo, jedoch so, dass es an der Stelle des Nabels diesen freilässt, letzterer also zwischen den Am-

nionfalten liegt. An diesem Orte geht es ununterbrochen in die Bedeckungen des Embryo über.

Das Amnion hat also eine Oberhaut. Es enthält auch glatte Muskelfasern, woher es kommt, dass man bei mechanischer Reizung desselben an bebrüteten Hühneriern oft Bewegungen bemerkt. In der zwischen Amnion und dem Embryo befindlichen Flüssigkeit, liquor amnii, ^{liquor amnii} hat man 97—99% Wasser und ausserdem Eiweiss, Extractivstoffe, Harnstoff, Allantoin, Kochsalz, milchsaures Natrium, schwefelsaures und phosphorsaures Calcium gefunden. Zuweilen kommt auch in derselben Traubenzucker vor.

§. 14. Nabelstrang.

Aus dem Nabel des Embryo treten:

- 1) Gefässe, zwei arteriae umbilicales, welche von Rechts nach Links (vom Fötus aus gerechnet) um eine vena umbilicalis gewunden sind;
- 2) der urachus;
- 3) eine bindegewebige gallertige Masse, die Whartonsche Sulze genannt;
- 4) Lymphgefässe.

Alle diese Theile bilden den Nabelstrang, funiculus umbilicalis, welcher die Verbindung zwischen placenta und Embryo ausmacht. Er hat meistens eine Länge von 54 Cm.; ist etwa kleinfingerdick und von einer Scheide des Amnion eingeschlossen.

Der urachus lässt sich bei neugeborenen Kindern nur eine kleine Strecke weit als Kanal in den Nabelstrang verfolgen. Hingegen ist er bei Erwachsenen noch bis in die Nähe des Nabels als feiner Faden nachzuweisen.

§. 15. Blätter der Keimhaut.

Von den 3 über einander liegenden Schichten der Keimhaut nennt man die oberste: sensorielles (ani-

males), die mittlere: motorisch-germinatives (vasculöses), das untere: Darmdrüsen- (vegetatives) Blatt. Aus diesen anfangs in der Fläche liegenden Schichten bilden sich mehr oder weniger oben und unten geschlossene, weitere und engere cylindrische Räume, welche den Rumpf bilden, an den die Extremitäten als solide Anhänge befestigt sind. Es wird zum bessern Verständniss der Entwicklung beitragen, wenn diese Cylinder beschrieben werden, wie sie sich im erwachsenen Körper auffassen lassen; und wenn wir nachher erst auf ihre Entwicklung eingehen. Der äusserste erscheint wie ein grosser Sack, der an mehreren Stellen Oeffnungen hat, nämlich die Epidermis, welche die ganze cutis bedeckt. Er hat Ausstülpungen in dem epidermoidalen Theile der Haare und Nägel und Einstülpungen in die Drüsen der Haut. — Dieser erste grosse Sack ist als das Gebilde des weiter unten zu beschreibenden Hornblatts anzusehen.

Dieser Sack schliesst 2 mächtige Cylinder in sich, einen vorderen und hinteren, welche wir die Cylinder des mittleren Blattes nennen wollen. Beide sind vielfach mit einander verbunden, sind entsprechend dem Epidermissack an verschiedenen Stellen mit Oeffnungen z. B. Mund-, After-Oeffnung etc. versehen. Ueber beide geht wie die Epidermis, die cutis hinweg. Man könnte die cutis als einen an die Epidermis gränzenden ihr genau folgenden zweiten Sack ansehen. Dies würde jedoch nicht recht in die Auffassung passen, welche die Entwicklungsgeschichte verlangt.

Der vordere Cylinder des mittleren Blattes ist breiter, tiefer und länger, als der hintere. Der Mantel beider Cylinder ist aus Knochen, Knorpeln, Bändern, Muskeln, Bindegewebe, Gefässen und Nerven gebildet. In einem jeden steckt aber wieder ein Cylinder, von denen der hintere das Medullarrohr (Rückenmark und Gehirn), der vordere das Darmrohr ausmacht.

Den Mantel des vorderen Cylinders vom mittleren Blatte bilden die Knochen des Gesichts, das Zungenbein, die Rippen, das Hüftbein; dann die an diese Knochen angewachsenen Muskeln und Bänder; dann die dazu gehörenden Gefässe mit Einschluss des Herzens und der Nerven; ferner die betreffende Hautdecke; endlich Milz, Lymphdrüsen, Nebennieren, Harn- und Geschlechtsorgane, sowie Bauch- und Brustfell (Pleuroperitonealsack). Die Bauch- und Brusthöhle wird nach der einen Seite von den Bauch- und Brustdecken, welche von einer serösen Haut (parietales Blatt der pleura und des peritoneum), überzogen sind, begränzt, nach der andern von der muscularis des Darms, welche gleichfalls an den meisten Theilen eine seröse Haut (viscerales Blatt der pleura und des peritoneum) deckt.

Den Mantel des hintern Cylinders bilden die Rücken- und Schädelwirbel, deren Muskeln, Bänder, Gefässe, Nerven, Bindegewebe, Gehirn- und Rückenmarkshäute.

Der eine und andere Mantel sind nicht nur durch die cutis vereinigt, sondern auch durch die verschiedenen Knochenverbindungen zwischen Wirbeln und den Knochen des vordern Cylinders z. B. Rippenbänder, *symphondrosis sacroiliaca* etc., ferner durch die Muskeln, welche zwischen dem vordern und hintern Cylinder liegen.

Wir kommen nun schliesslich auf die beiden bereits erwähnten innersten Cylinder, den vordern: das Darmrohr; und den hintern: das Medullarrohr. Beide haben in ihrem Innern einen Hohlraum, welcher im Darmrohr weit, im Medullarrohr, soweit dasselbe das Rückenmark betrifft, sehr enge ist, aber sich in Form der Ventrikel innerhalb des verlängerten Marks und des Gehirns erweitert.

An beide legen sich Theile an, welche den Cylindern des mittleren Blattes angehören. Das Darmrohr besteht ursprünglich nur aus dem Epithel. Dieses macht theils einen ununterbrochenen Kanal aus, theils zeigt es sowohl

Einstülpungen in Form der verschiedenen grössern und kleinern Drüsen (Lunge mit Ausführungsgängen, Leber, Pancreas, Schleimdrüsen u. s. w.), als Ausstülpungen (Papillen, Zotten). Um diesen Epithelialkanal legen sich Bindegewebe, Muskeln, Gefässe, Nerven, und bilden die Schleimhaut, die Muskelhaut, den serösen Ueberzug.

Ebenso dringen in das Medullarrohr Gefässe und auf ihnen Nerven und es wird umgeben von den bekannten 3 verschiedenen Häuten. Alles dies sind Einlagerungen der Cylinder des mittleren Blattes.

Wir haben uns also den ganzen Körper zerlegt gedacht, zunächst in einen Epidermissack, in welchem 2 Röhren stecken, das Darm- und Medullarrohr. Beide berühren sich weder, noch erreichen sie den Epidermissack. Zwischen beiden sowohl, als vor und hinter ihnen senkt sich die grösste Masse von Gebilden hinein, welche alle das Product des Mittelblattes sind.

In der ersten Zeit der Entwicklung machen Medullarrohr und der spätere Epidermissack ein Blatt aus, nämlich das oberste oder sensorielle. Jenes ist der Axentheil, dieses der peripherische und wird Hornblatt genannt. Dadurch nun, dass das Mittelblatt sich überall eindringt, hat sich das Hornblatt mit dem ihm anliegenden Theilen des mittleren Blattes über das Medullarrohr erhoben.

area pellucida et vasculosa.

Nachdem in allgemeinen Umrissen die Construction des ausgewachsenen Körpers mit Beziehung auf die Entwicklungsvorgänge dargestellt ist, sollen nun die wesentlichen Erscheinungen beschrieben werden, welche man an dem Fruchthofe wahrnimmt. Man unterscheidet an demselben in frühester Zeit einen innern helleren Raum, *area pellucida*, und einen äussern dunkleren Ring, *area vasculosa*. In dem durchsichtigen Hofe

ist es wiederum der mittlere Theil, in dem die Embryonalorgane entstehen. Zuerst erscheint ein gefurchter Streif, der Primitivstreif. Er gehört dem oberen — sensoriiellen — Blatte an und zeigt ein doppeltes Wachsthum, nämlich 1) nach oben, wobei er sich über die Fläche der Keimhaut erhebt, und 2) nach beiden Seiten.

