



Bound 1938

HARVARD UNIVERSITY



LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

~~GIFT OF~~

*Exchange*

*6692*

6692  
Feb. 9 '86  
4213

Jenaische Zeitschrift

für

# NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft  
zu Jena.

---

## Neunzehnter Band.

Neue Folge, Zwölfter Band.

---

*Supplement.*

*Heft I.*

*Sitzungsb. 1885*

---

**J e n a ,**

Verlag von Gustav Fischer

1885.



SITZUNGSBERICHTE

DER

JENAI SCHEN GESELLSCHAFT

FÜR

MEDICIN UND NATURWISSENSCHAFT

FÜR DAS JAHR

1885.

---

SUPPLEMENT ZUR ZEITSCHRIFT FÜR NATURWISSENSCHAFT. BAND XIA.

ERSTES HEFT.

---

JENA,

VERLAG VON GUSTAV FISCHER.

1885.



## Vorwort.

Die „Sitzungsberichte“ unserer Gesellschaft erscheinen von jetzt ab in drei jährlichen Heften, deren erstes über die Sitzungen in den Monaten Januar, Februar und ev. März — das zweite über April, Mai, Juni, Juli, — das dritte über October, November und December berichten soll. Aufser den Berichten über die Vorträge, welche von den Herren Vortragenden selbst redigirt werden, finden von jetzt an auch kleinere Arbeiten oder Mittheilungen von Mitgliedern der Gesellschaft, sowie von Nicht-Mitgliedern, sofern die Manuscripte von dem Redacteur in einer Sitzung der Gesellschaft vorgelegt worden sind, Aufnahme.

In Folge dieser Neuerungen und bei der großen Bereitwilligkeit, mit welcher die Herren Vortragenden die Redaction durch Original-Berichte (unter anderen auch durch Nachträge zu den Sitzungen von 1884) unterstützten und dies für die Zukunft zugesagt haben, nehmen unsere „Sitzungsberichte“ eine quantitativ und qualitativ wesentlich veränderte Gestalt an, die, wie die Gesellschaft hofft, ihren „Berichten“ und ihr selber neue Freunde gewinnen soll.

Jena, im Juli 1885.

I. A.

Professor Dr. **Karl Bardeleben**,

d. Z. Redacteur und Bibliothekar der Gesellschaft.

303  
3419



# Sitzungsberichte 1885.

---

## I. H e f t.

### 1. Sitzung am 9. Januar 1885.

Herr Prof. Abbe sprach

#### Ueber Object und Bild.

---

### 2. Sitzung am 23. Januar 1885.

Herr Prof. Preyer sprach

#### Über Muskelruhe und Gedankenlesen.

„Ich gewann eine Einsicht in das Wesen des Gedankenlesens, nachdem ich vor einer Reihe von Jahren durch die eingehende Beobachtung des Verhaltens neugeborener und sehr junger Kinder und Thiere auf die verschiedenen Arten unwillkürlicher Muskelbewegungen aufmerksam geworden war und erkannt hatte, dass die Muskeln der Arme und Beine und des Kopfes, welche im späteren Leben willkürlich bewegt werden, ausserdem unwillkürlich in Thätigkeit gerathen, und zwar erstlich ohne jeden äusseren Anlass, ohne Willensanstrengung, überhaupt ohne irgend welche geistige Function, zweitens wenn eine sehr lebhaftere Vorstellung mit höchster Anspannung der Aufmerksamkeit das Bewusstsein erfüllt.

Wer das Gedankenlesen verstehen will, muss diese beiden Arten unwillkürlicher Bewegungen, welche man bisher kaum physiologisch untersucht hat, kennen und von einander trennen.

Zur ersten Gruppe gehört das für den Neugeborenen charakteristische Zittern, gehören die ziel- und zwecklosen, zuckenden Bewegungen der Extremitäten und des Kopfes, welche nicht durch

äussere Eindrücke hervorgerufen werden und von allen anderen Bewegungsarten zu sondern sind. Sie wurden von mir im Jahre 1880 impulsiv genannt. Diese anfangs auffallenden Bewegungen, welche auch das Hühnchen im Ei schon am 5. Tage der Bebrütung zeigt, und welche nur durch physische centrale Vorgänge (im Rückenmark und Halsmark) verursacht werden, nehmen nach der Geburt bald ab. Sie haben eine grosse Bedeutung für die Ausbildung anderer, namentlich der späteren willkürlichen (vorgestellten) Bewegungen, aber sie werden schliesslich so sehr von diesen verdrängt, dass man sie nur selten beim Erwachsenen zu sehen bekommt, ausser im Schlafe und bei den aus dem Winterschlaf erwachenden Thieren.

Da es indessen möglich erschien, dass diese durch nicht psychische, aber rein centrale Processe (u. a. Ernährung, Wachsthum, Blut- und Lymphstrom im Rückenmark) verursachten Muskelzusammenziehungen während und nach der definitiven Ausbildung des Muskel- und Nervensystems nur schwächer geworden wären, so dass man sie nicht bemerkte, so beschloss ich mit den empfindlichsten Instrumenten den Zustand der Muskelruhe beim Erwachsenen zu untersuchen mit Rücksicht auf die Frage, ob überhaupt unter normalen und anomalen Verhältnissen völlige Muskelruhe vorkommt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung können nebst den neuen Methoden zur Erkennung, Demonstration und graphischen Fixirung der schwächsten Bewegungen hier nur angedeutet werden.

In Betreff des Verfahrens sei bemerkt, dass ich dasselbe an vielen Individuen erprobt habe und seine ausserordentliche Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit leicht zu demonstrieren ist. Ich verfiel darauf, das bei der Schallzuleitung im Ohre verwirklichte Prinzip der Übertragung von kleinen Schwingungen zu verwenden. Denkt man sich die Gehörknöchelchen durch ein gerades Stäbchen (die Columella) mit einem Plättchen an jedem Ende ersetzt und das Ligament des ovalen Fensters, dessen höchst vollkommene Elasticität sich freilich in einem künstlichen Apparate nicht herstellen lässt, durch einen um die eine Endplatte des Stäbchens (die Fussplatte des Steigbügels) gehenden Kautschukring repräsentirt, endlich das Labyrinthwasser durch Luft ersetzt, welche, wie bei dem Marey'schen Tambour durch ein Seitenrohr oder (nach dem Vorschlage meines Assistenten Hrn. Stroschein) eine Höhlung in der Columella selbst einen Schreibhebel in Bewegung setzt, oder mittelst eines T-förmigen Rohres in den Brenner einer empfind-

lichen Gasflamme mündet oder auf ein Telephon mit Mikrophon wirkt, so ist nach gehöriger Fixirung durch ein schweres Stativ, das Wesentliche der neuen Combination hergestellt. Dieselbe wird durch einen berussten rotirenden Cylinder, auf dem der Schreibstift die Oscillationen der erwähnten Luftpelotte und zugleich ein Secundenpendel die Zeit aufschreibt, vervollständigt. Diese neuen Vorrichtungen sind viel empfindlicher, als die bisher zur Beobachtung rhythmischer Bewegungen am Menschen verwendeten Apparate.

Namentlich die von Dr. K. Rieger in Würzburg angewandte Methode steht in jeder Hinsicht ihnen nach. Wenn der Schatten eines an die ausgestreckte Hand geklebten Stiftes auf eine rotirende Trommel fällt und die Linie, welche derselbe beschreibt, vom Experimentator mit einem Pinsel in Intervallen markirt wird, so ist es nicht möglich, kleinere Erhebungen und Senkungen zu erkennen und die größeren richtig zu fixiren.

Man könnte auch, um z. B. die Unruhe des ausgestreckten Armes ohne alle Reibung zu beobachten und zu fixiren, nach dem Vorschlage von Dr. S. Stein in Frankfurt, einen sehr leichten, lichtdichten, durchbohrten Schirm an der Hand befestigen und einen Lichtstrahl durch die Öffnung auf eine mit einer lichtempfindlichen Schicht bedeckte, vorübergehende Platte oder einen lichtempfindlichen rotirenden Cylinder fallen lassen. Dann würden die Bewegungen photographirt, während sie durch den Schreibhebel vergrößert aufgezeichnet werden. Durch das optische Verfahren müssen aber die sehr kleinen Änderungen dem Beobachter entgehen. Ich ziehe deshalb das graphische Verfahren vor, welches auch viel bequemer ist und wenig Zeit beansprucht.

Die wichtigsten damit von mir an Gesunden, an Hypnotisirten, Kataleptischen u. a. bis jetzt gewonnenen Ergebnisse sind diese:

1. Von allen geprüften Stellen des ganzen menschlichen Körpers kann man leicht, auch wenn sie unterstützt sind, Curven gewinnen, welche mit der Herzthätigkeit völlig übereinstimmende periodische Erhebungen und Senkungen zeigen. Vom Fusse, Knie, Schenkel, Scheitel, Arm, von jedem Fingergliede des sitzenden oder ruhig stehenden Menschen erhält man bei genauer Einstellung diese pulsatorischen Schwankungen, und zwar mit allen Eigenthümlichkeiten der Pulseurve, auch dann, wenn nur kleinste Schlagadern mit den Haargefäßen an einer sehr kleinen, umschriebenen Stelle der Haut von der Luftpelotte berührt werden. Man kann so z. B. das Pulsiren des Fingernagels, und dadurch Veränderungen der Herzthätigkeit, mittelst der empfind-

lichen Gasflamme weithin sichtbar, mittelst des Mikrophons deutlich Vielen zugleich hörbar machen. Comprimirt man aber die grössere zuführende Schlagader, dann hören diese pulsatorischen Schwankungen, von denen keine Stelle der ganzen Haut normalerweise völlig frei zu sein scheint, auf. Sie fehlen blutarmen Menschen und verschwinden am Arm nach Anlegung des Esmarch'schen Verbandes.

2. Mit Leichtigkeit erkennt man an jedem nicht oder wenig unterstützten Punkte der Körperoberfläche ausserdem mit den Athembewegungen zusammenfallende grössere Erhebungen und Senkungen, z. B. am Kopfe (Kinn, Scheitel), an der Schulter, am Knie und Arm, an der Hand. Es ist zweckmässig, hierbei dem Versuchsindividuum die Augen zu verbinden, es wenigstens das schreibende Stiftechen nicht sehen zu lassen, weil sonst die Reinheit dieser respiratorischen Curven mit den aufgesetzten pulsatorischen Wellen durch andere kleine Bewegungen stark getrübt werden kann. Denn:

3. Jeder Punkt des frei in der Luft gehaltenen, wenig gestützten oder auf harter Unterlage aufliegenden Armes und der Hand zeigt unregelmässige von der Herzthätigkeit und Athmung unabhängige zitternde Bewegungen, welche sehr zahlreich, ungleich stark und besonders dann auffallend sind, wenn die Versuchsperson sich mit der höchsten Anspannung der Aufmerksamkeit bemüht, den Schreibstift auf der rotirenden Trommel eine gerade Linie ziehen zu lassen. Von den respiratorischen Schwankungen sind diese Oscillationen unabhängig, weil sie fortbestehen, wenn die Athmung willkürlich gehemmt wird; von den pulsatorischen sind sie unabhängig, weil sie fortauern nach Compression der entsprechenden Schlagadern und des ganzen Armes. Sie fehlen aber in der Chloroform-Narkose.

Diese unwillkürlichen Bewegungen sind wahrscheinlich rein impulsiv und hauptsächlich durch das nie vollkommen genau herstellbare Gleichgewicht in der Spannung der Antagonisten bedingt, wie es namentlich beim Halten eines Glases Wasser zwischen Daumen und Zeigefinger deutlich hervortritt. Der Wasserspiegel steht dann nie still. Ferner kommt hierbei die Überwindung der Schwere in Betracht, daher das Zittern des Unterkiefers, wenn die oberen und unteren Schneidezähne sich eben berühren. Ein eingeschobenes Stäbchen zeigt die Schwankungen an. Ausserdem wirken mit in den Geweben selbst gelegene Ursachen (Blutstrom), innere und zum Theil auch äussere Reize (Kälte und Hitze), dann die Ge-

sammtheit der narkotischen und alkoholischen Genussmittel, besonders Thee, Kaffee, Wein, Bier, Tabak, welche alle nach meinen Beobachtungen nachweislich die Unruhe der Muskeln steigern beim stärksten Willen sie ruhig zu halten. Auch im Hungerzustande und nach jeder körperlichen Anstrengung ist diese Muskelruhe selbst unter den günstigsten Versuchsbedingungen merklich gesteigert, bei älteren Individuen nicht immer stärker, als bei jungen, bei Hypnotisirten im tiefen kataleptischen Stadium manchmal vermindert, in der weniger tiefen Hypnose aber auch öfters gesteigert, überhaupt individuell sehr verschieden.

Ausser diesen die Bewegungsnerven und zwar deren Ursprünge und auch Endigungen treffenden, Bewegung erzeugenden Momenten, welche Niemandem zu fehlen scheinen und welche wirken, wenn der Wille völlige Ruhe, also gerade das Gegentheil zu bewirken im Begriffe ist, gibt es nun noch einen sehr bemerkenswerthen Einfluss auf die ruhende Muskulatur, nämlich eine starke Vorstellung. Diese rein centrale, rein psychische Bewegungsursache wird aber als solche, so lange sie wirkt, von dem sich Bewegenden nicht erkannt. Die durch sie hervorgerufenen unwillkürlichen Muskelcontractionen bleiben demselben auch, selbst nachdem sie längst vorüber sind, in vielen Fällen ganz unbekannt, ebenso unbekannt, wie im gewöhnlichen Leben die unwillkürlichen Bewegungen der ersten Gruppe, die eben betrachteten pulsatorischen, respiratorischen und impulsiven Oscillationen. Während es jedoch mittelst der neuen Vorrichtungen leicht gelingt, diese letzteren sichtbar und hörbar zu machen, was gewöhnlich beim ersten Male ein nicht geringes Erstaunen veranlasst, ist es nur unter ganz besonderen Umständen möglich, auch die bei lebhafter Gehirnthätigkeit auftretenden unbewussten Muskelzusammenziehungen zu fixiren. Man kann sie aber fühlen.

Und das ist es, worauf das Gedankenlesen beruht, während die vorerwähnten ungewollten, unvermeidlichen Bewegungen es vielmehr erschweren können, wenn sie zu stark werden.

Es sind hauptsächlich zwei Arten des Gedankenlesens, welche bei öffentlichen Schaustellungen und in Privatgesellschaften von sich reden machen. Entweder wird der Gedankenleser, das „Medium“ mit verbundenen Augen, von einem Sehenden veranlasst, sich einem ihm selbst unbekanntem Ziele zu nähern und ganz nach dem Willen des Sehenden etwas vorher Bestimmtes auszuführen, also gewissermassen passiv die Gedanken seines Führers und der ganzen Gesellschaft scheinbar zu errathen, oder es wird umgekehrt

der Sehende, welcher einen Gegenstand vorher sich gemerkt oder versteckt hatte, von dem Gedankenleser mit verbundenen Augen zu demselben hingeführt.

Ich habe nach beiden Richtungen Versuche angestellt und an mir anstellen lassen und bin durch die Prüfung der Versuchsbedingungen, sowie sehr scharfe Beobachtung der guten und schlechten „Medien“ zu der Überzeugung gelangt, dass es lediglich solche unwillkürliche Muskelbewegungen sind, durch welche die erzielten, auf den ersten Blick paradoxen und an die Leistungen fabelhafter Hellseher erinnernden Divinationen zu Stande kommen.

In beiden Fällen handelt es sich im Grunde um dasselbe: nämlich Ausführung unwillkürlicher Muskelbewegungen unter dem Einflusse einer sehr starken Vorstellung und höchster Anspannung der Aufmerksamkeit seitens des Sehenden, und Wahrnehmung, sowie Verwerthung jener Begleiterscheinungen der Willensthätigkeit seitens des Gedankenlesers, welcher unberührt gar nicht weiss, was er thun und wohin er gehen soll, vielmehr einzig und allein durch die Berührung des Sehenden von dessen unbewussten Bewegungen etwas erfährt. Nach diesen richtet er sich, entweder ohne in den meisten Fällen sich selbst darüber genaue Rechenschaft geben zu können, oder bewusst.

Ein beachtenswerther Unterschied besteht nämlich in dieser Hinsicht zwischen den beiden Arten des Gedankenlesens, sofern, im Falle das Medium stumme Befehle ausführt, es an nichts denkt und nachher — nach glücklicher Vollendung seiner schweigend gelösten Aufgabe — erklärt, es habe einem unwiderstehlichen Zuge nachgeben müssen, es habe nicht anders gekonnt und wisse selbst nicht warum. Im Falle aber das „Medium“ die Führung übernommen und den Wissenden, Sehenden an die Stelle geführt hat, wo dieser etwas verborgen hatte, weiss es wohl, wie dieses gelang. Denn es muss vom ersten Moment der Berührung an mit der grössten Anspannung der Aufmerksamkeit auf die geringfügigen, unwillkürlichen Muskelbewegungen des von ihm berührten Individuums achten, um nur die Richtung zu finden, in welcher es sich vorwärts zu bewegen hat. Fehlt es an genügend ausgeprägten unwillkürlichen Bewegungen oder an Aufmerksamkeit seitens des Gedankenlesers, oder des von ihm zu Errathenden, dann misslingt das Experiment.

Deutlicher wird diese Darlegung der für das Gelingen aller derartiger Versuche unerlässlichen Bedingungen durch die Be-

trachtung einzelner Fälle und das Herausheben des allen gegliückten Experimenten Gemeinsamen.

Zunächst die passiven Versuche. Hierzu eignen sich am besten jüngere, mehr an Gehorchen als an Befehlen gewöhnte, mehr receptive als productive, nicht durch Selbstbeherrschung geschulte Persönlichkeiten, also Kinder, Jungfrauen und Jünglinge, aber auch ältere Individuen, besonders weibliche, wenn sie nur nicht zu viel reflectiren, vielmehr sich die Unbefangenheit der Jugend fremden Menschen gegenüber bewahrt haben. Wenn dagegen Männer im reiferen Alter, Familienväter, welche schon durch die Erziehung ihrer Kinder oft zum Befehlen und Verbieten Anlass haben, oder durch längere Reisen an den Verkehr mit verschiedenen Menschen gewöhnte, daher nicht mehr naive, vielmehr reflectirende, sich selbst controlirende Persönlichkeiten zu einem solchen Versuche entschliessen, dann misslingt er leicht, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil sie zuviel überlegen. Die Vorschrift, von vornherein an nichts zu denken, ist für sie schon beinahe unerfüllbar, während Kinder oft an gar nichts denken. Wer das nicht kann, wer nicht im Stande ist, wenigstens eine Minute lang an nichts zu denken, dann ohne die geringste Unterbrechung vollkommen willenlos und geduldig, ohne Leidenschaft und namentlich ohne Widerstand zu leisten, dem auf ihm wirkenden schwachen Zuge oder Druck, dem Hub und Schub, nachzugeben, kann zu den Experimenten nicht dienen, ebensowenig der Unempfindliche oder gar Stumpfsinnige, welcher jene Eindrücke nicht merkt.

Ausserdem ist zum Gelingen des Versuches unerlässlich eine ausserordentliche, ununterbrochene Concentration der Aufmerksamkeit der beiden Betheiligten. Das Medium hat fortwährend darauf gerichtet zu sein, dass es selbst nicht denkt und nicht ungeduldig wird, sondern nur thut, was unter den gegebenen Umständen das Natürlichste, das Nächstliegende ist, was also dem auf eine Hand, an beiden Händen, oder an einer Hand und an der Stirn oder am Halse mit den Händen des Schenden ausgeübten Druck entspricht, auch wenn der Druck nur durch die leiseste Berührung (etwa des Kopfes) zu Stande kommt. Je nach der Beschaffenheit dieser Eindrücke hat sich der Gedankenleser zu bewegen, also sich zu setzen, zu verbeugen, niederzuknien, oder sich zu erheben, umzudrehen, geradeaus, nach links, nach rechts, vorwärts und rückwärts zu gehen, mit erhobenem oder gesenktem Arm etwas zu betasten, zu ergreifen, zu heben, zu schieben. Niemals darf er eigenwillig einem durch die unwillkürlichen Muskelbewegungen

des Führers hervorgebrachten Impulse sich widersetzen, muss sich vielmehr stets zum willenlosen Werkzeug blindlings hergeben, während sein Mentor seine ganze Aufmerksamkeit, mit der höchsten Anspannung, deren er fähig ist, auf die auszulösende Bewegung zu richten und die geringste Unterbrechung dieser energischen Vorstellungsthätigkeit — durch eine, wenn auch nur augenblickliche Ablenkung seiner Aufmerksamkeit — zu verhindern hat. Es ist hingegen nicht erforderlich, sondern eher störend, als förderlich für das Gelingen des Versuches, wenn der so gänzlich in Anspruch genommene Führer absichtlich stärkere, richtende, zurückziehende oder gar drückende Bewegungen mit den Fingern ausführt. Gerade bei den besten Versuchen weiss der Führer oder die Führerin gar nicht, dass überhaupt Bewegungen, ungleich starke Berührungen verschiedener Hautstellen, etwa ein geringfügiger Zug oder Druck, stattgefunden haben. Ist die Vorstellung und der Wille, das Vorgestellte zu erreichen, nur stark genug und ganz rein, das heisst frei von anderen Vorstellungen, Zweifeln, Willensimpulsen, dann treten schon unbewusst, ohne irgend welche absichtlich ausgeführte Bewegungen, besonders wenn das Warten bereits einige Minuten gedauert hat, genug unwillkürliche, unter der Herrschaft der einen starken, alle anderen geistigen Vorgänge übertäubenden Vorstellung sich häufende schwache Bewegungen, namentlich der Armmuskeln, ein, um den empfänglichen, nicht sehenden, nicht hörenden, nicht riechenden, nicht schmeckenden, nicht denkenden Willenslosen zu leiten und zur Ausführung einfacher, unter den vorhandenen Umständen natürlich erscheinender Handlungen zu veranlassen. Dieser verhält sich dann in der Hinsicht wie ein Schlafwandler oder wie ein Hypnotisirter in dem Stadium, in welchem das Urtheil aufgehoben ist und die geringfügigste Suggestion, die unscheinbarste Berührung genügt, eine Hebung oder Senkung des Armes, Gehen oder Umdrehen u. dgl. zu veranlassen. Er ist aber in Wirklichkeit keinen Augenblick hypnotisch oder bewusstlos, muss vielmehr ganz wach sein, aber einsinnig, nur „Gefühlsmensch“.

Jedoch, selbst wenn alle diese Bedingungen vollständig erfüllt sind, hängt der Erfolg noch davon ab, ob die beiden zunächst Beteiligten sich sympathisch sind, „sich verstehen“ oder nicht. Auch das Temperament kommt in Betracht. Ein phlegmatisches ist ungünstig. Eine feuchte, kalte Hand mit harter Haut und von geringer Beweglichkeit wird unter allen Umständen das Verständniss erschweren, eine trockene, warme, weiche, geschmeidige,



bewegliche Hand kann sozusagen Wunder verrichten, besonders wenn schon einige Übung vorhanden ist.

Ohne jede Übung sind die Leistungen meistens unbedeutend. Doch habe ich eine Anzahl von geglückten Experimenten auch an ganz Ungeübten, die sich vorher nie im Leben gesehen hatten, verschiedenen Nationalitäten angehören und durchaus ungläubig waren, zu verzeichnen gehabt. Ein Fächer wurde von einem 21jährigen Anglo-Indier, dessen Augen verbunden waren, und der von nichts wusste, aus einem Nebenzimmer richtig geholt und von ihm damit eine in einem dritten Zimmer befindliche Persönlichkeit gefächelt. Von drei nebeneinanderliegenden Büchern wurde, nach einem Fehlgriff auf das linke, richtig das mittlere ergriffen und mit einer Verbeugung einem nicht weit davon sitzenden Herrn richtig überreicht. Ein siebenjähriger Knabe nahm von einem Wandtisch eine Glocke und setzte sie richtig im Nebenzimmer auf einen Tisch, ohne sie jedoch, wie beabsichtigt war, ertönen zu lassen. Dagegen gelingt es nicht leicht, ein sonst willfähriges Medium eine Lampenflamme durch Schrauben verdunkeln oder ausblasen oder etwas Bestimmtes sprechen oder es mit erhobener Hand dreimal im benachbarten Gemach gegen den Ofen schlagen zu lassen. Die Hand wird zwar erhoben, kommt aber über das Tasten nicht leicht hinaus. Offenbar ist eine solche unnütze, ungewöhnliche Bewegung unter den gegebenen Umständen nicht naheliegend oder natürlich, wohingegen das Fächeln, wenn dem mit dem Fächer in der Hand Vorwärtsschreitenden plötzlich durch einen sanften Zug Halt geboten wird, nach einer kleinen Pause des Zuwartens ebenso natürlich erscheint wie die Verbeugung mit dem Buch in der Hand. Denn das „Medium“ wurde in diesem Falle mit zwei Händen am Halse gehalten, so dass ein leiser Druck im Nacken schon ein Neigen des Kopfes bewirkte. Der Sitzende nahm dann das Buch, so jedoch, dass fast Alle den Eindruck erhielten, dasselbe sei überreicht worden. Dass es vorher aus drei gleichartigen dicht nebeneinanderliegenden ausgesucht worden, erklärt sich einfach. Nachdem der willenslose Gedankenleser dicht an die Bücher gelangt war, entstand eine Pause. Dann begann er auf's Gerathewohl zu tasten. Seine Hände geriethen an das Buch links und ergriffen es. Nun erfolgte aber, weil diese Bewegung zu der sehr starken Vorstellung des den Hals des Mediums mit beiden Händen umspannenden Individuums nicht passte, ein (wie ich es der Kürze halber nenne) „Missbilligungsdruck“. Das Buch wird wieder hingelegt und weiter getastet. Das zweite, also das mittlere, das

richtige, wird nunmehr erfasst. Es erfolgt ein eben merklicher Nachlass der Spannung, eine „Zustimmungsbewegung“, eine richtende Berührung: das Buch wird dahin gebracht, wohin es gebracht werden sollte.

Von all den dirigirenden Berührungen, den stummen missbilligenden und guthessenden leisen Änderungen der Berührung an der Haut des Halses und Nackens oder Armes kann die ganze anwesende Gesellschaft selbstverständlich nichts wahrnehmen, wissen doch die beiden dabei zunächst Betheiligten in der Mehrzahl der Fälle davon kaum etwas, und so geschieht das scheinbare Wunder, dass ein Mensch, der vorher nicht die geringste Ahnung von dem hat, was er thun soll, genau den Willen eines anderen, der ihn schweigend berührt, ausführt, als wenn er dieser selbst wäre. Dabei ist aber ein Hellssehen oder eine unmittelbare Ideenübertragung ebenso ausgeschlossen wie ein Lesen von Gedanken im eigentlichen Sinne dieser Wörter, denn der sogenannte Gedankenleser sieht gar nicht, was er in der Hand hat, weiss nicht, was er thun soll, bis es geschehen ist und hat nicht einmal nachher die Gedanken seines Führers. Den besten Beweis für diese Thatsache liefern die Experimente mit völlig unbefangenen, ungeübten, ehrlichen Individuen von grosser Empfindlichkeit.

Ein Beispiel. Ich bestimmte, dass Fräulein L. ihre jüngere Schwester, Fräulein A., welche sich draussen befand, nach ihrem Eintritt in das Zimmer, ohne eine einzige absichtliche ziehende, drückende, hebende, schiebende oder sonstige Bewegung auszuführen, an beiden Armen erfassen und veranlassen sollte, von fünf Büchern, welche ich auf einem Seitentische übereinandergelegt hatte, das vierte von oben zu nehmen, es auf einem anderen Tische aufzuschlagen und durchzublätern, bis Seite 113 aufläge, endlich von den Figuren des Holzschnittes daselbst die links zu berühren. Diese complizirte Aufgabe wurde unmittelbar, nachdem ich sie gestellt, von dem mit fest verbundenen Augen eintretenden Fräulein A. ohne die Möglichkeit einer vorherigen Verständigung, binnen elf Minuten richtig gelöst. Die junge Dame nahm, an dem richtigen Tisch angekommen, der Reihe nach die drei obersten Bücher fort und liess sie fallen, das vierte aber behielt sie in der Hand, legte es auf den anderen Tisch, schlug es auf und blätterte hin und her, bald langsam, bald schnell, bis Seite 113 auflag. Nun berührte sie aber nicht die Figur links, sondern die rechts, und als ich dieses erwähnte, bemerkte Fräulein L., sie habe nur an die Figur rechts gedacht. Sie richtete also ihre ganze Auf-

merksamkeit auf diese und dirigierte unbewusst die rechte Hand ihrer Schwester auf die rechte Figur. Fräulein A., welche so geschickt ohne Hülfe der Augen operirt und scheinbar ganz wie eine Hellseherin meine Gedanken bis auf die Figur „gelesen“ hatte, versicherte mich, nachdem es geschehen, sie wisse durchaus nicht, welche Seite sie aufgeschlagen, habe gar keine Ahnung davon, dass sie ein Bild vor sich gehabt und ebensowenig davon, dass sie auf irgend etwas hingewiesen habe. Sie war nach Entfernung der Augenbinde ausser Stande, die Seite mit dem Holzschnitt, welchen sie vorher so lange betastet hatte, wiederzufinden.

Aus derartigen Versuchen folgt, dass keine Kenntniss der Vorstellungen des Anderen vorhanden ist. Unwillkürlich gehorcht der sogenannte Gedankenleser den leisen seine Hände und damit den ganzen Körper dirigirenden Bewegungen des zu Errathenden. Es wäre wenig interessant für alle Anwesenden und die beiden Betheiligten das nicht zu thun, also ruhig stehen zu bleiben. Dieser Umstand pflegt ohne Zweifel den Beginn der Bewegung mit zu veranlassen. Was aber besonders in physiologisch-psychologischer Beziehung dabei auffällt, ist die von mir sicher festgestellte, bereits erwähnte Thatsache, dass der Führer, wie der, dessen Gedanken gelesen werden sollen, nun mit Recht zu bezeichnen ist, bei den besten Experimenten ebenfalls unbewusst seine dirigirenden leisen Bewegungen ausführt. Bei einem so schwierigen Versuch wie dem letzterwähnten, muss er seine Aufmerksamkeit zuerst auf den ersten Akt, das Hinbringen, dann auf den zweiten, das Fortnehmen der Bücher, dann auf den dritten, das Hinlegen des vierten Buches u. s. w. konzentriren. Und zwar soll er das alles vorschriftsmässig ohne absichtliche Bewegungen bewirken. Nun sah ich aber ganz deutlich, wie der rechte Fuss des Fräulein L. sich drehte und nach dem zweiten Tische hinbewegte, sowie das vierte Buch ergriffen war. Durch diese plötzliche Bewegung erhielt auch das ununterbrochen an beiden Armen gehaltene Fräulein A. eine Drehung nach der Richtung hin, in welcher sie sich fortzubewegen hatte und auch wirklich dem Zuge folgend, fortbewegte. Als ich nun nachher von der auffallenden Fussbewegung und Drehung sprach, wusste die Führerin auch nicht das Geringste davon. Ich sehe aber in dieser Beobachtung, der ich ähnliche anreihen kann, den Beweis für die Richtigkeit der gegebenen Erklärung. Ohne fühlbare Direktive, ohne Muskelbewegungen kein Gedankenlesen.

Wie weit die Feinheit des Muskelsinnes und die Empfindlich-

keit der Hautnerven reicht, das zeigt deutlich das Errathen gedachter Melodien, dessen natürliche Erklärung mir einige Schwierigkeiten bot, bis ich durch die Güte einiger mit gutem musikalischen Gehör begabter junger Damen selbst solche Experimente anzustellen und zu kontrolliren Gelegenheit hatte.