Primitivstreifer

ad 1) Aus dem Mittel- oder Axentheile des Primitivstreifens entstehen durch sein Wachsthum nach oben 2 Wülste, welche endlich gegen einander wachsen und sich zu einem Kanale schliessen. Man nennt sie Rücken- oder Medullarplatten. Sie bilden Rückenmark und Gehirn s. Fig. 53 S. 395.

Medulla
platten

ad 2) Aus dem peripherischen Theile des Primitivstreifens entsteht das sogenannte Hornblatt, wesentlich Epithelialbildung. Nach und nach umwächst es das mittlere und untere Blatt und rückt nahe an einander an der Stelle des Nabels, wo es sich aber nicht mit dem ihm entgegenkommenden der andern Seite vereinigt, sondern einen Umschlag bildet, welcher allmählich über den ganzen Embryo herumwächst und die äussere Schicht des Amnion ausmacht, aber auch über den Nabelstrang sich ausbreitet.

Hornbla

Während sich das obere Blatt in der angegebenen Weise entwickelt, geht auch die Weiterbildung des untern, nämlich des Darmdrüsen-Blattes vor sich, jedoch später als die des oberen und mittleren. Auch dieses liegt anfangs in der Fläche ausgebreitet, bildet sich erst zum halben und dann zum vollständigen Kanal aus, der vorn und hinten geschlossen ist und nur nach unten gegen die Nabelblase hin eine Oeffnung — Darmnabel — zeigt. Durch diese geht das untere oder Darmdrüsenblatt in den ductus omphalo-mesaraicus und die Nabelblase über. Das Epithel dieses Blattes stülpt sich in die Drüsengänge der Lungen, Leber, des Pankreas etc. ein und in die Papillen und Zotten aus.

Darmdrüsen
blatt.

motorisch-
germinatives
Blatt.

chorda dor-
salis.

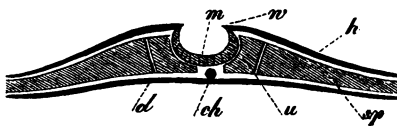
Das mittlere oder motorisch germinative Blatt entwickelt sich schon früh in einzelnen Theilen. Sehr bald nach der Entstehung des Primitivstreifens bildet sich unter demselben, also im Axentheile dieses Blattes, ein anderer feiner Streifen, *chorda dorsalis* und neben demselben beiderseits die halben Urwirbel, welche nach oben gegeneinander wachsen und daher die Medullarplatten umschliessen. In der Längsaxe der Wirbel bleibt bei vielen Thieren (Fischen) der *chorda*-Rest während des ganzen Lebens sichtbar. In den menschlichen Wirbeln mag der Kern der Intervertebralbänder zum Theil noch von der *chorda* herühren. — Der Axentheil des mittleren Blattes gestaltet sich ausser zur Wirbelsäule auch zu den Rippen, den zugehörigen Bändern, Muskeln und der *cutis* des Rückens. Die Gelenke zwischen den Wirbeln unter sich und die zwischen den Wirbeln und den Rippen sind nicht ursprünglich vorhanden, sondern entstehen erst durch Aufsaugung. Macht man einen Schnitt an einer Stelle, wo später ein Gelenk ist, so fehlt die Höhle noch ganz. Allmählich erfolgt die Resorption und es bleiben, nachdem die Verknöcherung erfolgt ist, von dem frühern knorpligen Zustande nur noch die Gelenkenden übrig.

Der Axentheil des mittleren Blattes umwächst das Medullarrohr, und schiebt sich dadurch natürlich zwischen Hornblatt und Medullarrohr hinein. Mit ihm wächst auch der Theil des Hornblatts, welcher die spätere Epidermis der Rückenhaul ausmacht, von beiden Seiten zusammen.

Die Entwicklungsthätigkeit des motorisch germinativen Blatts ist aber nicht allein auf den Axentheil beschränkt, sondern dasselbe vergrössert sich ebenso, wie das sensorielle Blatt, auch seitwärts. Man nennt die Bildungen, welche von beiden Seiten ausgehen, die *Seitenplatten*. Fig. 54 *d* S. 396 u. Fig. 53 *sp*. Wie das Hornblatt nicht in derselben Fläche mit den Medullarplatten bleibt, sondern letzteres sich anfangs über das erstere

erhebt, dann aber auch vom Hornblatte überwachsen wird, nachdem die Wirbelsäule mit Muskeln und corium entstanden waren; so kommen auch die Seitentheile des mittleren Blattes tiefer zu liegen, als der Axentheil. Jene treten nach unten zusammen, dieser nach oben; jene umschliessen das Darmrohr, dieser das Medullarrohr. Derjenige Theil der Seitenplatten, welcher unter der Wirbelsäule liegt d. h. an der nach dem Darmdrüsenblatte stehenden Wand des Axentheils des mittleren Blattes von beiden Seiten zusammenstösst, wird mit dem Namen Mittelplatten belegt. Die Seitenplatten spalten sich noch einmal in eine innere, welche sich um das Darmdrüsenblatt herumlegt und Darmfaserplatte

Fig. 53.



Querschnitt durch den Rumpf eines Hühnerembryo vom Ende des ersten Tages, etwa 15 mal vergrössert, nach Remack. *ch* chorda, *d* Darmdrüsenblatt, *u* Urwirbel, *sp* Seitenplatten, *m* Medullarplatte, *w* Medullarwulst, *h* Hornblatt.

genannt wird, und in eine äussere, welche die Wandung des Bauches bildet, Hautplatte. Aus den Mittelplatten entstehen das Mesenterium und zur Seite desselben die Harn- und Geschlechtsorgane. Unter diesen Theilen, da wo die Spaltung der Seitenplatten ihren Anfang nimmt, bildet sich das Herz, oberhalb der Darmfaserplatte, erst solid, dann als länglicher pulsirender Schlauch (*punctum saliens*) und mit ihm im Zusammenhange entstehen die Gefässe, die sich durch das mittlere Blatt in alle Theile des Körpers verbreiten. Ueber die Bildung und Ausbreitung der bleibenden und zum Theil wieder vergehenden Arterien und Venen, namentlich auch über das Verhältniss der Arterien

zwischen den Visceralplatten, der aa. umbilicales, der vv. azygeae, der v. umbilicalis sowie auch über die Entstehung der Pleuroperitonealhöhle sind die Werke über Entwicklungsgeschichte nachzusehen.

Fig. 54.



a chorion, *b* Hornblatt, *b*¹ dasselbe das amnion überziehend, *c* Medullarrohr, umgeben von dem obern oder Axentheile des motorisch-germinativen (mittleren) Blattes *d*¹ und dem Hornblatte *b*. *d* Mittleres Blatt, *d*¹ dessen oberer Theil, welcher, — den Körper in aufrechter Stellung gedacht — den im Text angeführten hinteren Cylinder des mittleren Blattes ausmacht, *d*² derjenige Theil des mittleren Blattes, welcher zu den Seitenplatten gehört, aber im Axentheile liegt, das mesenterium. *d*³ die Stelle vor der Spaltung der Seitenplatten, woraus sich der Schlund bildet, die sogen. Schlundplatte. Die Seitenplatten (*d*² *d*³ *d*⁴ *d*⁵) spalten sich in die Hautplatten, welche in das Amnion (*b*¹ und *d*¹) übergehen, nachdem sie die Bauchdecken gebildet haben; und in *d*³ die Darmfaserplatten. An letztern *e* Herz, *f* Leber, *g* Pleuroperitonealhöhle zwischen Haut- und Darmfaserplatte, *h* Darmdrüsenblatt (vegetatives unteres Blatt). An dasselbe schliesst sich die Darmfaserplatte von oben, *i* Nabelöffnung, sie wird begränzt vom Darmdrüsenblatt *h*, dann folgt nach aussen die Darmfaserplatte *d*³, dann die zum Amnion gehenden Hautplatte *d*¹ und Hornblatt *b*. Vom Nabel *i*, der zwischen Hinter- und Vorderarm liegt, geht eine offene Verbindung zur Nabelblase, welche nicht gezeichnet ist, durch den ductus omphalo-mesaraicus, *k* allantois.