Ich bestimmte, es sollte Millöcker's Walzer: „Ach ich hab' sie ja nur auf die Schulter“ usw. von einer noch nicht 16jährigen ungeübten Gedankenleserin kenntlich auf dem Clavier angegeben werden, obwohl sie nicht wusste, dass sie überhaupt etwas spielen sollte. Sowie sie mit verbundenen Augen in das Zimmer kam, wurde sie dreimal rasch ungedreht, dann an beiden Armen nahe der Handwurzel von der Führerin schweigend gehalten. Sie ging auf den Clavierstuhl zu, zog ihn hervor, setzte sich darauf, tastete mit den Händen am Clavier, öffnete dasselbe, tastete wieder über den Tasten, drückte endlich die Taste f, dann dis und d mit der rechten Hand nieder, so dass sie tönten, und berührte verschiedene andere ebenso unrichtige Tasten, so dass diese ebenfalls zum Theil tönten, auch ganz falsch erklangen. Indessen konnte nach langem Hin- und Hertasten und entschieden falschem Spiel doch die richtige Melodie erkannt werden, nachdem einmal der Reihe nach d, b, g beim Berühren mehrerer getroffen worden waren. In diesem Versuche, welcher über 15 Minuten dauerte, kam es auf das Anschlagen nur der ersten richtigen Tasten an; auch f, dis und b würden wohl genügt haben, die Erinnerung an die bekannte Melodie wachzurufen.

Derartige schwierige Experimente am Clavier, „das Errathen gedachter Melodien“, gehören also in die Kategorie der Versuche, aus vielen kleinen ähnlichen nebeneinanderliegenden Gegenständen der Reihe nach gewisse auszusuchen oder zu berühren. Statt der Karten, Bücher oder Münzen sind es hier die Tasten des Claviers, welche je nach dem zustimmenden oder zurückhaltenden Zuge des Führers an den beiden Händen berührt werden. Kennt der Führer die Melodie selbst nicht, dann kann der Versuch ebensowenig gelingen, wie wenn der Geführte sie noch nie gehört hat. Aber auch wenn beide sie kennen, gelingt er selbstverständlich nicht so oft als er fehlschlägt.

In diesen, wie in allen von mir überwachten Versuchen an unbedingt zuverlässigen Individuen beiderlei Geschlechts äusserten die passiv Beteiligten nachher, sie folgten einem unwiderstehlichen Zuge, ohne anfangs zu wissen, was sie thäten.

Übrigens kommt bei allen derartigen Unterhaltungen in Bæ-

tracht, dass im entscheidenden Augenblick, durch das nach einigen Zuwarten natürlicherweise eintretende Tasten, dunkle Vorstellungen entstehen, welche entweder sogleich den vorher bestimmten entsprechen oder nicht entsprechen. Es sind gleichsam Treffer oder Nieten. Im letzteren Falle bringt es aber der Führer durch fortgesetzte, sich häufende missbilligende sehr sanfte richtende Armbewegungen doch oft noch dahin, dass ein Treffer herauskommt. Dann ist das Resultat manchmal geradezu verblüffend für Alle, welche nicht wissen, wie es zu Stande kam.

Jedenfalls ist, wie schon die angeführten Beispiele zeigen, das nach diesem Verfahren schon von ganz Ungeübten Erreichbare, wenn nur der Wille, alles zum Gelingen der Versuche Erforderliche in jeder Beziehung streng innezuhalten, da ist, sehr auffallend und wohl werth, physiologisch-psychologisch eingehend untersucht zu werden.

Kaum weniger überraschend in ihrem Endeffect und nicht viel anders zu erklären sind die Versuche der zweiten Art des Gedankenlesens, wobei die beiden zunächst Betheiligten gewissermassen die Rollen tauschen. Es denkt sich jemand irgend einen bestimmten Gegenstand, von dem kein Zweifel besteht, dass er an einem wohlbekannten ganz bestimmten Platze in oder ausser dem Hause sich befindet. Der Gedankenleser, dessen Augen fest verbunden oder verschlossen sind, führt dann den Betreffenden an das gedachte Object.

Es ist bekannt, welche erstaunliche Leistungen auf diese Weise besonders durch Stuart Cumberland zu Stande kamen. Bezeugt doch der Marquis of Lorne, als er Gouverneur von Canada war, im Jahre 1883, dass die Auffindung eines zahmen Flennthieres, an das er dachte, durch Cumberland, das ausserordentlichste sei, was er jemals erlebte. Auch die mit bekannten Persönlichkeiten in Wien, Berlin und London von ihm angestellten Versuche sind zum Theil höchst frappant, übrigens durch Zeitungsberichte und Broschüren satssam bekannt.

Aber so wunderbar sie zu sein scheinen, wenn man nur die Beschreibungen liest und zum ersten Male sie als Zuschauer kennen lernt, das Wunder verschwindet auf Nimmerwiedersehen fofort nachdem man nur einmal selbst ein gut geglücktes Experiment ausgeführt hat.

Es ist durchaus nicht so schwer, wie es anfangs scheint, in dieser Weise Gedanken Anderer zu erkennen. In England gab es schon mehrere Jahre vor dem öffentlichen Auftreten Cumberland's

sehr geschickte Gedankenleser, und in Deutschland fehlt es nicht an solchen, die ihm mit Erfolg nacheifern. Ich selbst bin im Stande, wenn nur geeignete naive Persönlichkeiten sich zu einem ehrlichen Versuche entschliessen, sie an den gedachten Gegenstand im Zimmer mit geschlossenen Augen hinzuführen, obwohl es mir an Übung fehlt.

Vor allem kommt es hierbei an auf eine Berührung. Eine Hand wird gewöhnlich gewählt und auf die Stirn des Gedankenlesers gelegt oder von diesem erfasst. Es wird wohl auch mittelst eines dünnen Drahtes, der um die Handwurzel geschlungen ist, die Fühlung hergestellt. Auch beide Hände können umfasst werden.

Ferner ist nothwendig eine sehr grosse Concentration der Aufmerksamkeit. Dann merkt man, dass es einzig die Bewegungen des zu Errathenden sind, welche die Richtschnur beim Suchen abgeben. Fehlt es an unwillkürlichen Muskelcontractionen, dann misslingt das Experiment gänzlich. Gelingt es, dann gelingt es aus dem Grunde, weil der auf die berührte Hand und Stirn vom Anfang an höchst gespannt achtende Gedankenleser sich in der richtigen Richtung fortbewegte in Folge von zustimmenden Arm- und Handbewegungen.

Diese werden, auch wenn sie ganz schwach sind, von empfindlichen Individuen leicht mittelst der Stirnhaut und der Haut der Hände wahrgenommen. Solche in vielen Fällen durchaus nicht schwache, sondern deutlich zuckende und ziehende Bewegungen der Hand und des ganzen Unterarms treten bei Unbefangenen sehr leicht ein, wenn sie an die Stelle kommen, wo der ihre Vorstellungsthätigkeit durchaus erfüllende Gegenstand — ein Hut, ein Stuhl, eine Stecknadel u. dgl. — sich befindet.

Sowie eine verkehrte Richtung eingeschlagen wird, dann tritt ein leiser Widerstand des Berührten ein und bald darauf ein oft nur eben merkliches neues Drehen nach links oder rechts oder ein Ziehen nach hinten oder ein Schieben nach vorn, und diesen dem Betreffenden selbst gerade bei den besten Versuchen völlig unbekanntem unwillkürlichen Bewegungen entnimmt der empfindliche Gedankenleser die Weisung, wohin er zu gehen hat, wohin nicht, wo er stehen zu bleiben hat, wo er weiter eilen muss. Streng genommen wird er also mehr geführt oder wenigstens dirigirt, als dass er selbst führt, obgleich er vorgeht.

Wenn die zu dem gesuchten Gegenstande hinführende Richtung von vornherein eingeschlagen wurde bei dem gemeinsamen Gange, dann bleibt oft die merkliche unwillkürliche Muskelbewe-

gung des Armes, wenigstens jede stärkere Zuckung desselben, aus bis das Ziel erreicht ist. Ob dabei Änderungen der Pulsfrequenz, welche nicht einmal immer eintreten, überhaupt von Belang sind, selbst wenn sie erkannt würden, muss ich bezweifeln. Viele Versuche schliessen die Möglichkeit der Pulsbeobachtung ganz aus, und gelingen dennoch. Wahrscheinlich kommen daher hierbei die pulsatorischen Schwankungen als Wegweiser gar nicht in Betracht.

Kennt der Gedankenleser das aufzufindende Object nicht, dann concentrirt er seine ganze Aufmerksamkeit mit aller Willenskraft, die ihm zur Verfügung steht, einzig und allein auf die einzuschlagende Richtung, und, wenn sie gefunden ist, auf die Erreichung des Platzes, wo der Gegenstand sich befindet. Diesen letzteren selbst kann er dann nur durch Tasten errathen, indem bei der Berührung des richtigen Objectes wieder die eigenthümlich sanfte zustimmende Bewegung des Begleiters eintritt, welche man selbst erlebt haben muss, um diese ganze Erklärung zu verstehen und voll anzuerkennen.

Kennt der Gedankenleser den Gegenstand vorher, hat man ihm das Armband, das Bild, den Bleistift, die Uhr, die Nadel, die Münze vorher gezeigt, dann muss er dennoch nicht sogleich an ihn denken, sondern nur an die einzuschlagende Richtung, und erst wenn das Ziel erreicht worden, hat er wiederum durch Tasten das Object ausfindig zu machen, diesmal ohne auf missbilligende und gutheissende Bewegungen des Begleiters angewiesen zu sein, da das Object selbst ihm bekannt ist.

Es handelt sich also in erster Linie um die Auffindung eines Ortes, um eine räumliche Orientirung bei diesen Versuchen. So wie die dazu erforderlichen, fast immer unwillkürlichen Bewegungen fehlen, sowie sie durch zu starke impulsive Bewegungen, etwa Zittern, gestört oder durch mangelnde Aufmerksamkeit des Begleiters unterbrochen werden, misslingt das Experiment ebenso sicher, wie wenn man verlangt, der Gedankenleser solle ohne Fühlung mit dem Sehenden dessen Gedanken aussprechen oder aufschreiben. Schreiben oder Zeichnen, was dieser will, kann er nur, wenn seine Hand förmlich geführt wird. Darauf beruht das Errathen der Zahlen und lebhaft vorgestellter Figuren, welches mir deshalb leicht gelingt, weil ich mich dabei ganz passiv verhalte.

Ungeduld stört sehr auch den Sehenden. Selbst bei der grössten Übung und Empfindlichkeit misslingen die Versuche leicht durch Mangel an Geduld seitens eines der Betheiligten.

Dabei ist zu beachten, dass ein Individuum, welches gewohn-

heitsmässig nur sehr schwache unwillkürliche Muskelbewegungen macht und sich eine gewisse Selbstbeherrschung angeeignet hat, zu den erforderlichen verrätherischen Aktionen nicht bewogen werden kann, wenn es nicht will, ebenso wenig wie jemand, welcher sie macht, gezwungen werden kann, sie sich plötzlich abzugewöhnen.

Daher scheiterten regelmässig alle Versuche, bei denen ich von einem Gedankenleser erfasst wurde, obwohl ich mit peinlicher Strenge die Vorschriften erfüllte, aber alle Bewegungen der berührten Hand unterliess. Die ersten Versuche derart nahm ein in Amerika „dressirter“ *mind-reader* anlässlich des internationalen medizinischen Kongresses zu London im August 1881 mit mir vor, ohne auch nur annähernden Erfolg, weil ich schon damals die Überzeugung hatte und aussprach, man brauche nur nicht die Hand zu bewegen, um unerrathbar zu bleiben. Ich erblicke in diesen Versuchen um so mehr eine Bestätigung meiner Erklärung, als ein anderer Gelehrter von demselben Gedankenleser bei derselben Gelegenheit jedesmal richtig an den vorgestellten Gegenstand geführt wurde, und ich selbst nur dann als Errathender Erfolg gehabt habe, wenn ich die erwähnten unwillkürlichen hemmenden und ziehenden Bewegungen fühlte. Dasselbe scheint allen Gedankenlesern auch bei öffentlichem Auftreten ausnahmslos zum Erfolge nothwendig zu sein. Denn dieser fehlt gänzlich, wenn der zu suchende versteckte Gegenstand den Ort verändert dadurch, dass ohne Wissen Desjenigen, der ihn versteckte, ein Dritter ihn anderswohin bringt. Sowie dieser Dritte selbst der nachträglich berührte ist, dann lässt er sich oft leicht in dem neuen Versteck auffinden. Dieses Gedankenlesen ist also nur ein Finden eines Ortes mittelst unwillkürlicher Bewegungen.

Wer aber absichtlich den Gedankenleser durch überlegte Wendungen und Armbewegungen leitet, der kann natürlich ihn immerzu in die Irre führen und allerlei nicht zur Sache gehörende Seitenwege mit ihm einschlagen, wofür ich ebenfalls Beispiele anführen könnte.

Überhaupt ist die Grenze zwischen den hier allein betrachteten und nur durch unwillkürliche Bewegungen ohne irgend eine Täuschung zu Stande kommenden Leistungen und den ebenfalls als Gedankenlesen (*thought-reading* und *mind-reading*) bezeichneten Taschenspielerkunststückchen im einzelnen Falle nicht leicht zu ziehen. Auf beabsichtigter Täuschung beruht das vielfach angestaunte Lesen von Namen oder Zahlen mittelst der Stirn-



haut, nachdem vorher das Papier, auf welches sie geschrieben wurden, zusammengefaltet worden ist. Hier liegt ein sehr einfacher Kunstgriff vor, denn der angeblich mit seiner Stirn Lesende erkennt vorher an den Bewegungen des Bleistiftes oder der Feder und der Hand des Schreibenden die Form der Ziffern und Buchstaben, wenn die Beleuchtung gut ist, selbst in einer Entfernung von mehreren Metern.

Ich habe, um diese einfache Erklärung, deren Richtigkeit mir gesprächsweise öfters bestritten wurde, zu beweisen, obgleich mir alle Übung in derlei Spielereien fehlt, durch die Thür hindurch, nachdem der Schreibtisch richtig gestellt und genügend beleuchtet worden, mittelst einer kleinen Öffnung gelesen, was 3 Meter weit geschrieben wurde, und zwar ohne das Papier zu sehen, nur auf die Bewegungen des Bleistiftes während des Schreibens achtend. Das Auflegen der Zettel an die Stirn ist auf absichtliche Täuschung berechnet. —

Selbstverständlich gilt die ganze vorgetragene Erklärung nur für das Gebiet von festgestellten Thatsachen, für welches ich sie erprobt habe, das gewöhnliche Gedankenlesen. Dieses verlangt keine weitere Voraussetzung. Und es gibt überhaupt nicht eine einzige Thatsache, welche eine Gedankenübertragung ohne wahrnehmbare oder irgend welche sprachliche Vermittlung auch nur als vorläufige Hypothese zulässig erscheinen liesse. Für andere Erscheinungen sind andere Erklärungen nothwendig, z. B. für das angebliche Auffinden gestohlener Gegenstände durch Gedankenlesen. Möglicherweise kommt in solchen Fällen ein Spüren mittelst des Geruchsinnens in Betracht.

Derartige problematische, wenn auch von ungenügend Informirten apodiktisch behauptete Dinge gehören nicht in den Rahmen des hier skizzirten Bildes. Das allein hier erörterte Gedankenlesen im engeren Sinne ist davon unabhängig, und meine Erklärung desselben bezieht sich auf keine anderen Manifestationen.

Dass diese Erklärung eine an sich bis jetzt nicht befriedigend aufgestellte Thatsache zur Voraussetzung hat, nämlich den Einfluss des Vorstellungslebens und im Besonderen den der Anspannung der Aufmerksamkeit auf die Muskulatur, kann ihr nicht zum Vorwurf gemacht werden. Denn diese Thatsache steht schon längst fest und kann im gewöhnlichen Leben leicht bewahrheitet werden, wenn man nur auf die verschiedenen Bewegungen achtet, die ein Mensch ausführt. Schon das Schreien vor Schmerz, das Lachen beim Scherzen, das Schluchzen in trauriger Gemüthsstim-

mung sind Beispiele für das Auftreten unwillkürlicher specifischer Muskelbewegungen bei gewissen geistigen Erregungszuständen ohne erkennbaren notwendigen Causalnexus. Aber es gibt noch viele, welche einen direkten Zusammenhang beider ebenso vermissen lassen.

Wenn das Kind schreiben lernt, dann bewegt es oft die Zunge hin und her, schiebt es sie zwischen die Lippen vor, und wenn es beim Kopfrechnen Schwierigkeiten begegnet, dann dreht es wohl den Kopf und runzelt die Stirn. Passionirte Kegler pflegen nach jeder Kugel, die sie entsenden, irgend eine nicht weniger überflüssige Bewegung mit der Hand oder dem Fusse oder sogar mit dem ganzen Körper auszuführen, und das unnöthige, manchmal kaum merkliche Tactschlagen des Zuhörers im Concert mit Hand und Fuss gehört ebenfalls hierher. Die unwillkürlichen Bewegungen der Gedankenleser haben sogar noch eher einen kenntlichen Zusammenhang mit den lebhaften Vorstellungen, denen sie ihren Ursprung verdanken, als zahllose unnütze Muskelcontractionen der Kinder mit ihrem jeweiligen Gemüthszustande.