§. 16. Nervensystem.

Aus den Medullarplatten buchten sich am Kopfe drei Blasen aus:

a) Die vorderste derselben zerfällt wiederum in zwei Drei Gehirnblassen. Blasen: Vorderhirn (Hemisphären) und Zwischenhirn (Sehhügel).

b) Die mittlere Blase (Vierhügel).

c) Die hintere Blase zerfällt in zwei Abtheilungen, das Hinterhirn (kleines Gehirn) und Nachhirn (verlängertes Mark).

Zwischen Hinterhirn und Nachhirn und zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn entstehen Krümmungen.

Der zwischen den Medullarplatten befindliche Kanal verengt sich allmählig; die Reste davon sind der Rückenmarkskanal, der sinus rhomboidalis, die Gehirnentrikel, der aquaeductus Sylvii. Die Gehirnwindungen sind erst im siebenten Monat deutlich vorhanden, im dritten Monat entstehen das corpus callosum, chiasma, corpus striatum. Das Vorderhirn überwächst das Zwischenhirn im fünften Monate, sowie auch die Vierhügel und das kleine Gehirn. Rückenmarkskanäle Ventrikel

§. 17. Auge.

Die erste Anlage beider Augen bilden zwei Ausstülpungen neben der ersten Gehirnblass, von der sie sich durch einen Stiel (n. opticus) abschnüren. Augenbl.

Von der Haut aus entsteht eine Einstülpung, aus welcher Linse und Linsenkapsel hervorgehen; hierdurch legt sich der vordere convexe Theil der frühern Augenblasen, indem er concav wird, an den hintern Theil an. Von diesen also entstandenen, die Linse umgebenden concentrischen Membranen wird die vordere zur retina; ob aus der hintern chorioidea oder Stäbchenschicht entsteht, ist noch nicht ausgemacht. Auch der Glaskörper, die sclerotica und cornea, nach Einigen auch die chorioidea, haben ihren Ausgangspunkt von der Haut. Linse retina

In der vierten Woche enthält die chorioidea Pigment, welches nur an einer kleinen Stelle der untern innern Seite fehlt (Chorioidalspalte). chorioid

iris. Augen-
lider.

Im dritten Monat bilden sich die iris und die Augenlider, welche bis zum zehnten Monate mit einander verklebt sind.

Pupillar-
membran.

Dicht um die Linse liegt eine gefässhaltige Hülle (membrana capsulo-pupillaris), deren vorderer Theil, membrana pupillaris, die Pupille bis zur Zeit der Geburt verschliesst.

§. 18. Gehörorgan.

Gehörnerv.

Das innere Ohr entsteht nicht, wie das Auge, als Ausstülpung einer Gehirnblase, sondern der Gehörnerv entwickelt sich selbstständig und tritt in Verbindung mit dem Nachhirn.

Ohrbläschen.

An der Bildung des Gehörorgans nehmen verschiedene Elemente Theil. Das Hornblatt stülpt sich in der Höhe des zweiten Kiemenbogens (s. §. 19) ein und bildet das Ohrbläschen, welches die Anlage des Labyrinths ausmacht. Das mittlere Keimblatt bildet die knorpligen und häutigen Umhüllungen des Labyrinths. Das mittlere und äussere Ohr entstehen aus dem Kiemenbogen. Die erste Kiemenspalte wandelt sich um in die Paukenhöhle, tuba Eustachii, äussern Gehörgang. Aus dem ersten und zweiten Kiemenbogen entstehen die Gehörknöchelchen.

§. 19. Kiemenbogen und Kiemenspalten.

Kiemen-
bogen oder
Visceral-
bogen.

Am Halse des Embryo entstehen vier Spalten, welche nach Einigen von Aussen nach Innen, nach Andern vom Schlunde aus sich bilden, Kiemen- oder Visceralspalten. Zwischen ihnen verdickt sich die Masse, und dadurch kommen die vier Kiemen- oder Visceralbogen zu Stande. Der erste liegt zwischen Mundöffnung und erster Spalte, der zweite, dritte, vierte zwischen erster und vierter Spalte. Am ersten Kiemenbogen findet sich noch ein kleiner Höcker, der Oberkieferfortsatz.

Aus dem ersten Kiemenbogen bilden sich Ambos, Hammer und Meckel'scher Fortsatz. Auf diesen lagert sich der Unterkiefer auf. —

Erster
Kiemen-
bogen.

Aus dem Oberkieferfortsatz bilden sich: Oberkiefer, lamina interna proc. pteryg. und Gaumenbein.

Fig. 55.

Aus dem zweiten Bogen selbst entstehen Steigbügel, die proc. styloidei, die ligamenta stylohyoidea und die kleinen Hörner des Zungenbeins.



Zweiter
Kiemen-
bogen.

Aus dem dritten Kiemenbogen bilden sich der Körper und die grossen Hörner des Zungenbeins.

Dritter
Kiemen-
bogen.

Von den vier Spalten bleibt nur noch die erste, aus welcher äusserer Gehörgang und Paukenhöhle entstehen.

Menschlicher Embryo von 3—4 Wochen im Ei. Man sieht das zottige chorion, am Embryo selbst das Nabelbläschen; die drei Striche hinter dem Kopfe bedeuten die Visceralbogen. Das Herz steht hervor und dahinter ist die Leber sichtbar.

§. 20. Knochensystem.

Die grösste Anzahl der Knochen des Körpers war anfangs knorplig, nur folgende Knochen bestehen, bevor sie verknöchern, lediglich aus Bindegewebe:

Knorplig
präformirte
Knochen.

die squama des Schläfenbeins, das Scheitel- und Stirnbein, der obere Theil der squama des Hinterhauptbeins, die lamina externa processus pterygoidei, alle Gesichtsknochen mit Ausnahme der untern Muschel und das Schlüsselbein.

Unter allen Knochen verknöchert zuerst das Schlüsselbein (7.—8. Woche); hingegen verknöchern nach der Geburt die Epiphysen der Röhrenknochen, die kleinen Knochen der Fusswurzel, die Handwurzelknochen, die basis scapulae, das acromion, der processus coracoides.

Die Bildung der Knochen aus Knorpeln kann hier nicht ausführlich, sondern nur in ihren wesentlichsten Vorgängen geschildert werden. Sie beruht 1) auf einer Wucherung desjenigen Bindegewebes, welches die den Knorpel umhüllende Membran, das perichondrium, bildet. Mit dieser Wucherung ist eine Gefässvermehrung verbunden und wie dies auch bei krankhaften Bindegewebswucherungen der Fall ist, entstehen in grosser Menge zellige Elemente, Bindegewebskörperchen, 2) auf einer in Folge dieser Wucherung erfolgenden Vernichtung der Knorpelzellen, wodurch sich Hohlräume, Haversische Kanäle, bilden, welche Reste der zum Theil verfetteten Knorpelzellen einschliessen, aber auch andre Elemente, Markzellen, deren Entstehung noch dunkel ist. An der Wand dieser Hohlräume hat Gegenbauer zuerst eigenthümliche Zellen, Osteoblasten nachgewiesen, deren Bedeutung man noch nicht kennt. 3) auf einem in dem wuchernden Bindegewebe erscheinenden Niederschlage von erdigen Bestandtheilen. Die Ursache, aus welcher diese im Blute gelösten Substanzen präcipitirt werden, ist unbekannt.

§. 21. Darmkanal.

Entwickelung des Darmrohrs.

Die wesentlichen Theile des ursprünglichen Darmkanals werden vom Darmdrüsenblatt oder dem untersten Keimblatt und einem Theile des mittlern Keimblattes, der sogenannten Darmfaserplatte, gebildet.

Der Darm ist anfangs eine Halbrinne, die sich vorn und hinten zu einem Kanal schliesst, welcher nur an der Stelle, an der er mit der Nabelblase zusammenstösst, geöffnet ist. Der Nabelblasengang führt direct in den Darm.

Mundhöhle.

An dem vordern Ende entsteht durch eine Einstülpung des Hornblatts eine Grube, welche durchbricht und die Mundhöhle bildet; sie liegt neben dem vordersten Kiemenbogen.