Schliesslich ist noch zu erwähnen die regelmässig nach Anstellung geglückter Experimente im Gedankenlesen eintretende Abspannung. Ein eigenthümliches Ermüdungsgefühl tritt auf, wahrscheinlich deshalb, weil das mehrere Minuten lang fortgesetzte Halten des Armes in derselben Lage und die enorme ununterbrochene Concentration der Aufmerksamkeit auf einen bestimmten Gegenstand mit einer ungewöhnlichen Steigerung der Gehirnthatigkeit verbunden ist. Ausserdem kann die ungewohnte, oft langdauernde Berührung eines Fremden zu Hautnervenerregungen führen, die, weil sie völlig neue sind, ebenfalls die Ganglienzellen stark in Anspruch nehmen mögen. Die Wirkungen der Berührung zweier Menschen aufeinander sind jedenfalls sehr complicirt und theils erregend, theils beruhigend. Soweit sie aber beim Gedankenlesen in Betracht kommen, für beide Theile nichts weniger als beruhigend. Daher ist die Anstellung solcher Experimente im Salon nur zur Kurzweil durchaus nicht unbedenklich. Ohnmachten kommen dabei nicht ganz selten vor. Viele haben mich versichert, es seien auf die Versuche schlaflose Nächte mit Kopfschmerzen gefolgt, und die Modekrankheit, die Nervosität, kann durch derartige Übungen nur begünstigt werden.

Es hat auch keinen wissenschaftlichen Nutzen, die Experimente in der bisher üblichen Weise vor einem grossen Publicum zu vervielfältigen; denn die fundamentale Thatsache von der Abhängig-

keit des Muskelsystems von psychischen Vorgängen ohne bewusste Betheiligung des Willens steht fest, und die Art und Weise, wie bei Concentration der Aufmerksamkeit auf eine einzige sehr klare Vorstellung ungewollt Muskelzusammenziehungen von bestimmtem Charakter eintreten, lässt sich nur im Laboratorium durch vereinte physiologische, morphologische und physikalische Untersuchungen ermitteln. Die eingangs erwähnte Methode kann auch nach dieser Richtung verwerthet werden.

Es liegt im Entwicklungsgang der Physiologie, dass man früher fast immer nur nach Thatsachen suchte, um die Abhängigkeit des Geistes vom Körper zu beweisen, aber Beweise für die Abhängigkeit des Körpers vom Geiste nicht suchte. Gerade diese aber sind besonders geeignet, die Erkenntniss zu fördern und mehr Licht zu bringen in das uralte Problem vom Zusammenhang des Leibes und der Seele.“

Der Vortrag des Herrn Walter über *Schmetterlingsmundtheile* wird auf die nächste Sitzung verschoben.

Herr Bardeleben kündigt seinen bereits früher (s. Berichte für 1884) angemeldeten Vortrag über *die Entwicklung der Fusswurzel* wieder an.

### 3. Sitzung am 6. Februar 1885.

1) Zuerst sprach Herr Alfred Walter:

#### Zur Morphologie der Schmetterlingsmundtheile.

Schon im vorigen Jahrhundert hatte Christian Fabricius darauf hingewiesen, dass in den Mundwerkzeugen eine treffliche Handhabe zur Classification der Insekten gegeben sei. Er gelangte indess dahin, zwei von einander weit getrennte Typen, Insekten mit beissenden oder kauenden und solche mit saugenden Mundtheilen aufstellen zu müssen. Savigny gelang es sodann 1816, die Homologie dieser Organe an sämtlichen Ordnungen der Insekten durchzuführen, auch bei den saugenden Insekten allenthalben die gleichen Stücke nachzuweisen, welche den Mundapparat der beissenden zusammensetzen. Die vermittelnden Uebergänge zwischen den mannigfachen Variationen des im Wesentlichen zwar gleichen Grundplanes fehlten indess überall, die Ordnungen standen mehr oder weniger scharf umschrieben neben einander und sind

wir bis heute darin kaum weiter gekommen, wie denn überhaupt über den natürlichen Zusammenhang der Insektenabtheilungen so grosse Unklarheit herrscht, als kaum in einer anderen Thierklasse. Die grösste Eigenart zeigt unzweifelhaft der typische Saugapparat der Schmetterlinge, sodass bislang noch nirgend ein Anklang an eine Form aus anderen Ordnungen bekannt geworden ist. Vor zwei Jahren begann ich aus diesem Grunde eine möglichst vollständige vergleichende Untersuchung der Schmetterlingsmundtheile, die sich allmählig über etwa dreihundert Species in einer Individuenzahl von mindestens siebenhundert Exemplaren ausgedehnt hat. Die kolossale Formenmenge hinderte bisher ein vollkommenes Erreichen des vorschwebenden Zieles, doch glaubte ich nun endlich auf den rechten Weg gelangt zu sein. Werfen wir zur Orientirung einen Blick auf das als gemeinsamen Ausgangspunkt aller Insektenmundtheile gültige Schema der beisenden oder kauenden Mundwerkzeuge, so finden wir dasselbe aus folgenden Theilen gebildet: Eine unpaare, in ihrer Form variirende und stets sich von der Mitte des Clypeus oder Stirntheiles des Kopfskeletes absetzende Oberlippe oder Labrum. Seitlich unter ihr die Mundöffnung übergreifend ein Paar Oberkiefer oder Mandibulä, durch starke Hornzähne an den Schneidenrändern sich als Kauladen documentirend. Ferner zwei Paar Maxillen. Das erste dieser setzt sich in jeder seiner Hälften aus folgenden Stücken zusammen. Ein Angelglied oder *Cardo*, ein Stielglied oder *Stipes*. Von diesem entspringt nach aussen ein mehrgliedriger *Palpus maxillaris*, bisweilen noch von einem gesonderten Plättchen der *Squama palpigera*. Nach innen zwei getrennte Maxillartaden, die innere *Mala interna*, die äussere *Mala externa* (in speciellen Fällen auch *galea*) genannt. Das zweite Maxillenpaar liefert durch unpaare Verwachsung in ihren basalen Theilen die Unterlippe oder das Labium. Die verwachsenen *Cardines* stellen hier das *Submentum* dar, die verwachsenen *Stipites* das *Mentum*. Von letzterem entspringen die *Palpi labiales*. Von diesen nach innen die frei bleibenden Aussenlader oder *Malae externae*. Zwischen letzteren endlich liegen die Innenlader, stets enge aneinander gelegt, oder meist sogar verschmolzen, so die eigentliche Insektenzunge oder *Ligula* der Autoren repräsentirend. Zu diesen bis auf die Oberlippe paarigen Organen kommen noch, wahrscheinlich allen Insekten eigen, jedenfalls an den meisten schon nachgewiesen, zwei unpaare Theile. Erstens der *Epipharynx* als Ausstülpung der oberen Rachen- oder Schlundwand und zweitens der *Hypopharynx*

als entsprechende Ausstülpung der unteren Rachenwand. Während der Epipharynx stets mehr oder weniger mit der Oberlippe verwächst, geht der Hypopharynx mit der Unterlippe eine Verbindung ein. Letzterer dient als Leitorgan für das Sekret der an seinem Grunde mündenden Speicheldrüsen. — Blicken wir daneben auf das von Savigny gegebene Schema für die Schmetterlingsmundtheile, so sollte dort in einer dreieckigen, meist spitzen membranös chitinosen Platte die Oberlippe zu erkennen sein, zwei seitlich davon angebrachte mit starken Borsten an ihrem Innenrand besetzte Platten die Rudimente der Mandibeln darstellen. Der Saug-Rollrüssel wird von den Laden des ersten Maxillenpaares (hier bloss in Einzahl vorhanden) gebildet, die mit ausgehöhlten Innenflächen sich aneinanderlegen und so den Saugkanal entstehen lassen. Der Rüssel entspringt vom Maxillenkörper oder der Rüsselbasis, die durch Verschmelzung von Cardo und Stipes entstanden sein sollte. Jene beiden Glieder lassen sich indess in sehr vielen Fällen noch deutlich unterscheiden, bald noch durch eine Trennungslinie, bald wenigstens durch gesonderte Muskelansätze. Vom Stipesteil entspringt der Palpus maxillaris, bei den höheren Lepidopteren stark reducirt, bei den niedersten Kleinfaltern mächtig entwickelt. Die Unterlippe endlich bildet eine spitz dreieckige oder herzförmige Chitinplatte, von der die meist drei, selten zweigliedrigen Labialpalpen entspringen. Bisweilen deutet eine senkrechte Mittellinie noch die Verwachsung des Labiums aus zwei Hälften an. — Meinert in Copenhagen und Tichomirow in Moskau hatten nun schon vor vier bis fünf Jahren die Ansicht ausgesprochen, dass die von Savigny als Mandibeln gedeuteten Theile nicht wohl solche sein könnten, sondern wohl zur Oberlippe gehören müssten, worauf dann die als Oberlippe früher gedeutete Platte ein Analogon zum Epipharynx anderer Insekten sein dürfte. Beide Autoren hatten indess, blos hochentwickelte Grossschmetterlinge untersuchend, beim weiteren Homologisiren Fehler begangen und ihre Meinung nicht zur Geltung bringen können, so dass nachher erschienene Arbeiten, so von Kirbach, stets die alte Deutung beibehalten hatten. — Jene früher für Mandibelreste angesehenen Theile sind nun in der That keineswegs selbständige Organe. Starke Verhornung der Ränder, bedingt durch den Borstenansatz, liessen eine selbständige Abgliederung vertauschen. Sie hängen in der Mitte gleichmässig zusammen und stellen somit nichts weiteres dar, als die stark vorspringenden Ecken einer tief ausgeschnittenen Oberlippe. Die als Oberlippe gedeutete feinste

Börstchen tragende Platte ragt unter dem mittleren Theile jener vor, ist blos an der Basis mit jener verwachsen und somit zweifellos ein Epipharynx. So deutlich ich diese Lagerungsverhältnisse an zahlreichen Präparaten erkennen kann, vermag ich den Beweis nun noch dadurch zwingend zu machen, dass ich echte Mandibeln auch an Schmetterlingen neben den zwei erwähnten Organen aufgefunden habe. Die Angaben Meinerst's und Tichomirow's vom Vorkommen solcher bei Grossfaltern, nach Meinert einzig in den Genera *Smerinthus* und *Zygaena*, muss ich zurückweisen. Für sämtliche Grossschmetterlinge leugne ich durchaus das Vorhandensein von Oberkiefern, auch in rudimentärer Form. Sie sind mit der Ausbildung des Saugrüssels ausser Funktion gesetzt und auf Kosten dieses bis zum Schwund eingezogen. Dagegen finde ich die Mandibeln noch in der Form beissfähiger Kauladen in der Kleinschmetterlingsgattung *Micropteryx*, welche ich schon in meiner Dissertation in Uebereinstimmung mit Speyer auf Grund der sechsgliedrigen Maxillarpalpen als niederste Schmetterlinge in Anspruch genommen hatte. Unter Oberlippe und Epipharynx liegen hier diese Organe als starke Hornstücke. Kräftige Hornzähne am Schneidenrande, zwei der für diese Kauladen typischen Gelenkhöcker, nebst einer Gelenkgrube am Basalrande, schliessen jeden Zweifel der Deutung aus. In reducirter Form vermochte ich Mandibeln dann noch in einigen Kleinfaltergattungen zu erkennen. So sind sie zahlos lang und mehr schwertförmig bei *Tinea* und *Tineola* sowie bei *Hyponomeuta*. Mehr kolben- oder keulenförmig bei den *Pyralo-Crambiden* etc. schieben sich aber stets, an den Genä oder Wangentheilen des Kopfskeletes eingelenkt, mit ihrem Schneidentheile zwischen die Oberlippenecken und die Rüsselbasis ein. —

Auch die übrigen Mundtheile des *Micropteryx* zeigen ein noch höchst primitives Verhalten. Am ersten Maxillenpaare sind *Cardo* und *Stipes* völlig gesonderte Glieder. Von letzterem geht nach aussen der sechsgliedrige *Palpus maxillaris* ab, in zwei- bis dreifacher Kniebiegung sich über die Gesichtsfäche legend und die Mundtheile vollkommen verdeckend. Neben ihm finden sich zwei getrennte Maxillarläden. Die äussere dieser stellte die primitivste Anlage eines Schmetterlingsrüssels dar. Als kurzer im oberen Theile weichhäutiger, an der Basis verhornter Schlauch, oder kurzes Zapfchen, trägt sie an der Innenfläche lange Chitinanhänge, die ihr ein kammförmiges Aussehen verleihen. Die Innenlade besteht aus einem stark hornigen hohlmeisselförmigen

Stück, das mit seiner Rinne seitlich die Innentheile der Unterlippe stützt. So vermögen sich die Rüsselanlagen noch nicht aneinander zu legen, sondern stehen weit getrennt an den Seiten der Mundöffnung, bloß mit den Spitzen convergirend. — An der Unterlippe entspringen vom Mentum dreigliedrige Labialpalpen, hinter diesen zwei mit starken Borsten besetzte Chitinplatten, die freien Aussenladen, zwischen diesen endlich finden sich die Innenladen zu einem kurzen breiten Röhrechen verwachsen, das von innen nach aussen abgestützt, nach aussen geöffnet scheint. An die helle membranöse Innenwand dieses legt sich noch ein zweites Röhrechen oder Halbröhrechen, das als Hypopharynx in Anspruch zu nehmen ist. Bei den höheren Micropteryginen ändert sich bereits das Verhalten. Bei ihnen haben die Mandibeln bereits die Zähmung verloren. An den ersten Maxillen findet sich bloss eine Lade, die durch Aneinanderlegen der beiderseitigen Theile einen kurzen schon leicht rollbaren Rüssel bildet. Die Unterlippe ist lang und spitz ausgezogen, läßt am Grunde aber noch das Hypopharynxröhrechen erkennen. — Unerlässlich war bei dem vorgeetzten Plane auch eine Untersuchung derjenigen Kleinschmetterlinge, deren Metamorphose sich im Wasser abspielt. Etwa 10 Arten solcher, aus vier bis fünf Genera, sind in Deutschland einheimisch. Unter ihnen ist *Acentropus* am innigsten ans Wasser gebunden. Nicht allein, dass die Raupe und Puppe untergetaucht an *Ceratophyllum submersum*, selten an *Potamogeton*, leben, sondern auch die Imago, das ausgebildete Insekt, entfernt sich nie von dem Spiegel des Wassers. Nach Angabe der Beobachter flattert das ♂ über demselben auf und nieder, sich auf schwimmende Blättchen etc. setzend. Das flugunfähige ♀ sollte sogar nach H. v. Heynemann schwimmend das ♂ zur Begattung erwarten. Nach brieflicher Mittheilung zuverlässiger Beobachter (des Herrn Gerichts-Notar C. H. Reutti am Bodensee) ist das Schwimmen des ♀ allerdings bloss Nothlage. Immerhin aber gehört unter den luftlebenden Insekten *Acentropus* mit zu den entschiedensten Wasserthieren. Bisher hatte einzig Speyer den *Acentropus* auf seine Mundtheile hin untersucht, wenn wir von den alten Arbeiten absehen. Zu seinen Ergebnissen vermag ich eine Reihe von Ergänzungen und Berichtigungen hinzuzufügen, die an anderem Orte ausgeführt werden sollen. Im Endresultate stimme ich aber darin mit Speyer überein, dass *Acentropus* uns keinerlei Uebergangsform zwischen Lepidopteren und niederen mehr wasserlebenden Insekten darbietet, sondern in allen Stücken ein typisches

Lepidopteron ist, freilich mit einer Reihe interessanter morphologischer Eigenheiten. Anfangs war ich auch geneigt, diese mit Speyer insofern für besonders wichtig zu halten, als man ihre Entstehung eher auf dem Wege lange fortgesetzter Vererbung, denn auf dem sekundärer Anpassung ans Wasserleben entstanden, sich denken könnte. Nachdem ich nun aber die wirklich primitivsten Formen der Schmetterlingsmundtheile kennen gelernt und am *Acentropus* keine Spur derselben, wie auch keinerlei Anklang an irgend ein niederes Insekt gefunden habe, scheint mir doch mehr für ein sekundäres Verhalten zu sprechen. Einige der morphologischen Verhältnisse, so Zweigliedrigkeit der Labialpalpen, bis an Schwund grenzende Reduktion von Oberlippe und Epipharynx finden sich sonst einzig bei Formen mit sekundär verkümmerten Fresswerkzeugen. Ein sehr enges Zusammenliegen der Mundtheile zeigt Verhältnisse, die sich stets bei den Schmetterlingen während des Puppenstadiums finden. — Die übrigen Wasserschmetterlinge *Paraponyx*, *Cataclysta*, *Hydrocampa* bieten nichts auffälliges, sondern sind in allen Stücken typische Pyraliden, mit entwickeltem Rüssel etc.

Es erübrigt noch eine oft und selbst von Speyer geltend gemachte Ansicht zurückzuweisen, dass nämlich *Cossus* und einige andere Grossschmetterlinge mit ganz kurzen oder fehlendem Rüssel tief an die Basis des Schmetterlingsstammes zu stellen seien. Für all' diese Formen vermag ich zwingend eine späte secundäre Reduction aus bereits hoch entwickelten langrüsseligen Formen zu erweisen, und zwar auf Grund der Rüsseltrachee. In jedem wohlentwickelten Rüssel durchzieht dieselbe diesen in gleichmässigem Verlaufe, nur schwache Wellungen bildend. Sobald aber bei einem Grossfalter oder höheren Kleinfalter auffällige Rüsselkurze sich zeigt, entspricht die Trachee nie an Weite ihres Lumen oder in ihrer absoluten Länge diesem mangelhaften Entwicklungsgrade der sie bergenden Maxillarlade, sondern bleibt starklumig und lang, muss sich deshalb im Rüsselrest in Schlingen legen und zusammenknäueln. Bisher war in der Literatur nur von Breitenbach das Verhalten für einen Fall an *Arctia Caja* verzeichnet, dort aber als pathologisches Verhalten angesehen, auf Kosten einer allgemeinen Verkrüppelung des Br. vorgelegenen Exemplares geschoben worden. An einer langen Reihe von Formen habe ich jetzt alle Stufen der Reduktion und die ihnen genau entsprechend zunehmende Tracheenverschlingung zusammengestellt. Sehr lehrreich ist unter den Spinnern hiefür die Gruppe der *Arctiidae*



im weitesten Sinne. Ihre Gattungen *Deiopeia*, *Pleretes* und *Callimorpha* besitzen lange und in jeder Beziehung wohlentwickelte Rüssel wie die Tagfalter, Eulen etc. Die Trachee durchzieht dieselben einfach von der Basis bis zur Spitze. Bei *Nemophila Russula* und *Plantaginis* ist der Rüssel, auch im Verhältniss zur Gesamtgrösse des Thieres, bedeutend kürzer und die Trachee bildet in der Rüsselspitze hier eine starke Verschlingung. Bei *Arctia Purpurata* und *Villica* wird dieselbe stärker. Bei *Arctia Casta* stellt sich ausser der Schlingung in der Spitze eine weitere tiefer gelegene ein. Bei *Arctia Caja* dazu eine dritte, die bis zur Mitte der Rüssellänge hinabreichen kann. Bei *Arctia maculosa* geht sie bis nahe zur Basis. Bei *Euprepia Pudica* reiht sich Schlinge an Schlinge von der Basis bis zur Spitze des ganz kurzen Rüsselrudimentes. Nehmen wir dazu endlich eine Form wie etwa *Cossus Ligniperda*, deren Maxillarladen nur noch als ganz kleine Papillen an den Ecken der Mundöffnung zu entdecken sind, so werden diese von einem wirren Tracheenknäuel erfüllt. Eine ganz ähnliche Reihe liefert die Familie der *Notodonten* und wo überhaupt ich unter *Grossfaltern* und höheren *Kleinfaltern* (mit Ausnahme von *Acentropus*) einen auffällig kurzen, oder bis zum Schwund reducirten Rüssel fand, suchte ich auch nie vergeblich nach der Aufschlingung der Trachee. Anders unter den *Kleinfaltern* mit entwickeltem Maxillarpalpus. In dem auch verhältnissmässig sehr kurzen Rüsselchen der höheren *Micropteryginen*, wie bei einigen Arten von *Tinea*, das noch kaum leicht rollbar oder mehr erst krümmbar ist, konnte ich bisweilen ein feines Tracheenrohr von der Basis bis zur Spitze gleichmässig verlaufen sehen. Hält man dieses Verhalten dem vorher geschilderten gegenüber, so lässt sich das für kurzrüsselige *Gross-* und solche Formen höherer *Kleinfalter* (z. B. bei *Aglossa*) wohl einzig dahin erklären, dass bei secundärer Reduction eines bereits wohlentwickelten langen Rüssels, die Rüsseltrachee mit diesem nicht den gleichen Reductionsschritt einhält, sondern vielmehr eine ihr erblich eigenthümliche Länge mit grosser Resistenz zu wahren bestrebt ist.

Kehren wir nun nochmals zu den Mundtheilen des *Mikropteryx* zurück, so glaubte ich gleich mit der Auffindung jener Verhältnisse dem Ausgangs- und Anknüpfungspunkte für die Schmetterlingsmundtheile nahe gerückt zu sein. Ihn genau festzustellen, bleibt immerhin schwierig. Speyer hatte in seiner Ge-

nealogie der Schmetterlinge, die enge Verwandtschaft derselben mit den Phryganiden nachzuweisen gestrebt. Er gelangte indess zu dem Schlusse, dass trotz vielfacher Uebereinstimmung eine weite Kluft, gegeben namentlich durch die Mundtheile der Imagines, beide Gruppen trennt. Diese vermag auch Mikropteryx nicht zu überbrücken. Ich hatte sodann an die Dipteren gedacht, dazu veranlasst durch die schwertförmigen Mandibeln von Tinea, die lang ausgezogene Unterlippe der höheren Mikropteryginen und das Vorkommen echter Schmetterlingsschuppen bei langrüsseligen Mücken. Die übrigen Verhältnisse lassen sich indess nicht in Einklang bringen. Endlich habe ich nun die grösste Uebereinstimmung unter niedersten Hymenopteren, in der Abtheilung der Blattwespen gefunden. Bloss bei Hymenopteren finden wir oft noch an der Imago eine stark ausgeschnittene Oberlippe, bloss bei ihnen und den Schmetterlingen einen grösstentheils freien nur an der Basis mit der Oberlippe verwachsenen Epipharynx. Die Mandibeln sind beissende Kauladen. An der ersten Maxille findet sich bei Blattwespen ein meist sechsgliedriger Palpus maxillaris, der sich dann Glied um Glied in den höheren Formen reducirt, genau wie bei den Schmetterlingen. Neben ihm sind zwei freie Maxillarladen vorhanden, deren innere meist rinnenförmig gehöhlt seitlich die Innentheile der Unterlippe stützt, wie bei Mikropteryx. An der Unterlippe finden sich 4, selten 3gliedrige Labialpalpen, freie Aussenladen und zu einem kurzen von innen nach aussen abgestutzten Röhrechen verwachsene Innenladen, wenigstens in manchen Formen. Endlich bei allen Hymenopteren ein kurzer Hypopharynx. Mit Zuhilfenahme der Metamorphose, namentlich der Larven, der Puppenspinne etc. lässt sich diese Uebereinstimmung noch bedeutend vervollkommen. — In der Metamorphose und Morphologie bieten überhaupt Diptern, Hymenoptern, Lepidoptern und Phryganiden eine Summe von übereinstimmenden Verhältnissen dar, die in keiner anderen Ordnung sich wiederfinden; und zwar derart, dass dieselbe zwischen den 3 erstgenannten grösser ist, bei den Phryganiden einige derselben fehlen und an ihre Stelle, so in den Mundtheilen der Imagines und in den Ausdehnungsverhältnissen der Flügel, direkte Uebergänge zu den niederen beissenden Insekten gegeben werden. Auf Grund eigener vergleichender Untersuchungen, wie umfassenden Literaturstudiums halte ich dafür, dass die Diptern, Hymenoptern und Lepidoptern, also die alte Gruppe der Insecta sugentia, eine natürlich umschriebene darstellen, deren gemeinsamer Ausgangspunkt unter den

Neuropteren in der Familie der Phrygamiden liegt. Unter den Suggestia sind es dann die Lepidoptern und Hymenoptern, die mit ihren primitivsten Formen eng zusammenstossen, in ihren höchsten weit divergiren, beide in den niedersten Formen eine Reihe von Merkmalen besitzend, die einen engen genetischen Zusammenhang mit den Diptern andeuten. Die speciellen Anknüpfungspunkte an diese werden sich sicher herausstellen, sobald ihre primitivsten Formen eingehend vergleichend untersucht sein werden und nicht bloss die höchsten durch Parasitismus, sekundäre Anpassung ans Blut-saugen etc. in ihren eigensten Verhältnissen getrübtten Formen.

In einer grösseren Arbeit, die neben der detaillirten Darstellung der hier kurz referirten Befunde, noch einige weitere vergleichend morphologische Thatsachen, an grossem Materiale gesammelt, bringen soll, will ich zum Schlusse die angedeuteten Uebereinstimmungen zwischen den genannten Ordnungen sorgfältig zusammenstellen und hoffe mit dem ganzen das richtige Verständniss vom natürlichen Zusammenhang der Insektenordnungen um einiges fördern zu können.

An der Discussion betheiligen sich die Herren Haeckel und Fürbringer.

2) Darauf sprach Herr Karl Bardeleben:

### **Zur Entwicklung der Fusswurzel.**

(Ein neuer Tarsusknorpel beim menschlichen Embryo und eine neue, sechste, Zehe bei Beutelhieren.)

M. H.! Bereits im October 1884 (s. Sitzungsberichte für 1884, 11. Sitzung) hat das Thema, über welches ich Ihnen heute neue Mittheilungen zu machen gedenke, auf der Tagesordnung gestanden. Ich bin indess, als damaliger Vorsitzender, da andere Mitglieder Vorträge angemeldet hatten, zurückgetreten. Die Untersuchungen, auf welche ich mich heute beziehe, sind im Anschluss an frühere, über die ich der Gesellschaft bereits drei Mal zu berichten die Ehre hatte (Sitzungsberichte für 1883, Sitzungen vom 1. März, 27. April und 8. Juni), angestellt worden und zwar im Laufe des Sommers 1883. Mein Plan, alle meine vergleichend-anatomischen und -embryologischen Studien über den Tarsus der Säugethiere in einer Monographie niederzulegen, hat sich wegen Mangel an genügendem embryonalen Material, sowie an Zeit noch nicht verwirklichen lassen. Die Absicht, weitere vorläufige Mittheilungen über die seit Februar 1883 mit grossen, ausser dem

Bereiche meines Willens liegenden Unterbrechungen im Gange befindlichen Untersuchungen nicht mehr zu machen, wurde durch die mir Ende September 1884 auf der Magdeburger Versammlung durch Herrn Collegen ALBRECHT (Brüssel) mündlich gemachte Mittheilung, er halte nicht mein Trigonum, sondern den Talus für das Intermedium, das Trigonum sei homodynam dem Triquetrum der Handwurzel, — sowie durch die im October 1884 erfolgte gütige Zusendung einer Arbeit des genannten Forschers (*Sur les homodynamies qui existent entre la main et le pied des mammifères. Presse méd. belge. No. 42. 19. Oct. 1884*) vereitelt.

Die schon MECKEL (*System der vergl. Anatomie, II. Th. 2. Abth. S. 457 u. 458*) bekannte Zweitheilung des Naviculare tarsi bei Nagern hatte ich im Sommer 1883 beim menschlichen Embryo gesehen und nahm Gelegenheit, dies Herrn Prof. HIS in Leipzig (am 25. October 1884) an seinen eigenen Präparaten zu zeigen. Vor einigen Tagen las ich nun eine Arbeit von BAUR (*Zur Morphologie des Tarsus der Säugethiere. Morphol. Jahrbuch Bd. X, Heft 3, S. 458–461*), deren Titel mir vor kurzer Zeit aus der Buchhändleranzeige in der Beilage des *Zoolog. Anzeigers* bekannt geworden war, die ich aber, da erst heute (6. Februar 1885) das betreffende Heft des *morphol. Jahrbuchs* für unsere Gesellschaft resp. die hiesige Universitäts-Bibliothek eingelaufen ist, nur durch die Güte meines Chefs, des Herrn Prof. HERTWIG, vor einigen Tagen erhielt. BAUR weist, wie ALBRECHT (s. o.), auf die Zweitheilung des Naviculare bei Nagethieren hin und gibt an, dass er bei *Cavia* und bei einem Hunde-Embryo den zweiten, inneren Knorpel („Sesambein“ früherer Autoren) gleichzeitig mit den anderen Tarsus-Elementen gesehen habe. BAUR spricht diesen inneren Knorpel resp. Knochen als das Tibiale an und sieht sich in Folge dessen veranlasst, mein Trigonum als „Sesambein“ zu bezeichnen, da er den Talus bei Embryonen (welchen? aus welchem Stadium?) immer nur aus einem Stücke bestehend finde. Der Talus sei das Intermedium.

Ich muss nun offen gestehen, dass ich mich mit der bisher herrschenden Ansicht, das Naviculare tarsi sei das oder ein Centrale, resp. bestehe nur aus einem solchen, niemals recht habe befreunden können. Dass das Centrale tibialwärts wandere, war ja glaublich, aber dass es ganz an den inneren Rand gelange, unwahrscheinlich. Meine in meinem ersten Schema (1883, April) einstweilen hypothetisch ausgesprochene Idee, dass dann auch das Centrale carpi an den radialen Rand gelangen könne oder müsse,

dort die Tuberositas ossis navicularis carpi bilde, fand Widerspruch seitens LEBOUCCQ's, und zwar mit Recht; auch ich habe mich inzwischen an Präparaten vom Carpus menschlicher Embryonen, welche ich der Güte des Herrn Prof. His in Leipzig verdanke, von der Unhaltbarkeit dieser Auffassung überzeugt.

Ich fand nun, wie gesagt, am Naviculare tarsi bei menschlichen Embryonen des 2. Monats einen zweiten, kleineren Knorpel, der auf Flächenschnitten die Form eines rechtwinkligen Dreiecks zeigt, dessen Hypotenuse dem inneren Fussrande entspricht, dessen kleinere Kathete proximal gerichtet dem Talusknorpel, dessen grössere distal-fibular gelegene Kathete dem bisher als Centrale tarsi betrachteten und allein bekannt gewesenen Hauptknorpel des späteren Naviculare anliegt.

Es erheben sich nun mehrere Fragen:

1) Ist durch den Nachweis dieses neuen, wie ich nach übereinstimmenden Befunden an Schnittserien von fünf Embryonen der 6.—8. Woche annehmen muss, constanten, typischen Tarsus-Elementes meine Auffassung, dass das Trigonum das Intermedium ist, hinfällig geworden? Ist das Trigonum jetzt gewissermassen überzählig oder überflüssig?

Meiner Ansicht nach nicht. Nach wie vor muss ich das Trigonum, da es gerade so typisch angelegt wird und auf den Präparaten gleichzeitig mit dem oben beschriebenen Knorpel vorkommt, als das Intermedium, oder vielleicht richtiger als ein Intermedium (etwa  $i_1$ ) auffassen.

2) Was wird nun aus dem Talus s. s., dem grösseren distalen Abschnitte des Astragalus, wie ich, um Verwechslungen zu vermeiden, Talus + Trigonum nenne?

Dass der Talus s. s. das Tibiale sei, kann ich nicht mehr annehmen. Ich habe in meinem Schema überhaupt nur, auf die Autorität GEGENBAUR's u. A. gestützt, die bisherigen Homologien acceptirt. Ich halte den neu von mir beim menschlichen Embryo gefundenen Knorpel für das Tibiale. Das Naviculare tarsi besteht sonach aus dem Tibiale + Centrale oder richtiger, einem der beiden Centralia, sagen wir  $c_2$ , d. h. das Naviculare besteht an Hand wie Fuss schliesslich doch aus homodynamen Elementen, dort Radiale + Centrale, hier Tibiale + Centrale. Die alten Anatomen haben also Recht gehabt, beide Knochen mit denselben Namen zu belegen! Damit bleibt für den Talus s. s. nur übrig: entweder ein Centrale ( $c_1$ ) oder ein Intermedium ( $i_2$ ).