Hämoglobin s. S. 99.

Hämatin $C_{34} H_{34} Fe N_4 O_5$ s. S. 100.

Bilirubin $C_{16} H_{18} N_2 O_3$.

Bilifuscin $C_{16} H_{20} N_2 O_4$.

Biliverdin $C_{16} H_{20} N_2 O_5$.

Biliprasin $C_{16} H_{22} N_2 O_6$.

E. Leimgebende Gewebe.

Sie werden durch längeres Kochen mit Wasser in Leim umgewandelt, der in der Wärme gelöst bleibt, in der Kälte erstarrt.

1) Knochenleim (Glutin, Colla) wird gewonnen aus Bindegewebe, Sehnen, Knochen. Er ist unlöslich in Alkohol und Aether und wird aus der wässrigen Lösung durch Alkohol gefällt. Er wird aber nicht durch Alaun, neutrales schwefelsaures Eisenoxyd, neutrales und basisch-essigsäures Blei gefällt. Gerbsäure schlägt ihn aus der Lösung vollkommen nieder. Essigsäure löst ihn auf.

2) Knorpelleim (Chondrin) wird gewonnen aus bleibenden Knorpeln, den Knochenknorpeln vor der Ossification, der cornea. — Seine Lösung wird durch Gerbsäure, Essigsäure, Salzsäure, Alaun, essigsäures Blei, schwefelsaures Eisenoxyd gefällt.

II. Anhang.

Uebersicht einiger wichtiger Reactionen.

Mundspeichel: Mangel an Eiweiss. Rhodankalium s. S. 45. Saccharificationsvermögen. Alkalische Reaction.

Bauchspeichel: Eiweiss. Fähigkeit, Stärke zu saccharificiren und Oel zu emulgiren. Alkalische Reaction.

Eiweiss: Gerinnung der neutralen Flüssigkeit durch Kochen, Essigsäure mit Kaliumeisencyanür, Salpetersäure.

Käsestoff: Gerinnung durch Pepsin und Essigsäure.

Gallensäuren: Pettenkofer'sche Probe s. S. 60. Rechtsseitige Circumpolarisation.

Gallenfarbstoffe: Gmelin'sche Probe s. S. 81.

Cholesterin: Krystalle s. S. 62; durch Schwefelsäure mit Jod werden die Krystalle violett, blau, grün, roth gefärbt. Linksseitige Circumpolarisation.

Traubenzucker: Trommer's Probe s. S. 43. — Moore's Probe: Beim Erhitzen mit Kalilauge bräunt er sich unter Verbreitung eines eigenthümlichen Geruchs. — Böttcher's Probe: Basisch salpetersaures Wismuthoxyd wird beim Kochen in Gegenwart von Kali grau bis dunkelbraun gefärbt.

Harnstoff bildet mit Salpetersäure Krystalle von rhombischen oder sechsseitigen Tafeln, welche in heissem Wasser leicht, in Aether unlöslich sind.

Harnsäure: Murexidprobe s. S. 177.

Blut: mikroskopisch; durch das Spectroskop; durch Häminkrystalle s. S. 100.

III. Anhang.

Wichtigste Aschenbestandtheile.

a) der Entleerungen in %	Harn	Faeces
Chlornatrium:	67,26	4,33
Phosphorsäure:	11,21	36,03
Kalk:	1,15	26,46
Kali:	13,64	6,10.

b) einiger Organe in %

	Blut ¹⁾	Gehirn ²⁾	Leber ³⁾	Milz ⁴⁾	Fleisch (vom Schwein)
Kali:	11,24	32,42	25,23	9,6	37,79
Natron:	6,27	10,69	14,51	44,33	4,02
Kali zu Na- tron:	1,8 : 1	3 : 1	1,7 : 1	1 : 4,6	9,4 : 1
Phosphor- säure:	11,10	48,17	50,18	27,10	44,47
Kalk:	1,85	0,72	3,61	7,48	7,54
Eisenoxyd:	8,68	1,23	2,74	7,28	0,35
Chlornatr.	55,63	4,74			1,02

¹⁾ Analyse von Verdeil, ²⁾ von Breed. Das Eisenoxyd an Phosphorsäure gebunden. ³⁾ Oidtman ⁴⁾ von Demselben.

Register.

A.

- Aberration, sphärische 334.
Absonderung 167, der Haut
185, der Nieren 170, Ein-
wirkung derselben auf Blut
und Gefäße 55.
Absorption der Gase 31.
Absorptionscoefficient 32.
Accommodation 330.
Accommodationsphosphen
332.
Achromasie 334.
Achseneylinder 222, Darstel-
lung desselben 225.
Achsenfibrillen 226.
Adaption 331.
Adenoide Substanz 82.
Adipocire 133.
Aequator des Auges 342.
Aequivalent, endosmotisches
129.
Aether zusammengesetzte 408.
Albumin, Bestandtheile des-
selben 141, im Blute 96, in
den Eiern 96, im Serum 97.
Albuminate 8, 402, im Blute 96,
Bedürfniss derselben je nach
d. Arbeitsleistung 131, Funk-
tion derselben 134, Spaltung
derselben in der Leber 67,
Umwandlung derselben in
Fett 133, in fette Säuren
134, Zusammensetzung der-
selben 131.
Alkaloide in den Nahrungs-
stoffen 9.
Alkahole 408.
Allantoin 415.
Allantois 385, 386.
Ameisensäure 410.
Amide 414.
Amidocaprinsäure 414.
Amidoessigsäure 414.
Amidosäuren 414.
Amnion 384, 388.
Amnioswasser 169.
Amöben 141.
Amputirte Glieder, Gefühle in
denselben 274.
Anaesthesia dolorosa 275.
Anelectrotonus 260.
Anisotrop 193.
Antagonistische Bewegungen
281.
Antiperistaltische Bewegun-
gen 75.
Aphasie 288.
Apnoe 306.
Appositio 140.
Aquaeductus des innern Ohrs
351.

- Arbeit, des Herzens 114, der Muskeln 4, 205, Verhältniss der stickstoffhaltigen Nahrung zu derselben 131, Wirkung ders. auf die Respiration 38, der Muskeln 199.
- Area, pellucida 385, 392, vasculosa 385, 392, vitellina 385, 392.
- Arteriae, coronariae, Circulation in denselben 111, umbilicales 386.
- Arteriellcs Blut 102.
- Arterien, Bau derselben 115, Contractilität 115, 120. Elasticität derselben 115, 118, Funktionen derselben 114, Leere derselben nach dem Tode 120.
- Arterienpuls 118.
- Aschenbestandtheile org. Substanzen 419.
- Assimilation 148.
- Astasie 156.
- Astigmatismus 332.
- Asymmetrie, des Auges 332.
- Athembewegung, Ursache derselben 28 fg.
- Athemdruck 15.
- Athemgeräusch 23.
- Athemnerven 27, 215.
- Athmen, des Blutes 30, der Gewebe 34, der Haut 188, bei Embryonen im Mutterleibe 28, bei Kindern 35, Einwirkung des Gehirns auf dasselbe 294, Wirkung derselben auf das Herz 24.
- Athmung 13, innere 14, äussere 14, Zweck derselben 14, Frequenz derselben 26.
- Athmungsgrösse 26.
- Atmosphärische Luft, Bestandtheile derselben 36.
- Atomgewichte, der Elementarbestandtheile 6.
- Atrio-ventricular-Klappen 109.
- Atropin 318, 334.
- Aufmerksamkeit 364, 368.
- Auge, Entwicklung desselben 396, reducirtes 327.
- Augenachse 342.
- Aura seminalis 371.
- Ausgeathmete Luft 36.
- Auslösung 6.
- Automatische Bewegungen 277, 278, Nervencentra derselben 233.
- B.**
- Bauchpresse 25, 77.
- Bauchspeichel 68.
- Becherzellen 72.
- Befruchtung 371, 378.
- Belagzellen der Magenschleimhaut 53.
- Bell'sches Gesetz 242.
- Benzoësäure 416, Bestandtheile derselben 135.
- Benzoylglykokoll 179, 416.
- Bestandtheile des Körpers, chemische 6.
- Bewegung, Definition 1, antagonistische 281, antiperistaltische 75, automatische 277, centrifugale 276, flimmernde 142, 373, 377, 378, incitirte 278, instinctartige 292, nachahmende 292, peristaltische 74, tonische 279, translatorische 1, undulirende 1, 278, willkürliche 287, 291.
- Bewegungen der Blase, 184, 322, des bulbus oculi 342, des Darms 74, der iris 333, des Magens 58, des Mastdarms 76.
- Bild, Umkehrung desselben im Auge 326.
- Bildpunkt 325.
- Bilifuscin 417.
- Biliprasin 61, 417.