Das Pisiforme homologisire ich jetzt, wie das früher geschah und wie ALBRECHT es auch wieder thut, mit dem ganzen Calcaneus, nicht nur mit seiner Tuberositas.

Als Ausdruck meiner jetzigen Ansicht gebe ich folgendes Schema

ob. Extrem		unt. Extrem.	
navi-   radialer Hauptth. d. nav. —	radiale, tibiale —	cartil. tuberos. nav.	} naviculare
culare   centrale (Rosenbg.) —	— centrale (2) —	Hauptth. d. navie.	
lunatum	— intermedium (1) —	trigonum (Bardel.)	} astragalus
triquetrum	— centrale (1) —	talus s. s.	
	(oder intermedium 2?) —	— calcaneus	} d. höheren Sänger
pisiforme	— ulnare, fibulare —		

(An dem unter dem Mikroskop befindlichen Präparate kann man das Intermedium (Trigonum) am proximalen Ende des Talus und den tibialen Knorpel an sieben auf einander folgenden Schnitten deutlich gleichzeitig erkennen.)

Die Zweitheilung des Naviculare tarsi ist beim erwachsenen Menschen als eine sehr seltene Varietät beschrieben worden, so von W. GRUBER. Dass ich das Verhalten beim Embryo aus der Mitte und dem Ende des 2. Monats constant finde, habe ich bereits angegeben. Wie lange die Trennung dauert, vermag ich wegen Mangel an Material noch nicht genau zu sagen. Meine Vermuthung, dass sich in der Pubertätszeit vielleicht ein besonderer Knochenkern anlege und das Naviculare eine Zeit lang aus zwei Knochen bestehe, wie es beim Embryo zeitweise aus zwei Knorpeln besteht, hat sich, soweit das Material der Sammlung in Jena erkennen lässt, bestätigt. (Vgl. RAMBAUD und RE-NAULT.) Meist war das tibiale Knöchelchen allerdings bei der Maceration verloren gegangen, jedoch zeigte die mediale Fläche des übrig gebliebenen Hauptstückes deutliche Spuren des künstlich „abhanden“ gekommenen Elements. Einmal konnte ich das innere Knöchelchen am Naviculare eines 15jährigen Individuums nachweisen. Es ist 8 mm lang, 5 mm breit, 2 mm dick. (Das Präparat circulirt in der Gesellschaft.)

Eine genaue Durchsicht aller auf der hiesigen Anatomie befindlichen Exemplare von Naviculare tarsi, sowie der Fuss- oder ganzen Skelete ergab ferner, dass man bei fast  $\frac{1}{3}$  der Erwachsenen die Spuren der früheren Trennung in deutlicher Weise, oft als rings um den inneren Theil des Knochens (Tuberositas) sagittal verlaufende Naht nachweisen kann.

Ich möchte nun für beide von mir bei menschlichen Embryonen zuerst gesehenen Knorpel dasselbe Recht beanspruchen. Die Beweise, welche BAUR dafür anführt, dass der von ihm bei *Cavia*

und Hund gefundene Knorpel kein Sesambein, sondern ein typisches Tarsus-Element sei, acceptire ich vollständig. Es war, seitdem ich den Knorpel beim Menschen fand, auch meine Ansicht. Denselben Beweis kann man aber auch für mein Trigonum führen, welches ich nach allem mir darüber Bekannten als das Intermedium ansprechen musste und muss. Embryonen von Beutelhieren oder Monotremen habe ich bisher noch nicht erhalten können. Dass gerade aber der Mensch zwei bisher unbekannte Tarsus-Elemente embryonal anlegt, um sie dann gelegentlich beim Erwachsenen als Varietät getrennt zu erhalten, ist ein neuer Beweis für die von mir zuletzt im *Biolog. Centralblatt* (Bd. IV, 1884, S. 374 ff.) gekennzeichnete Stellung des Menschen in der Thierreihe.

Ehe ich über embryonales Material von niederen Säugern verfüge, kann ich auch eine weitere Frage nicht entscheiden, die ich hier, da es mir um die Sache, nicht um persönliche Interessen zu thun ist, erwähnen möchte. Die schon lange bekannten überzähligen Skelettheile am inneren Fussrande bei Nagern, Ornithorhynchus und Beutelhieren könnten entweder Tarsus-Elemente oder aber Metatarsus- resp. Zehen-Rudimente sein. Bei *Didelphys cancrivora* (Sammlung Jena, Nr. 2408) finde ich beiderseits ein ausserordentlich stark in die Breite entwickeltes, weit über den inneren Rand des I. Metatarsus medial herausragendes erstes Keilbein („tarsale I<sup>o</sup>“), welches — in Gestalt einer sagittal verlaufenden Naht — eine frühere Zweitheilung erkennen lässt und ausser dem Hallux-Metatarsus noch einen zweiten, ähnlichen Knochen von 4 mm Länge, 2,5 mm Breite (an Basis), 2 mm Dicke trägt. (MECKEL, l. c. S. 459 sagt: „Bei den Didelphen trägt das erste Keilbein hinten einen ansehnlichen Nebenknochen . . .“) Das Naviculare erstreckt sich gleichfalls sehr weit nach innen, ebensoweit, wie das tarsale I, und zeigt gleichfalls die Andeutung einer Zweitheilung. In dem oben beschriebenen, am tarsale I articulirenden Knochen erkenne ich, bis ich durch embryonale Untersuchungen eines Besseren belehrt werde, eine rudimentäre sechste Zehe.

Auf einer Studien-Reise durch Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich und England hoffe ich das vergleichende und embryonale Material zu erlangen, um die Fragen des Säugethier-Tarsus zu lösen. Meine bereits vor zwei Jahren Herrn Prof. MARSH in New-Haven Connect. (Nordamerika) kund gegebene Absicht, sein Yale College Museum, das unermessliche Schätze bieten muss, zu diesem Zwecke zu besuchen, hoffe ich, wenn die bei deutschen Forschern bekannten „äusseren Umstände“ es gestatten, später

auszuführen, falls mir Herr BAUR, der dort an der Quelle sitzt, um die vor zwei Jahren von mir in Fluss gebrachte Angelegenheit des Säugethier-Tarsus monographisch zu bearbeiten, gütigst etwas übrig lässt. Vielleicht erfahre ich dann auch authentisch, was man unter einem „Sesambeine“ zu verstehen habe, warum z. B. mein mit drei Gelenkflächen an Tibia, Fibula und Talus s. s. articulirendes Trigonum ein Sesambein sein soll, wenn der an Talus und Naviculare s. s. mit zwei Gelenkflächen grenzende Knorpel kein solches ist.

An der Discussion nehmen Theil die Herren Haeckel und Hentschel.

#### 4. Sitzung am 20. Februar 1885.

Im physikalischen Institut.

1) Zuerst sprach Herr Prof. Dr. E. Reichardt

#### Ueber Untersuchung und Beurtheilung des Trinkwassers vom Standpunkte der Gesundheitspflege.

Der Vortrag schliesst sich an den schon früher über denselben Gegenstand gehaltenen an, um die neueren Erfahrungen auf diesem Gebiete vorzuführen, namentlich auch bezüglich der Untersuchung auf Mikroorganismen nach dem Verfahren von Koch durch Züchtung mit Nährgelatine.

In neuerer Zeit wird versucht, dem Trinkwasser in seiner Beschaffenheit als Nahrungsmittel keine besondere Bedeutung beizulegen und es als ziemlich gleichgültig hingestellt, ob man Flusswasser, Grundwasser oder wirkliche reine Quellen verwende. Diese Ansicht stützt sich auf Angaben, welche beweisen wollen und sollen, dass das Trinkwasser überhaupt nicht zur Verbreitung der ansteckenden Krankheiten beitrage, vielmehr nur Luft und Boden die Träger der Ansteckungsstoffe seien und namentlich in letzterem die Bedingungen zur Entwicklung gesucht und gefunden werden müssten! Bei der thatsächlich so mangelhaften Kenntniss der Ursache der Entstehung und Verbreitung ansteckender Krankheiten sind derartige Aussprüche um so weniger angezeigt und vielmehr der einzig richtige Grundsatz der Gesundheitslehre festzuhalten, möglichst reine Nahrung und Umgebung zu schaffen, da die Ursachen gewiss mannigfacher Art sein können, örtlich verschieden, einfacher und zusammengesetzter Natur! Betrachtet man aber die



Möglichkeiten der Verbreitung der ansteckenden Krankheiten durch die äussere Umgebung, so würden diese in der Luft, dem Wasser und dem Boden zu suchen sein und letzterem sogar wegen seiner ruhigen Lage der mindere Grad der Schädlichkeit angehören, ebenso der Luft wegen der möglichen raschen Erneuerung, so dass dem Wasser als dem leichter beweglichen und doch länger verweilenden Materiale der grösste Grad der Uebertragbarkeit zufallen würde. Hiermit stimmt auch die Erfahrung überein, dass erst durch Schliessung des Brunnens die Epidemie beseitigt wurde, durch Kochen das Wasser seine schädliche Wirkung verlor u. s. w. Betrachtet man ferner das, was man über die Schädlichkeit des Bodens kennt, so beruht die schädliche Umgestaltung in demselben auf dem Steigen und Fallen des Wassers, des Grundwassers, auf den durch diesen Wechsel erst möglichen Luftzutritt und die regere chemische Thätigkeit, in deren Folge die gesundheits-schädlichen Verhältnisse allein entstehen könnten! Jedoch ist es ja Koch in Indien sogar gelungen, die Cholerabakterien in Wasser aufzufinden und die Ansteckung durch dieselben zu beobachten. Alle diese Thatsachen führen zu dem Schlusse, dass man bei diesen Fragen der Gesundheitspflege um so vorsichtiger sein müsse und in keiner Weise von der Forderung der grösstmöglichen Reinheit abstehe solle.

So oft mir Gelegenheit geboten wurde, Wasser zu prüfen, welches in dem dringenden Verdachte der Verbreitung ansteckender Krankheiten stand, ist auch stets, früher allein die mikroskopische Untersuchung, jetzt die Züchtung der Mikroorganismen nach Koch mit in Anwendung gelangt und ohne Ausnahme auf beide Weisen bestätigt worden, dass in solchem fraglichen Wasser eine ganz ungewöhnliche Menge von Pilz- und Bakterienkeimen vorhanden waren. Schliessung des betreffenden Brunnens, oder im Nothfalle nur Verwendung länger gekochten Wassers haben ebenso ausnahmslos die beste Hülfe gewährt und oft die sofortige Begrenzung der Epidemie bewirkt, wie mir die betreffenden Aerzte mit unwiderleglichen Beispielen bewiesen. In sehr vielen Fällen, auf Dörfern und in Städten, war es gegeben, die Ansteckung und Verbreitung des Typhus und anderer Epidemien auf einen bestimmten, verunreinigten Brunnen zurückzuführen; der Genuss des Wassers konnte genau so weit verfolgt werden, als die Krankheit sich ausgebreitet hatte. Man sollte meinen, dass so vielen thatsächlichen Beobachtungen gegenüber die Frage als erledigt betrachtet werden könnte, aber ebenso einseitig würde es sein, dem Trinkwasser

allein eine solche schädliche Wirkung beizumessen. Bei jeder Epidemie wird man in der Aufsuchung der Ursachen mit den örtlichen Verhältnissen rechnen müssen, welche eben so mannigfaltig gestaltet sein können.

Die Fälle, wo man den Ansteckungsheerd auf bestimmte Häuser, bestimmte Wohnungen, eine bestimmte, bewohnte Scholle Erde zurückführen konnte, oder auf benachbarte Canäle u. s. w., sind ebenso bekannt und gewichtig. Die Beschaffung eines reinen, gleichbleibenden Trinkwassers bildet in der Kette der hygienischen Verbesserungen ein Glied, aber ein sehr wichtiges wegen der vielfachen Benutzung des Wassers als Nahrung und nothwendigstes Reinigungsmittel.

Bei der Beurtheilung eines Trinkwassers müssen daher die zeitlich gebotenen wissenschaftlichen Hülfsmittel in Anwendung gebracht werden, um einen Einblick in die Beschaffenheit desselben zu gewinnen; es genügt in keiner Weise mehr, die äusserlichen Eigenschaften farblos, klar, geschmack- und geruchlos zu bestimmen, oder wie mir in neuester Zeit sogar ein Gutachten eines namhaften Gelehrten zur Hand kam, Schönheitsfehler! auszusprechen, sondern es müssen die Erfahrungen der wissenschaftlichen Forschung in Betracht gezogen werden, um ein Wasser zu erlangen, welches, frei von äusseren Verunreinigungen, in seiner Mischung und den sonstigen Verhältnissen sich gleich bleibe, um so die möglichste Sicherheit in gesundheitlicher Beziehung zu erreichen. Selbst bei der Annahme, dass das Wasser weniger Bedeutung für die Verbreitung ansteckender Krankheiten besitze, würde an dieser Forderung der Reinheit, wie bei jedem anderen Nahrungsmittel, festgehalten werden müssen.

Hierbei ist es falsch, die Schädlichkeit der jeweiligen augenblicklichen Mischung zur Beurtheilung zu verwenden. Dass Verunreinigungen im Quellwasser in so bedeutender Menge auftreten, um eine alsbaldige gesundheitsschädliche Wirkung vorauszubestimmen, dürfte nur sehr selten vorkommen; die Bestandtheile eines Trinkwassers sollen dazu dienen, die Reinheit desselben zu erkennen und zu beweisen, und diese Forderung ist sowohl auf dem Wege der chemischen, wie mikroskopischen Untersuchungen zu erledigen, indem die ersteren Anhalt bieten, auf die geognostischen Verhältnisse Rücksicht zu nehmen.

Hierbei scheint sehr allgemein eine Verwechslung der Begriffe gemeinüblicher Bezeichnungen stattzufinden.

Unter Quellwasser sind natürlich entstandene Wasseransammlungen tieferen Ursprunges zu verstehen, abgesehen von den sog. Tagesquellen, welche sehr ungleich, oft aussetzend, aus den oberen Schichten der Erdoberfläche hier und da nach wasserreicher Witterung aufzutreten pflegen. Beide sind sofort zu unterscheiden, da die eigentlichen Quellen eine gleiche Wärme in den verschiedenen Jahreszeiten besitzen und eine chemische Mischung ergeben müssen, deren äusserst geringe Schwankungen auf die geognostischen Verhältnisse zurückzuführen sind. Es sind eben Wasseransammlungen, welche auf grössere Sammelbecken im Gebirge oder Flachlande zurückzuführen sind, am Fusse des Gebirges oft massenhaft zu Tage treten, im Flachlande dagegen zu suchen sind, da sie sehr häufig unterirdisch bleiben und so den Flüssen, als den natürlichen Abwässerungsanlagen, zutreten. Desshalb sind Bäche und Flüsse auch im Flachlande ganz allgemein die Orte, in deren Nähe Quellen gesucht werden müssen. Die unbeständigen, flachliegenden Tagesquellen besitzen weder die gleiche Mischung, noch gleiche Wärmegrade, zeigen auch sehr bald die bedeutenden und gerade bei dieser Frage entscheidenden Schwankungen in der Wassermenge.

Grundwasser ist dagegen das im Untergrunde der Erdoberfläche auftretende, hier örtlich sich ansammelnde Wasser, dessen Stand und Beschaffenheit stets von der nächsten Oberfläche abhängen muss und sich äusserst verschieden gestaltet nach der Beschaffenheit des Bodens, ob durchlässig, ob wasserdicht; sehr häufig treten hier Quellen hinzu, aber die letzteren können dann tiefer gefasst und geeignet geschieden werden, so dass Zuflüsse von Aussen abgeschnitten werden.

Grundwasser und Quellwasser unterscheidet abermals die chemische und mikroskopische Prüfung; das Quellwasser soll stets gleiche Mischung, Wärme und wo möglich auch gleiche Stärke des Wassers gewähren, obgleich in letzterer Beziehung fast stets Schwankungen in längeren Zeitfristen zu beobachten sind, wie sie den natürlichen Verhältnissen der Jahreszeiten entsprechen. Das Grundwasser zeigt dagegen sicher Zuflüsse der oberen Erdschichten und hängt in den Schwankungen der Mischung, des Standes und der Wärme von den augenblicklichen oder kurze Zeit vorher aufgetretenen Witterungsverhältnissen der Gegend ab.