- Bilirubin 61, 417.
 Biliverdin 61, 417.
 Bindsesubstanz, cytogene 82.
 Blase, siehe Harnblase.
 Blasenerven 322.
 Blätter des Embryo 385, 389.
 Blickebene des Auges 343.
 Blinder Fleck der Retina 336.
 Blut, Absterben desselben 89,
 arterielles 102, lebendiges 89,
 menstruelles 376, Milz— 83,
 in der Schwangerschaft 378,
 venöses 102, der vv. hepaticae
 67, der vena portarum 67.
 Blutathmung 30.
 Blutasche 97.
 Blutbestandtheile, Quantität
 derselben 97, 104.
 Blutcirculation 105, in den Ar-
 terien 114, in den Capillaren
 122, in den Venen 122, des
 Embryo 385, Geschwindig-
 keit derselben 116, Wirkung
 derselben auf die Muskeln
 197, Zweck derselben 106.
 Blutdruck 117, Einfluss des-
 selben auf die Harnabson-
 derung 173, Veränderung
 desselben beim Athmen 25.
 Blutfarbe 103, geändert durch
 Secrefion 55.
 Blutfarbstoff 100, Beziehung
 zum Gallenfarbstoff 67.
 Blutflüssigkeit 89.
 Blutgase 96, Menge derselben
 102.
 Blutgerinnung 89, 90.
 Blutkörperchen, farblose 95,
 ihre Zunahme nach dem
 Essen 83, rothe 93, Menge
 derselben 95, bei verschie-
 denen Thieren 89, Verhalten
 derselben gegen Galle 63, 67.
 Verhältniss derselben zu den
 Lymphkörperchen 83, 95,
 Zählung derselben 104.
 Blutkrystalle 100.
 Blutkuchen 89, 91.
 Blutmenge 103.
 Blutplasma 89, Menge dessel-
 ben 97.
 Blutroth 99.
 Blutserum 89.
 Bohnen 11.
 Bourdon'sches Federmanome-
 ter 118.
 Brechende Medien des Auges
 326.
 Brechungsindex 328.
 Brennebene 328.
 Brennpunkt 328.
 Bronchien, Muskelfasern der-
 selben 22.
 Brunstzeit 376.
 Buttersäure 410.
- C.**
- Calabar-Bohne 334.
 Calorie 167.
 Capacität, vitale 25.
 Capillargefäße 121.
 Capronsäure 415.
 Carbamid 414.
 Cardiograph 113.
 Centra der Nerven 232, 236, 238.
 Centraltheile des Nervensy-
 stems 221.
 Centrifugale Erscheinungen
 276.
 Centripetale Erscheinungen
 267.
 Centrirtre Flächen 327.
 Centrum ciliospinale 315.
 Centrum vesicospinale 322.
 Cerebrospinalflüssigkeit 169.
 Chemische Strahlen 337.
 Chlorwasserstoffsäure 53.
 Chondrin 417.
 Cholalsäure 415.
 Cholepyrrhin 61.
 Cholestearin 62, 408.
 Cholin 62.

Cholsäure 416.
 Chorda dorsalis 394.
 Chordaspeichel 46.
 Chorda tympani 46, 246, 366.
 Chorion 376, 380.
 Choroidalspalte 396.
 Chylus, verglichen mit Lymphe
 81, Bestandtheile desselben
 80, 73.
 Chymus 51.
 Coagulum sanguinis 89.
 Coffein 265.
 Collagen 8.
 Colloide 125.
 Conglobirte Drüsen 80.
 Conjugirte Vereinigungspunkte 326.
 Consonanten 219.
 Constante Strom 255, 257.
 Contraction 200.
 Contrastfarben 342.
 Convulsionen 202, 264.
 Corpus luteum 376.
 Cortisches Organ 353.
 Crassamentum sanguinis 89.
 Cruor sanguinis 99.
 Crusta phlogistica 91.
 Curare, Wirkung desselben auf
 die Nerven 198, 251.
 Cytochrome Binde substanz 82.

D.

Darm, Entwicklung desselben 400.
 Darmdrüsenblatt 390.
 Darmfaserplatte 395.
 Darm-Gase 56.
 „ Nabel 393.
 „ Nerven 320.
 „ Saft 70, 71.
 „ Schleim 71.
 „ Zotten 72.
 Deciduae membranæ 379 fg.
 Descensus testiculorum 406.

Dextrin 406, Entstehung aus
 Stärke 43.
 Diabetes 183.
 Diaphragma 16.
 Diastole cordis 108.
 Diffusion 53, 125, 126.
 Directes Sehen 336.
 Discs 200, 202.
 Discus proligerus 376.
 Doppelbilder 347.
 Dotter 376, 383.
 Dottersack 384.
 Drehpunkt des Auges 342.
 Druck des Blutes 117.
 Druckfiguren 341.
 Drucksinn 367.
 Drüsen 167, Wirkung der Nerven
 auf dieselben 323. conglobirte
 80, folliculäre 80, Lymph-
 85, in den Respirationsorganen
 23, Uterin — 379.
 Drüsenzellen des Magens 53.
 Ductus arteriosus Botalli 388.
 „ deferentes 373.
 „ omphalo-meseraicus 383,
 384.
 „ venosus Arantii 387.
 „ vitello-intestinalis 383,
 384.
 Durst 182, 270, 272.

E.

Ei, weibliches 375.
 Eieralbumin 412.
 Eierstock 375.
 Eigenwärme 161.
 Einfachsehen mit zwei Augen
 343.
 Einschlafen der Finger 275.
 Eisen im Blute 99, in d. Galle 62.
 Ektopia vesicae 183.
 Elasticität der Arterien 118.
 der Lungen 20, der Muskeln
 209.

Electricische Strömung 156.
 Electroden 256.
 Electrotonus 260, 262.
 Elementarbestandtheile des Körpers 6.
 Embryonalfleck 383.
 Emmetropische Augen 332.
 Empfindung 268.
 Endochorion 381.
 Endolympha 352, 354.
 Endosmose 129.
 Endothel 168.
 Energie der Nerven, spezifische 247.
 Entfernung, Beurtheilung derselben 345.
 Entoptische Erscheinungen 333.
 Epidermis 185.
 Erbsen 11.
 Erection 374.
 Erholung 206.
 Ermüdung 206, 269.
 Ernährung, Wirkung der mangelnden 265.
 Erregbarkeit 244, erhöhte 263, verminderte 265.
 Erstickung, Ursache ders. 29.
 Essigsäure 410.
 Eustachische Trompete 359.
 Excentrische Erscheinungen 274.
 Excremente 76.
 Excret 170.
 Excretin 76.
 Exochorion 381.
 Exosmose 129.
 Explosiver Ton 219.
 Expiration 15, 21.

F.

Facialis 309, 364, Lähmung derselben als Veranlassung antagonistischer Erscheinungen 282.

Farbenempfindung 336.
 Farbstoffe 316, des Blutes 100, des Harns 179, der Galle 61.
 Faserstoff 91, 98.
 Faserzellen, contractile 194.
 Federmanometer 118.
 Fenestra ovalis 355, rotunda 351, 358.
 Fernpunkt 330.
 Fett 9, 135, 411, Bildung desselben aus Albuminaten 133.
 Fett im Blute 96, in der Leber 64.
 Fettige Degeneration 65, 133.
 Fettsäuren 410.
 Fibrin 91, 98, 412.
 Fibrinogene Substanz 89, 91, 92, 412.
 Fibrinoplastische Substanz 92.
 Filtration 125, 128.
 Funiculus umbilicalis 385, 389.
 Furchungsprozess 138, 383.

G.

Gähnen, Einfluss desselb. auf das Gehör 339.
 Galle 59, Menge derselben 62, Wirkungen derselben 63.
 Gallencapillaren 66.
 Gallenfarbstoff 61, Beziehung desselben zum Blutfarbstoff 67.
 Galvanisches Präparat 266.
 Ganglien 222, 227, 234, 236.
 Ganglion Gasseri 307.
 Ganglienzellen 227.
 Gase, Absorption derselben 31, des Athmens 30, des Magens und Darms 56.
 Geburt 403.
 Gedächtniss 30, 209, 241, 261.
 Gefässnerven 120, 301, 305.
 Gefäßtonus 280.
 Gefühl 268, Arten desselb. 271, des Durstes u. Hungers 272,

Gefühl des Gleichgewichts 272, 289, 362, Einfluss des Gefühls auf Wärmeregulirung 166.
 Gefühlsnerven 241.
 Gehen 212.
 Gehirn, grosses 291, 293, Einfluss desselb. auf das Athmen 30.
 Gehirn, kleines 290, 295.
 Gehirnblasen 397.
 Gehirnschenkel 296.
 Gehör 349.
 Gehörempfindung 360.
 Gehörknöchelchen 356.
 Gehörorgan, Entwicklung desselben 398.
 Gehörsteine 360.
 Gehörvorstellungen 360.
 Gelber Fleck der retina 336.
 Genussmittel 11.
 Geräusche 353, beim Athmen 23, des Herzens 111, vesiculäre 23.
 Gerinnung des Blutes 89, 90.
 Geruchsempfindung 305, 363.
 Geschlechtsorgane, Entwicklung derselben 402.
 Geschmacksbecher 366.
 Geschmacksempfindung 365.
 Geschmacksnerven 366.
 Gesichtsaethmen 27.
 Gesichtsempfindung 306, 325.
 Gesichtskreis 344.
 Gewohnheit 241.
 Glandulae utricales 379.
 Gleichgewichtsgefühl 272, 289, 362.
 Globulin 92, 96.
 Glomeruli 172.
 Glottis respiratoria und vocalis 215.
 Glycerin 408.
 Glycerinphosphorsäure 231.
 Glycin 414.
 Glycocholsäure 60, 415.
 Glycocoll 135, 415.

Glycogen 63, 64, 134, 165, 406.
 Gmelinsche Probe auf Gallenfarbstoffe 61.
 Graafsche Follikel 375.
 Graviditas 378.
 Grösse, scheinbare, Beurtheilung derselben 349.
 Gubernaculum Hunteri 403.

H.

Haematachometer 117.
 Haematin 100, 417.
 Haematokrystallin 99.
 Haematodynamometer 118.
 Haematoglobulin 35, 99, Krystalle desselben 100.
 Haematoidin 100.
 Haemin 100.
 Haemodromometer 116.
 Haemoglobin 94, 99, 412, Menge desselben in den Blutkörperchen 97.
 Haemokrystallin 99.
 Halbcirkelförmige Kanäle 361.
 Harn, Absonderung desselben 170, Bestandtheile desselben 173, Chlorverbindungen in demselben 180, Menge desselben 180, Zucker in demselben 323.
 Harnblase, Elasticität derselben 20, Bewegung derselben 184, Nerven derselben 322, tonus derselben 280.
 Harnorgane, Entwicklung derselben 402.
 Harnsäure 179, 416, Bestandtheile derselben 135, Bildung derselben im Körper 135.
 Harnstoff 170, 174, 414, 415, 418, Bestandtheile desselben 133, Bildungsheerd desselb. 132, 178, Einwirkung desselben auf die Blutkörperchen 94,

- Menge desselben 177, Stickstoffgehalt desselben 131, Verhältniss seiner Quantität zu der der aufgenommenen Nahrung 151.
 Hauptpunkt 328.
 Hauptzellen der Magenschleimhaut 53.
 Hautabsonderung, siehe Absonderung.
 Hautplatte 395.
 Hautröthe siehe Röthe.
 Hautstrom 161.
 Hemmungserscheinungen 292.
 Hemmungsnerven 242, 293, 317.
 Hemisphären des grossen Gehirns 293.
 Herz, Funktion desselben 107, Nerven desselben 317, Stillstand desselben 317, Wirkung des Athmens auf dasselbe 22.
 Herzbewegung, automatische 278, Veranlassung vermehrter 283.
 Herz-Ganglien 278.
 „ Klappen 109.
 „ Kraft 114.
 „ Puls 108, Frequenz desselben 112.
 „ Rythmus 108.
 „ Töne 111.
 Hippursäure 179, 416, Bestandtheile derselben 135, Bildung derselben im Körper 135.
 Hörhaare 353, 360.
 Hoden 372.
 Honigharnruhr 182.
 Hornblatt 392, 393.
 Horopter 346.
 Hubhöhe 203, 204.
 Humor aqueus 169.
 Hunger 270, 272, Wirkung desselben 38, 153.
 Husten 23.
 Hydrocele 170.
 Hydrops pleurae 170.
 Hypermetropische 331.
 Hypoxanthin 415.
- I.
- Idiomuskuläre Contraction 205.
 Imbibition 125, 127.
 Inanition 152.
 Incontinentia urinae 322.
 Indirectes Sehen 336.
 Inosit 406.
 Inspiration 15.
 Instinctartige Bewegung. 292.
 Intercellularsubstanz 137.
 Intercostales mm. 17.
 Intrapolare Strecke 261.
 Intususceptio 140.
 Iris, Bewegungen derselb. 333, Innervation derselben 314.
 Irradiation im Auge 348, der Gefühlsnerven 240, 253.
 Irritabilität, der Muskeln 198, der Nerven 244.
 Isaethionamid 414.
 Isaethionsäure 414.
 Isotrop 193.
- K.
- Kalialbuminate 412.
 Kalisalze 265.
 Kaninchenohr 120.
 Kardinalpunkte 328.
 Kartoffeln 11.
 Katelectrotonus 260.
 Katode 256.
 Kauen 48.
 Kehlkopf, Verhalten desselben beim Athmen 22, bei der Erzeugung von Tönen 214.
 Keimbläschen 375.
 Keimblase 383.
 Keimfleck 376.
 Kiemenbogen 398.
 Kiemenspalten 398.

- Klang 353.
 Klangfarbe 217, 354.
 Knochen, deren Entwicklung 399, deren Regeneration 148.
 Knochenleim 417.
 Knochenmark 86.
 Knorpelleim 417.
 Knotenpunkt 326, 328.
 Körpergewicht 140.
 Körperlänge 140.
 Kohlehydrate 9, 406.
 Kohlenoxydgas 40.
 Kohlensäure, Athmen derselben 39, Bestimmung derselben 39, K. im Blute 32, als Nervenreiz 29, Mengenverhältnisse derselben beim Athmen 37, Wirkung derselben aufs Herz 318, Ursache der Athembewegungen 29.
 Kopfkappe 388.
 Kraft, Definition derselben 1, constante 2, hereditäre 5, lebendige 5, Spann- 2, 5.
 Kreatin 415, Stickstoffgehalt desselben 132.
 Kreatinin 415, Stickstoffgehalt desselben 132.
 Kreislauf, grosser 105, kleiner 105, Pfortader — 105.
 Kreuzungspunkt 326.
 Krümmungsradius 327.
 Krystalle des Blutes 100.
 Krystalloide 125.
 Kuhmilch, Menge der abge sonderten 139.
 Kunst, physiologische Erklärung derselben 240.
 Kymographion 118.
- L.
- Labdrüsen 53.
 Labyrinth des Ohrs, häutiges 350.
 Lähmung 245.
 Lamina spiralis 351.
 Latente Reizung 201.
 Leber 58, Gewicht derselb. 59, Structur derselben 66.
 Leim 417.
 Leimgebende Gewebe 417.
 Leimgebende Substanzen 8.
 Leimzucker 414.
 Leitung im Nervensystem 235.
 Leitungsvermögen, doppelsin niges der Nerven 245.
 Leucin 69, 414, Bestandtheile desselben 133.
 Lichtäther 334.
 Lichtstrahlen, chemische 337, thermische 337, weisse, deren Componenten 337.
 Ligamentum ciliare 331.
 Ligamentum iliofemorale 211.
 Lochien 404.
 Luft, atmosphärische 36, ausgeathmete 36, rückständige 23.
 Luftmangel, Wirkung desselben 3.
 Lungen, deren Elasticität 20.
 Lungenathmung 15.
 Lymphdrüsen 85.
 Lymphe, Bestandtheile derselben 81, Circulation derselben 86, verglichen mit Chylus 81.
 Lymphkörperchen 79, 82, ihr Austreten aus den Capillargefässen 88, Umwandlung derselben in Blutkörperchen 84, 89, Verhältniss derselben zu rothen Blutkörperchen 83, 95.
 Lymphsinus 85.
 Lymphzellen, siehe Lymphkörperchen.