Die Schwankungen des Flusswassers in Mischung und Wärme beruhen natürlich in der wechselnden Beschaffenheit der Zuflüsse und der Jahreszeiten.

Flusswasser und Grundwasser sind Verunreinigungen der äusseren Umgebung zugänglich und deshalb zu beanstanden, sobald irgend Gelegenheit geboten wird, Quellwasser zu erreichen.

Für die Beurtheilung des Quellwassers, die Auffindung und den Nachweis sind, ganz abgesehen von besonderen Fällen, wie dem Vorkommen von Salzquellen oder Heilquellen u. s. w., die geognostischen Verhältnisse entscheidend und diese finden wieder Ausdruck in den als Mittelzahlen aufgestellten sog. Grenzzahlen. Diese letzteren sind demnach die wissenschaftliche Grundlage zur Beurtheilung, deren genauere Feststellung durch die Gebirge der Umgebung erhalten wird, denen die Quellen zugehören.

Die Grenzzahlen sind schon länger bekannt, und die Vorkommnisse reiner Quellen in den verschiedenen Gebirgen sind von mir in hinlänglicher Auswahl untersucht und veröffentlicht worden (vergl. Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers u. s. w. 4. Auflage S. 33 u. f.), um jeden Augenblick Aufschluss zu geben. Jedoch beweisen Beispiele dies leichter.

In der Nähe von Rudolstadt i. Thür., unmittelbar an der Saale, wurden Versuchsbrunnen angelegt, um eine geplante Wasserleitung nach der Stadt zu versorgen, ebenso in der Nähe von Gera für diese Stadt. 100 000 Th. Wasser ergaben:

Abdampf- rückstand	Organ Substanz	Salpeter- säure	Chlor	Schwefel- säure	Kalk	Talkerde	Härte
Versuchsbrunnen.							
20.5	1.20	2.56	1.59	4.01	6.7	2.1	9.6
Wasser der Saale daselbst.							
14.0	4.50	0	0.88	1.80	1.60	1.80	4.1
Schlossbrunnen (laufende, gefasste Quelle).							
37.5	0.12	0	0.25	1.03	12.32	2.16	15.3
Stadtbrunnen, desgl.							
39.0	0.61	0	0.74	2.40	11.20	3.24	15.7
Pumpbrunnen in der Kaserne.							
133.0	3.24	17.24	11.86	16.82	21.28	6.84	30.9
Gera, Versuchsbrunnen neben der Elster I.							
34.00	1.21	9.80	2.80	2.20	18.40	3.06	23.6
II.							
34.50	0.52	9.1	0.16	2.20	9.50	6.80	19.0
III (von Prof. Hofmann in Leipzig).							
39.10	5.60	1.62	2.38	2.95	9.47	3.52	14.4

Abdampf- rückstand	Organ. Substanz	Salpeter- säure	Chlor	Schwefel- säure	Kalk	Talkerde	Härte
Grenzzahlen für gutes Trinkwasser.							
10—50.	1.00	0.4	0.2—0.8	0.2—6.3			18.0
Quelle aus Kalkformation (Jena).							
32.5	0.90	0.02	0.37	1.37	12.90	2.90	17.0
Quelle aus Thonschiefer (Greiz).							
7.0	1.70	Spur	0.20	0.50	0.56	0.18	0.81
Quelle aus Thonsteinporphyr.							
2.50	0.80	Spur	0	0.34	0.56	0.18	0.81

Ein auch nur annähernder Vergleich der Zahlen giebt schon genügend Aufschluss. Die zwei Brunnen mit laufendem Wasser in Rudolstadt gehören dem Kalkgebirge an und sind dementsprechend hart, aber rein. Die Menge der Schwefelsäure ist gering und wird in dieser Formation sogar leicht mehr Gyps gefunden, denn auf diesen ist die Schwefelsäure hier zu beziehen.

Der Pumpbrunnen aus der Kaserne derselben Stadt zeigt die verunreinigenden Zuflüsse in höchstem Grade, und trat hier wiederholt der Typhus epidemisch auf.

Die Salpetersäure bildet für die Beurtheilung von Zuflüssen der oberen Erdschichten ein sehr werthvolles Mittel, da sie das End-Oxydationsproduct von stickstoffhaltenden organischen Substanzen — Abfallstoffen — ist. Die normalen Quellen enthalten nur sehr kleine Bruchtheile davon, und ist die Grenzzahl 0.4 schon sehr hoch gegriffen, wie die hier zum Vergleich gestellten Analysen von Quellwasser aus verschiedenen Gebirgsformationen deutlich beweisen. Das Wasser des Pumpbrunnens der Kaserne in Rudolstadt enthält 43 Mal mehr Salpetersäure, als die Grenzzahl angiebt, aber auch die erbohrten Wasserproben bei Rudolstadt und Gera, neben den dort vorhandenen Flüssen entnommen, beweisen, dass äussere Zuflüsse stattfinden. Die Salpetersäure beträgt, selbst wenn man die niedrigste Zahl zu Grunde legt, 4—5 Mal mehr als die Grenzzahl. Der Gehalt an Chlor, an organischer Substanz, Kalk und Talkerde schwankt bei dem Geraer Versuchsbrunnen so, wie es bei Quellen niemals vorkommt, und die zum Vergleich gestellte Analyse des Saalwassers bei Rudolstadt neben dem Wasser des Versuchsbrunnen ergibt, dass es sich hier um Flusswasser handelt, dem Zuflüsse der umgebenden Erdoberfläche etwas mehr Kalk, Schwefelsäure, Chlor und vor Allem wieder Salpetersäure liefern!

Die Entnahme derartigen Grundwassers führt aber meisten-

theils zu nicht absehbaren Veränderungen. Indem das Grundwasser in Masse gehoben wird, fließen die Ansammlungen der nächsten oder weiteren Umgebung zu und liefern das, was hier sich angehäuft hat oder noch angehäuft wird; gleich bleibende Mischung ist nicht zu verlangen.

Untersuchungen von Wasserproben aus Guesen gaben in 100 000 Th.:

Abdampf- rückstand	Organ. Substanz	Salpeter- säure	Chlor	Schwefel- säure	Kalk	Talkerde	Härte
Wimmerer See.							
28.40	14.40	0	1.40	4.40	2.24	3.40	7.0
Quelle auf Custodia.							
49.00	3.20	Spur	3.20	4.40	11.10	3.90	16.5
Pumpbrunnen der Stadt I.							
333.0	14.70	27.00	65.60	26.60	33.04	17.30	57.2
Desgl. II.							
340.0	15.10	17.20	82.00	27.40	45.90	16.20	69.6
Grenzzahlen.							
10—50	1.0	0.4	0.2—0.8	0.2—6.3			18.0

Die hier untersuchte Quelle war noch nicht gefasst, und wurde bisher das Wasser gehoben, der Ueberfluss, sowie dasjenige von benachbarten Quellen gelangte in den See. Talkerde und Schwefelsäure sind ziemlich gleich, vom Kalk hat sich schon ein grosser Theil abgeschieden, und die hohe Steigerung der organischen Substanz kennzeichnet noch anderweitige Zuflüsse; jedenfalls ist das Quellwasser durch geeignete Fassung und Umwandlung in laufendes Wasser wesentlich zu verbessern, da bei Hebung sehr leicht Anlass zur weiteren Auslaugung der benachbarten Erdschichten gegeben wird. Wie weit die Zuflüsse der Pumpbrunnen in der Stadt sich steigern, zeigen beide Beispiele genügend; der eine der Brunnen war neu gegraben, erlangte aber natürlich im Boden dieselbe oder höchst ähnliche Mischung.

Dass die chemische Untersuchung allein es ermöglicht, die Reinheit der natürlichen Quellen je nach dem Gebirge zu beweisen, ist unbestreitbar, fraglich wird nur in der Regel die Tragweite derselben hingestellt.

Die unabweisbare Forderung einer reinen und gleichbleibenden Nahrung, auch hinsichtlich des Wassers, verlangt Quellen von gewöhnlicher Reinheit, weder Grund-, noch fliessendes Wasser können diesen Anforderungen genügen!

Die mechanischen Reinigungsweisen durch Filtration, Klärung u. s. w. sind thatsächlich mehr eine Reinigung für das Auge.

Elbwasser aus Magdeburg da entnommen, wo die Stadt dasselbe entnimmt und dann aus der Leitung in der Stadt, sowie Wasserproben der Leitung in Leipzig führten zu folgenden Ergebnissen.

100 000 Th. Wasser ergaben:

Abdampf- rückstand	Organische Substanz	Salpeter- säure	Chlor	Schwefel- säure	Kalk	Talkerde	Härte
Elbe, unfiltrirt:							
72.50	3.30	0	17.30	10.90	10.90	2.60	14.5
filtrirt:							
76.00	3.60	0	21.90	11.70	10.80	4.3	16.8
Leipzig, Wasser der Pleisse in der Nähe des Reservoirs.							
23.50	10.00	Spur	2.46	2.75	2.00	0.21	2.3
Reservoir der Wasserleitung:							
26.00	7.00	Spur	2.78	2.75	4.00	0.32	4.4
Leitung in der Stadt:							
27.00	5.20	Spur	2.78	3.77	3.50	0.21	3.8

Das Filtriren des Elbwassers hat eben nur geklärt, der Unterschied in beiden Proben entspricht den bei Flusswasser zu erwartenden Schwankungen.

Die Entnahme von Wasser zur Leitung nach Leipzig in der Nähe der Pleisse (Grundwasser) giebt nichts Anderes als das Pleissenwasser selbst.

Wie leicht und bald sättigen sich aber diese Filter mit schwebenden Theilen und reinigen dann nicht einmal mehr vollkommen mechanisch.

Die Frage, was wirkt schädlich, ist hier eine völlig unberechtigte, denn darüber kennen wir noch viel zu wenig, der Standpunkt der Gesundheitspflege richtet sich nur auf reine, gleichbleibende Nahrung, frei von ungehörigen Zuflüssen. Ist dies zu erstrebende Ziel erreicht, so fällt die erste Frage als bedeutungslos fort. Die Entnahme von minder gutem Trinkwasser kann nur als Ausnahme gelten, wenn die Erreichung einer Quelle nicht möglich ist.

Es ist namentlich durch neue Untersuchungen erwiesen worden, dass verunreinigtes Wasser durch Fäulniss und Verwesung und wiederum unter unentbehrlicher Mitwirkung von Mikroorganismen gereinigt wird, und die hier chemisch erwiesenen Bestandtheile sind meist völlig unschädliche Endergebnisse dieser Um-

setzungen, aber hier liegt die Aufgabe vor, reines Wasser, reine Nahrung zu schaffen und dies gelingt nur bei der Aufsuchung natürlich reiner Quellen! Diese werden sehr häufig in der Nähe der Flüsse gefunden und müssen dann durch länger dauernde, wiederholte Untersuchung als solche erwiesen und sodann durch sachverständige Fassung von den Einflüssen und Zuflüssen der oberen Erdschichten befreit werden. So haben, soweit meine Angaben reichen, die Wasserwerke in Dresden Quellen, wahrscheinlich auch Cöln a./R. Leichter wird es allerdings, wenn man laufende Quellen und wo möglich mit Höhenlage anwenden kann. Reicht die Wassermenge bei grossem Bedürfniss für alle, auch gewerbliche Anforderungen nicht aus, dann ist eine doppelte Leitung für Genuss und Gewerbe angezeigt, um dennoch die reinste Nahrung örtlich zu bieten, wie es jetzt z. B. in Frankfurt a./M. eingeführt werden soll.

Von grösster Bedeutung ist aber bei der Prüfung des Trinkwassers die Züchtung der Keime darin auf Nährgelatine. Ich verwende dazu die Gelatine nach Koch mit Fleischsaft und Pepton bereitet und gebe in etwa 10 C.C. Gelatine in schräger Lage des Reagensglases 3—4 Tropfen des zu prüfenden Wassers unter möglichst rascher Entnahme und sorgfältigstem Schlusse durch sterilisirte Baumwolle.

Wasser der hiesigen Leitung von einer starken Quelle der Kalkformation, nach längerem Öffnen des Hahnes erst entnommen, ergab selbst nach 3—4 Wochen gar keine Keimentwicklung, Grundwie Flusswasser zeigen dieselbe dagegen stets reichlich. Das filtrirte Wasser der Elbe oder Pleisse gaben eigentlich keinen Unterschied zu erkennen, wenn auch im filtrirten Wasser vielleicht eine wenig verringerte Zahl der Mikroorganismen vorhanden zu sein schien. Die Filter halten demnach keineswegs diese Keime zurück!

Zwei erst vor Kurzem zur Untersuchung gelangte Proben von Wasser aus Pumpbrunnen, auf welche nach genauer Feststellung der betreffenden Physicatsärzte Typhusepidemien zurückgeführt werden mussten, ergaben in 100 000 Th.:

Abdampf- rückstand	Organ. Substanz	Salpeter- säure	Chlor	Schwefel- säure	Kalk	Talkerde	Härte
345.5	2.15	9.72	6.56	161.2	75.0	23.8	108.2

## II.

128.0	12.70	72.0	8.53	26.6	13.4	19.4	40.5
-------	-------	------	------	------	------	------	------

## Grenzzahlen:

10—50	1.0	0.4	0.2—0.8	0.2—6.3			18.0
-------	-----	-----	---------	---------	--	--	------



In beiden Proben wurden Spuren von Ammoniak und auch salpetrige Säure nachgewiesen. Beide stammen aus derselben kalkigen Gebirgsformation, aber aus sehr verschiedenen Orten. Die Steigerung zeigt sich bei den einzelnen Bestandtheilen sehr verschieden, bei der einen Probe weit mehr Salpetersäure oder organische Substanz u. s. w.

Die Prüfung auf Mikroorganismen nach Koch erwies aber bei beiden Wasserproben eine ganz ungewöhnliche Menge derartiger Keime; in 12—24 Stunden war die ganze Gelatine undurchsichtig und bald verflüssigt. Leider war es nicht möglich, auf weitere Einzelheiten einzugehen.

Die Prüfung auf diese Mikroorganismen ergänzt die chemische Untersuchung in sehr erwünschter Weise und wird namentlich die Fassung der Quellen und gute Beschaffenheit der Leitung weit genauer feststellen und beurtheilen helfen. Beide Prüfungen vereint sind für jetzt völlig ausreichende Hilfsmittel, um Quellwasser als solches zu beweisen und Zuflüsse der mannigfachsten Art festzustellen.

Die Einrichtung von Wasserleitungen wird fast ohne Ausnahme dadurch veranlasst, dass in dem bewohnten Boden die Zuflüsse zu dem Brunnenwasser eine zu beanstandende Höhe erreicht haben, demnach in erster Linie ein reineres, den jetzigen Kenntnissen der Lage entsprechendes Trinkwasser erlangt werden soll. Bei so grossen und kostspieligen Anlagen wird aber gleichzeitig in das Auge gefasst, diejenigen Mengen Wasser zu schaffen, welche für die Reinhaltung der Wohnung und Kleidung, sowie für das Gewerbe gebraucht werden. Reine, nicht zu harte Quellen werden als Nahrungsmittel vorangestellt und können ebenso den weiteren Erfordernissen dienen. Allein sehr häufig stellt man jetzt umgekehrt die Massenfrage voran und die Forderung des Nahrungsmittels zurück! So wichtig auch in gesundheitlicher Beziehung die Reinhaltung der Umgebung des Menschen ist, gleich wichtig dem Bedürfniss von reiner Nahrung, so liegen doch eine solche Menge von Erfahrungen vor, welche die Beschaffung eines reinen Trinkwassers als unentbehrlich beweisen, dass man die Forderungen nie unterordnen, sondern stets gleichstellen sollte. Ist es nicht möglich, reines Quellwasser in für alle Fälle nöthiger Menge zu schaffen, so würde die doppelte Leitung von Trinkwasser und Wasser für gewerbliche Zwecke zu verfolgen sein, keineswegs aber die Beschaffung reinsten Nahrung zu vernachlässigen.