M.

- Macula germinativa 376.
 Magenbewegungen 58, abhängig vom Nervensystem 278.
 Magendrüsen 53.
 Magengase 56.
 Magennerven 320.
 Magensaft 51.
 Malpighische Körperchen 172.
 Mariottescher Versuch 336.
 Mark, verlängertes, Einfluss desselben auf das Athmen 26, Funktion desselben 296.
 Markscheide der Nerven 222.
 Mastdarm, Bewegung desselben 76.
 Matrix 140.
 Medulla oblongata siehe verlängertes Mark.
 Medullarplatten 393.
 Mehl 11.
 Meibomsche Drüsen 349.
 Membrana basilaris 352, granulosa 375, Reissneri 351, tectoria 355, tympani 355, secundaria 355.
 Menstruation 38, 376.
 Meridian des Auges 342.
 Mesogastrium 401.
 Micropyle 376.
 Milch, Kuh-, Bestandtheile derselben 11, 139.
 Milchdrüse 138.
 Milchsäure 57, 411.
 Milchsaft 73, 80.
 Milchzucker 406.
 Millon's Reagens 411.
 Milz 139, Funktion derselben 83.
 Milzblut 83.
 Mimischer Nerve 310, 364.
 Mittelplatten 395.
 Mittheilung im Nervensystem 235.
 Modiolus 351.
 Monochromatische Abweichung 332.
 Mouches volantes 333.
 Mucin 79, 413, Bestandtheile desselben 141.
 Müllersche Gänge 402.
 Multiplikator 156.
 Mundflüssigkeit 42.
 Murexid 179.
 Muscarin 316.
 Musculus, levator ani 77, sphincter ani externus 78, tensor choroideae 331, tensor tympani 357, 359.
 Muskelbewegung, selbstständige 279.
 Muskelcontraction, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit 204.
 Muskelebene der Augenmuskeln 343.
 Muskelfasern 192, glatte 194, quergestreifte 193, — des Herzens 107.
 Muskelfibrillen 192.
 Muskelgefühl 271.
 Muskelgeräusch 204.
 Muskelkästchen 193.
 Muskelkraft 205, absolute 208.
 Muskeln, Arbeit derselben 4, 205, Bestandtheile derselben 196, Contraction derselben 200, der Luftröhre u. Bronchien 22, der Arterien 115, 120, Elasticität derselben 204, 207, 209, Reaction derselben 196, Verkürzungsgrösse derselben 202, Verschiedenheit derselben in verschiedenen Altern 199, Wachstum derselben 139, 140.
 Muskelstrom 158.
 Myographion 264.
 Myosin 196, 412.

- N.
- Nabel 384.
 Nabelblase 383, 384.
 Nabelstrang 385, 389.
 Nachahmende Bewegungen 292.
 Nachbilder 341.
 Nägel, Wachsthum derselben 139.
 Nährsalze 11.
 Nahepunkt 330.
 Nahrungsmenge, ausreichende 9, 12.
 Nahrungsmittel 9, Menge derselben 155.
 Nahrungstoffe 8.
 Natronalbuminat 96.
 Nebenhoden 373.
 Negative Stromesschwankung 204, 246, 251.
 Neigungsstrom 159.
 Nerven, Absterben derselben 266, Arbeit derselben 4, ausgezeichnete Stellen derselben 266, centrale 242, centrifugale 241, centripetale 241, 267, der Drüsen 242, d. Magens, ihre Wirkung 55, excitomotorische 287, gangliöse 242, Gefässe derselben 120, —, Hemmungs - 242, 375, motorische 241, reflexmotorische 287, Regeneration derselben 149, sensible 241, sensuelle 241, 244, spezifische 247, sympathische 242, vasomotorische 120.
 Nervencentra 232, 236, 238.
 Nervenfasern, Endigung derselben 228, markhaltige 222, marklose 224.
 Nervenreize, chemische 250, galvanische 250, mechanische 250, thermische 250.
 Nervenstrom 160.
- Nervensystem, Entwicklung desselben 396.
 Nervenwurzeln 242.
 Nervi erigentes 304, 375.
 Nervus, abducens 309, accessorius 314, acusticus 311, cochleae 351, depressor 304, facialis 309, 364, glossopharyngeus 311, 366, hypoglossus 245, 314, laryngeus inferior 28, laryngeus superior 28, lingualis 46, 245, oculomotorius 306, 315, olfactorius 305, opticus 306, splanchnicus 302, 321, sympathicus 46, 300, 307, 315, trigeminus 307, 315, 366, Wirkung derselben auf's Gehör 359, trochlearis 307, vagus 312, 316, 321, vestibuli 351.
 Neurin 69, 231.
 Neurolemma 222.
 Niere, Bau derselben 172.
 Niesen 23.
 Nikotin 318, 334.
 Noeud vital 26.
- O.
- Oberhäute 168.
 Oberkieferfortsatz 398.
 Obertöne 354.
 Objectpunkt 325.
 Oeffnungszuckung 255.
 Ohrenschnalze 169.
 Ohrnerven 309, 311, 312.
 Opium 251, 268, Wirkung auf's Herz 318.
 Ortssinn 368.
 Osmose 125, 129.
 Osteoblasten 400.
 Otolithen 360.
 Ovulum humanum 375.
 Oxybenzoensäure 416.
 Ozon 101.
 Ozonträger 102.

P.

Pacinische Körperchen 228.
 Palmitinsäure 410.
 Papillarmuskeln des Herzens 110.
 Papillen der Zunge 366.
 Paraglobulin 92.
 Paraoxybenzoesäure 416.
 Parapepton 53.
 Parelectronomische Schicht 160.
 Parotidenspeichel 44.
 Paukenhöhle 355.
 Pedunculus cerebri 305.
 Penis 374.
 Pepsin 413.
 Peptone 53, im Chylus 81.
 Pericardialflüssigkeit 170.
 Perilymphe 354.
 Peripherische Theile des Nervensystems 221.
 Peristaltik 74.
 Perspiration 188.
 Pettenkofer'sche Gallenprobe 60.
 Pfeilgift, siehe Curare.
 Pfortader 105.
 Pfortaderblut 68.
 Phenylsäure im Harn 173.
 Physiologie, Definition der 1.
 Piqure 323.
 Placenta 380, 387, sanguinis 89.
 Plasma sanguinis 89.
 Plexus coeliacus 321, hypogastricus 322, myentericus 278, venosus Santorini 374.
 Poiseuille'scher Raum 122.
 Polarisationsstrom 157, 256.
 Polarisirender Strom 260.
 Presbyopische 331.
 Primärstellung des Auges 343.
 Primitivstreif 393.
 Protagon 230, 413, im Blut 97.
 Proteinbioxyd 97.

Proteinsubstanzen 411.
 Protoplasma 137.
 Psychische Erscheinungen 275, Kräfte 233.
 Psychophysisches Gesetz 369.
 Pubertät 376.
 Pulscurven 119.
 Pulsus, arteriarum 118, cordis 108, dierotus 119.
 Pulswellen 119.
 Pupillarmembran 398.
 Purkinje-Sansonsches Experiment 331.

Q.

Quecksilber 265.
 Quellung 125, 127.

R.

Raddrehung des Auges 343.
 Rauschen in den Ohren 361.
 Reaction des Blutes 89, der Muskeln 196, 197, der Nerven 253.
 Reactionen auf organische Substanzen 418.
 Reducirtes Auge 327.
 Reflexbewegungen 283.
 Regeneration 148.
 Regio olfactoria 364.
 Reis 11.
 Reizbarkeit der Nerven 244, erhöhte 263, verminderte 265, Einfluss derselben auf Samenentleerung 373.
 Reizbewegung 282.
 Reizung, latente 201.
 Reizwelle 252.
 Remaksche Fasern 225.
 Resorption 143, 191.
 Respiratio abdominalis 16, costalis 16.
 Respiration 13, Druckverhältnisse derselben 15.

- Retention 150.
 Retina, blinder u. gelber Fleck derselben 336, Reizung derselben 340, Structur derselben 335.
 Rhythmus des Herzens 108.
 Richtungsstrahl 326.
 Riechschleimhaut 364.
 Rigor mortis 197.
 Ritter-Vallisches Gesetz 267.
 Röthe der Haut durch Insulation derselben 304.
 Roquefort-Käse 134.
 Rückenmark 298.
 Rückenmarkseele 234, 300.
 Rückenplatten 393.
- S.**
- Sacculus labyrinthi 350.
 Saccharificationvermögen der Mundflüssigkeit 43, 44.
 Säckchen des Ohrlabyrinths 350.
 Salze als Nahrungstoffe 11.
 Salzsäure im Magen 55.
 Samen, männlicher 371.
 Samenfadern 371.
 Samenzellen 142, 372.
 Sarcolemma 193.
 Sarcous elements 192.
 Sarkin 415, Stickstoffgehalt desselben 132.
 Sarkode 137.
 Sauerstoff, Menge des geathmeten 37, im Blutserum 33, in den Muskeln 200, Circulation desselben 33, 44, Wirkung desselben auf das Athmen 29, 40, den Blutkuchen 91, das Gefühl 270.
 Scala tympani 351, vestibuli 351.
 Schall 353.
 Schallempfindung 350.
 Schamröthe 304.
 Scheinbare Grösse 327.
 Scheinerscher Versuch 332.
 Schleim 77, der Mundhöhle 47, Schleimdrüsen des Magens 53, der Respirationsorgane 23.
 Schleimkörperchen 47.
 Schliessungszuckung 255.
 Schlingen 49.
 Schlucken 49, Einfluss desselben auf das Gehör 359.
 Schlund 50.
 Schmelz 401.
 Schmerz 273.
 Schnarchen 24.
 Schnecke des Ohrs 351.
 Schwangerschaft 378.
 Schwanzkappe 388.
 Schwefel, seine Bedeutung für den Stoffwechsel 132.
 Schweiss 190.
 Schweissdrüsen 187.
 Schwerlinie 210.
 Schwerpunkt 210, 211.
 Schwindel 269, 273.
 Secret 170.
 Secretion 167, Wirkung der Nerven auf dieselbe 323.
 Seele 233, 275, 341, 347.
 Seelenkräfte 276.
 Sehen, directes und indirectes 336.
 Sehhügel, Function 294, als Hemmungsorgane 292.
 Sehweite 331.
 Sehwinkel 326.
 Seitenplatten 394.
 Selbststeuerung des Herzens 111.
 Semen virile 371.
 Semilunarklappen 111.
 Serum sanguinis 89, 97.
 Serumalbumin 96, 412.
 Sonnenspectrum 337.
 Spannkraft 2, 5, 231.
 Spectralapparat zur Erkenntniss der Blutkrystalle 101.

Speichel 44.
 Speisebrei 51.
 Speiseröhre 50.
 Spermatin 371.
 Spermatozoen 371.
 Sphärische Aberration 334.
 Sphygmograph 118.
 Spirometer 25.
 Sprache 214.
 Stäbchen der retina 335.
 Stärke 9, Umwandlung derselben in Zucker 42.
 Starrkrampf 202.
 Stearinsäure 410.
 Stehen 210.
 Stereoskop 348.
 Stickstoff, Entleerung desselben 131, 177, Mengenverhältniss im Albumin 141, Harnstoff 131, 133, Kreatin, Harnsäure, Kreatinin, Sarkin 132, Taurocholsäure, Mucin 141, in den Nahrungsmitteln 155, in der Galle 67, im Blut 97.
 Stimme 214.
 Stimmritze, Verhalten derselben beim Athmen 21.
 Stoffwechsel 6, 154.
 Strahlen, deren Verschiedenheit 337.
 Strahlenkegel 325.
 Streifenhügel, Function derselben 294.
 Strom, absteigender 256, aufsteigender 256, constanter 255, 257, induciter 257, polarisirender 261.
 Stroma der Blutkörperchen 94.
 Stromprüfender Froschschenkel 158.
 Stromschwankung, negative 204.
 Stromuhr 117.
 Strychnin 249, 251, 286.
 Submaxillarspeichel 45.

Succus gastricus 51.
 Syntonin 53, 196, 412.
 Systole cordis 108.

T.

Tastkörperchen 369.
 Tastsinn 366.
 Taurin 414.
 Taurocholsäure 60, 415, Bestandtheile derselben 141.
 Temperatursinn 367.
 Tetanus 202, 264.
 Thermomultiplikator 162.
 Thränen 169, 349.
 Titrirung des Harns 176.
 Todtenstarre 197.
 Ton 216, 353, explosiver 219, des Herzens 111.
 Tonische Bewegungen 279.
 Trachomdrüsen 85.
 Transsudate 169.
 Tränkungsflüssigkeit 127.
 Traubenzucker 406, 418, Erkennung desselben 43, im Harn 179.
 Triebe 276.
 Trommelfell 355.
 Trommersche Zuckerprobe 43.
 Tuba Eustachii 359.
 Tuberculum articulare 48.
 Tyrosin 416, Bestandtheile desselben 133.

U.

Ueberfirnissen der Haut 190.
 Ueberreizung der Nerven 265.
 Uebung 265, 368, Wirkung derselben auf die contractile Kraft 209, 241, 369.
 Ultraviolett 337.
 Umbilicus 384.
 Unipolare Inductionerscheinungen 258.
 Urachus 386.

Ureter, Bewegungen desselben 279, 483.
 Urin, siehe Harn.
 Uterus, der schwangere 379.
 Utriculus labyrinthi 350.

V.

Valsalvascher Versuch 359.
 Valvula Eustachii 388.
 Vas deferens, siehe ductus deferens.
 Vasomotorische Nerven 120.
 Vatersche Körperchen 229.
 Venöses Blut 102.
 Ventrikel des Herzens 107.
 Ventriculi Morgagni 215.
 Verbrauch von Stoff 2.
 Verdauung, Zweck derselb. 41.
 Verfettung 65.
 Verlängertes Mark, s. Mark.
 Vesicula germinativa 375.
 Vierhügel, Function desselben 295, als Hemmungsorgane 292.
 Visceralspalten 398.
 Vitale Capacität 25.
 Vitellus 376.
 Vokale 217.
 Vorkammern, Muskeln derselben 107.

W.

Wachstum 138.
 Wärme 161, Einwirkung der Nerven auf dieselbe 165, Zunahme durch Muskelcontractionen 204, bei Secretionen 47, Regulirung derselben 165.

Wärmeeinheit 167.
 Wärmemenge 166.
 Wärmestarre 198.
 Wärmestrahlen 337.
 Wasserdampf, bei der Expiration entleert 38.
 Weitsichtigkeit 331.
 Whartonsche Sulze 389.
 Willkürliche Bewegungen 287, 291.
 Wolffsche Körper 402.

X.

Xanthin 415, Stickstoffgehalt desselben 132.

Z.

Zahnsäckchen 401.
 Zähne, deren Entwicklung 401.
 Zäpfchen des Gaumens 50.
 Zapfen der retina 335.
 Zellen 137, Arbeit derselben 4, Vermehrung derselben 138.
 Zerstreuungskreise 325, 330.
 Zeugung 371.
 Zittern 202.
 Zona pellucida 376.
 Zotten des Darmkanals 72.
 Zuckerarten 9.
 Zuckerharnruhr 323.
 Zuckung ohne Metalle 261, secundäre 261, paradoxe 262.
 Zuckungsgesetz 258.
 Zunge, Bewegungen ders. 49, Papillen derselben 366.
 Zwangsbewegungen 289.
 Zwerchfell 16.



LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY MEDICAL CENTER
STANFORD, CALIFORNIA 94305
FOR RENEWAL: PHONE 497-6691

DATE DUE

--	--	--