Die mannigfachen Verunreinigungen des öffentlich fliessenden

Wassers werden sich nur noch steigern, wenn man auch aner kennenswerth jetzt vorgeht, ungehörige Zuflüsse gewerblicher Anlagen zu verhindern. Verunreinigungen ekelhafter Art sind gar nicht fern zu halten, und wer einmal der Frage ernstlich näher getreten ist und Leitungen von reinem Quellwasser kennen lernte, sehr häufig selbst für alle Fälle in ausreichender Menge geboten, wird sich alsbald überzeugen, dass hier allein der Frage der Zeit abschliessend Rechnung getragen wurde.

Bei dem Grundwasser tritt sehr leicht der Fall ein, dass bei längerem und stärkerem Gebrauche andere, entferntere Erdschichten in Anspruch genommen werden, welche Humus, oder Eisensalze, meist beide vereint, in solcher Menge liefern, dass das Wasser sogar für gewerbliche Zwecke unbrauchbar wird.

Dass man aber als Grundwasser oft Quellwasser bezeichnet, wurde schon früher hervorgehoben; in letzterem Falle sind die Quellen aufzusuchen und so zu fassen, dass das Grundwasser möglichst ausgeschlossen bleibe. Das Quellwasser besitzt gleichbleibende Mischung und Wärme, entspricht dem Gebirge oder der Formation, der es entspringt und nur dieses ist als geeignetes Nahrungsmittel zu bezeichnen! Die heutige Gesundheitspflege muss vor Allem darauf hinausgehen, Nahrung zu suchen und zu schaffen, welche frei ist von dem Einwurfe der Verunreinigung, da die wissenschaftlichen Forschungen mehr und mehr zu grösster Vorsicht ermahnen!

2) Darauf sprach Herr Piltz

### Ueber zahlentheoretische Interferenzerscheinungen.

Der Vortragende suchte eine Vorstellung zu geben von einem Princip, welches er mit Erfolg zur Erklärung vielfacher bisher noch unverstandener oder auch noch unbekannter periodischer Erscheinungen in der Zahlenwelt gebraucht hat. So beobachtet man z. B., wenn man die Zahlenreihe 1, 2, 3, 4 . . . durchgeht, dass unter den Zahlen die Primzahlen abwechselnd bald mehr bald weniger dicht eingestreut vorkommen. Gauss hat über diese Erscheinung, sowie über andere Erscheinungen, die die Klassenanzahlen quadratischer Formen betreffen, empirische Beobachtungen angestellt, ohne eine Theorie aufzufinden. Erst Riemann hat in seiner Abhandlung „Ueber die Anzahl der Primzahlen bis zu einer gewissen Grösse“ einen ersten Beitrag zur Erkenntniss dieser Periodicitäten geliefert. Doch ist die Riemann'sche Me-

thode nicht auf alle Probleme anwendbar und lässt auch da, wo sie anwendbar ist, mancherlei Lücken übrig (beispielsweise den Beweis der Riemann'schen Vermuthung über die Nullstellen der von ihm verwendeten Funktion  $\zeta(s)$ ).

Das Erklärungsprincip nun, um das es sich handelt, fällt in gewisser Hinsicht zusammen mit dem Princip, durch das sich die optischen (und andre) Interferenzerscheinungen erklären. Ebenso nämlich, wie man diesen physikalischen Erscheinungen gewisse Elementarursachen zu Grunde legt, die sich wegen ihres periodischen Charakters theils gegenseitig verstärken, theils annulliren, theils auch zu einer mittlern Wirkung ergänzen können, so ist diese Erklärung auch für die zahlentheoretischen Erscheinungen möglich. Beispielsweise findet man leicht, dass die Zahlen, die nur wenig kleiner sind als eine Quadratzahl  $n^2$  oder eine Zahl von der Form  $n(n+1)$ , durchschnittlich mehr Divisoren besitzen, als andere Zahlen, weil in den genannten Gegenden die Faktoren  $n$ ,  $n-1$ ,  $n+1$ , . . . sich besonders stark anhäufen, während die von  $n$  wesentlich verschiedenen Faktoren sich auf Intervalle von der ungefähren Grösse  $n$  in der Gegend von  $n^2$  durchschnittlich gleichmässiger vertheilen. Man kann aber ausserdem die Zahlen auch auf vielfache andre Weise in Intervalle eintheilen, und für die durchschnittliche Vertheilung der Faktoren auf diese Intervalle sind dann in ähnlicher Weise jedesmal die Faktoren einer andern Gegend ausschlaggebend.

Was einige Resultate betrifft, die sich aus der systematischen Verarbeitung dieser Idee speciell für die Vertheilung der Primzahlen ergeben, so bezog sich der Vortragende auf die vorläufige Angabe solcher ohne Beweis in seiner Habilitationsschrift: Ueber die Vertheilung der Primzahlen etc., Jena 1884, S. 46. Die scheinbare Verwicklung in der Primzahlvertheilung löst sich bei genauerem Zusehen in ein System von Gesetzen auf, die sich auf die mannigfaltigste Weise gegenseitig ergänzen. Während so einerseits das Resultat der Riemann'schen Untersuchung seine Vervollständigung findet, lassen sich andererseits auch die verschiedenen in diese Kategorie gehörenden Vermuthungen von Gauss betreffend die Klassenanzahlen der quadratischen Formen näher präcisiren und beweisen, ausserdem auch unzählige andre Gesetze auffinden.

Ausführlichere Publication ist in Vorbereitung.

---

# Anhang

zu den Sitzungsberichten für 1884.

Sitzung vom 25. Juli 1884.

## Mittheilung über die Schilddrüse und Thymus der Knochenfische.

Von

Dr. Fr. Maurer,

Assistent am anatomischen Institut in Heidelberg.

Am 25. Juli vorigen Jahres hielt ich in der medic. naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena einen Vortrag über die Schilddrüse und Thymus der Knochenfische. Die Untersuchungen über diese beiden Organe wurden in Jena begonnen und im Laufe des letzten Winters in Heidelberg fortgesetzt und zum Abschluss gebracht. Im Nachfolgenden erlaube ich mir einstweilen kurz die Resultate derselben vorzulegen.

Die betreffenden Organe sind ihrer Entwicklung und ihrem Bau nach bei niederen Wirbelthieren noch sehr wenig gekannt, und forderten die neueren Arbeiten, die an Säugethieren angestellt wurden, speziell der durch KÖLLIKER (Entwicklungsgeschichte des Menschen etc. II. Aufl. pag. 875) geführte Nachweis, dass die Thymus ein epithelial angelegtes Organ darstellt, ebenso wie die von BORN<sup>1)</sup>, STIEDA<sup>2)</sup> und WÖLFLE<sup>3)</sup> beschriebene paarige An-

<sup>1)</sup> BORN, Über die Derivate der embryonalen Schlundbogen (Archiv für mikr. Anat. XXII. 1883).

<sup>2)</sup> STIEDA, Untersuchungen über die Entwicklung der glandula thymus, thyreoidea und carotica. Leipzig 1881.

<sup>3)</sup> WÖLFLE, Über die Entwicklung der Schilddrüse. Berlin 1880.

lage der Schilddrüse, dazu auf, das Verhalten dieser Gebilde bei den niederen Wirbelthieren zu erforschen, zumal da durch letztgenannte Abhandlungen die Anschauung über die Bedeutung der Schilddrüse, wie sie von W. MÜLLER<sup>1)</sup> gegeben wurde, erschüttert worden ist.

Ich wählte die Knochenfische zur Bearbeitung, da gerade von ihnen über die Entwicklung beider Organe noch nichts bekannt ist. Die Lage der Organe bei ausgewachsenen Teleostiern wurde schon von LEYDIG<sup>2)</sup> und STANNIUS<sup>3)</sup> beschrieben, doch ist über den feineren Bau neuerdings nichts bekannt geworden.

Bei Selachiern hat DOHRN<sup>4)</sup> die Entwicklung der Thymus beschrieben. —

Die Untersuchungen über die Schilddrüse und Thymus der Teleostier stellte ich an einer vollständigen Entwicklungsserie der Forelle an; selbstverständlich wurden viele andere Knochenfische zur Vergleichung zugezogen (z. B. *Esox lucius*, *Anguilla vulgaris*, *Gasterosteus aculeatus*, *Cyprinus carpio*, *Gobio fluviatilis*, *Rhodeus amarus* u. a.).

Die Präparation bestand in der Herstellung von Schnittserien durch ganze Köpfe, die theils in querer, theils sagittaler und horizontaler Richtung gefertigt wurden. Auch wurde die Präparation mit Pincette und Scalpell nicht vernachlässigt.

## I. Die Glandula thyreoidea der Teleostier.

Bei der Forelle, welche sich im Winter sehr langsam entwickelt, sodass erst 6 Wochen nach dem Streichen der Eier die Fischchen ausschlüpfen, legt sich die Schilddrüse am 26. Tage an, in Form einer medianen unpaaren Ausbuchtung des ventralen Schlundepithels, gerade vor der vorderen Theilung des s-förmigen Herzschauchs. Diese erste Anlage steht in keiner Beziehung zur

<sup>1)</sup> W. MÜLLER, Über die Entwicklung der Schilddrüse, Jenaische Zeitschr. Bd. VI, sowie über die Hypobranchialrinne der Tunicaten und deren Vorhandensein bei *Amphioxus* und *Cyclostomen*, Jenaische Zeitschr. VII.

<sup>2)</sup> LEYDIG, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. Berlin 1853.

<sup>3)</sup> STANNIUS, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere 1. Buch, die Fische. Berlin 1854.

<sup>4)</sup> A. DOHRN, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers VI. (Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel Band V, Heft 1.)

Bildung der Kiemenspalten. Sie ist von mehrschichtigem cubischem Epithel ausgekleidet, welches in das Epithel der Schlundhöhle direct übergeht. Der Längsdurchmesser dieser Ausbuchtung übertrifft den queren nicht, sodass das Gebilde nicht eine Rinne, sondern einen hohlen Zapfen darstellt. Derselbe ist von der Wandung des Kiemenarterienstammes, in dessen Gabel er hineinragt, durch eine starke Bindegewebslage getrennt, und deutet nichts darauf hin, dass hier das Epithel fester am Gefässstamm haften, als an anderen Stellen und deshalb hier in die Tiefe gezogen würde. Diese mechanische Erklärung für die Entstehung der Schilddrüse (W. MÜLLER) dürfte somit fallen zu lassen sein. Bis zum 30. Tage setzt sich der erwähnte hohle Zapfen schärfer von seinem Mutterboden ab, wird halbkugelig; sein Lumen communicirt noch frei mit der Schlundhöhle. Am 32. Tage ist das Gebilde kugelig geworden und hängt nur noch durch einen soliden Stiel mit dem centralen Schlundepithel zusammen, von dem es sich bis zum 35. Tage ganz abgelöst hat. Es lagert dann als kugeliges, geschlossenes Bläschen von 0,04 mm Durchmesser, das von einschichtigem cubischem Epithel ausgekleidet ist, in der vordersten Theilungsgabel des Kiemenarterienstammes. In Folge der nun eintretenden Ausbildung des gesammten Zungenbein-Kiemenapparates und der Arterien für die wahren Kiemenbögen, rückt das genannte Bläschen etwas nach hinten und ventralwärts und streckt sich zugleich in die Länge. Dann tritt in seinem Lumen eine stark lichtbrechende Substanz (Colloid) auf (41. Tag). Es hat eine Länge von 0,06 mm und eine Dicke von 0,03 mm und liegt nicht mehr in der vordersten Theilungsgabel der Kiemenarterie, sondern lagert diesem Gefässstamme ventral an. Weder zu gleicher Zeit mit der Bildung dieses Gebildes, noch später konnte ich ähnliche Abschnürungen weiter hinten median oder paarig von Kiemenspalten ausgehend beobachten, obgleich ich genau darauf achtete. Das geschilderte einzige primäre Schilddrüsenbläschen beginnt nun Knospen zu treiben, welche sich sehr rasch von ihm abschnüren und als ebensolche geschlossene mit colloider Substanz gefüllte Gebilde theils ventral vom Kiemenarterienstamm liegen, theils seitlich das Gefäss umranken, sodass sie seitlich und schliesslich dorsal von ihm lagern. Lange Zeit hält die Sprossung der Schilddrüse mit dem Längenwachsthum des Kiemenarterienstammes gleichen Schritt, sodass das Organ als compacte Drüsenmasse dem Gefässe dicht anliegt und zwar in der Ausdehnung von dem Abgang der Arterie zum 4. Kiemenbogen bis zur Endtheilung in die Arterien

für die ersten Kiemenbogen. Von der ventral gelegenen Hauptmasse, erstrecken sich zungenförmige Fortsätze nach oben, seitlich um den genannten Gefässstamm herum; dies findet sich besonders in den Gefässgabeln, welche durch den Abgang der Arterien zu den einzelnen Kiemenbogen gebildet werden. So zeigt sich die Thyreoidea bei Forellen von 3 cm bis zu 20 cm Körperlänge. Später wird das Wachstum des Organes ein geringeres, und es zerfällt in viele unregelmässige, dem Kiemenarterienstamme anliegende Knötchen. Man kann dann leicht paarige Knötchen herausnehmen; diese stellen aber nur einen kleinen Theil des Organes dar, es finden sich viele solche Drüsenpackete, die theils paarige, theils unpaare Lagerung einnehmen.

Dieselben sind von bindegewebiger Kapsel umgeben und setzen sich zusammen aus Bläschen, welche von einschichtigem cubischem Epithel ausgekleidet, mit Flüssigkeit oder colloider Substanz erfüllt sind. Jedes Bläschen ist von einem feinmaschigen Blutcapillarnetz umspinnen.

Bei ganz alten Fischen (speziell beim Karpfen ist dies sehr deutlich ausgesprochen) werden die Schilddrüsenacini dadurch verändert, dass die sie auskleidenden Epithelzellen quellen und das Lumen des Bläschens, dessen Inhalt verflüssigt ist, ausfüllen. Von der bindegewebigen Kapsel her dringen dann lymphoide Zellen ein, wodurch unter völligem Zerfall der drüsigepithelialen Elemente ein lymphoides Knötchen entsteht. Hierin sind Anklänge an Veränderungen der Schilddrüse, wie sie bei anuren Amphibien sich finden, gegeben.

Nach den geschilderten Befunden an Knochenfischen entsteht die Schilddrüse ausschliesslich aus einer unpaaren medianen Ausstülpung des ventralen Schlundepithels vor der vorderen Theilung des s-förmig gekrümmten Herzschlauches, und ist somit die seither angenommene, von W. MÜLLER an Cyclostomen nachgewiesene Homologie mit der Hypobranchialrinne aufrecht zu halten. Es kann dabei nicht genug betont werden, dass bei Petromyzonten die Rückbildung eines als Schleimdrüse noch fungirenden Organes zur Schilddrüse mit der Metamorphose der Ammonoetesform zu Petromyzon nachgewiesen ist. Es bleiben später nur abgeschnürte Epithelblasen übrig. Wenn bei Säugethieren eine paarige Anlage vorkommt, so sind dies secundäre Verhältnisse, die auf die Stammesgeschichtliche Bedeutung des Organes keinen Einfluss haben können. Die niederen Wirbelthiere geben in ihren einfachen Verhältnissen auf diese Fragen leichter Aufschluss, als die Säugeth-

thiere, bei welchen die hinfälligen Kiemenspalten in ihren Beziehungen zu anderen Organen starke Complicationen zeigen.

## II. Die Thymus der Teleostier.

Die Thymus tritt bei der Forelle ontogenetisch viel später auf als die Schilddrüse (etwa am 50. Tage nach dem Streichen der Eier). Sie hat keine einheitliche Anlage, sondern entwickelt sich aus stets soliden Epithelwucherungen der dorsalen Enden der Kiemenspalten. Es finden sich jederseits 4 Epithelknospen, welche frühzeitig verschmelzen (63ter Tag), ohne sich von ihrem Mutterboden abzuschneiden. Das Organ lagert dann als langer spindelförmiger Körper lateral von der Ansatzstelle der dorsalen Schenkel der Kiemebogen an die Schädelbasis (77ter Tag). Später fällt der Schwerpunkt des Wachsthumms an das hintere Drittel des Organs, während die vorderen Theile sich früh rückbilden. Es liegt dann die Thymus hinter der Ansatzstelle des 4. Kiemebogens an die Schädelbasis genau an der Stelle, die STANNIUS und LEYDIG angeben (4—5 Monate alte Forelle von 3—4 cm Körperlänge). Sie haftet immer noch fest an der sie überziehenden Schleimhaut, ist nur mit ihrem Ueberzuge ohne Verletzung herauszupräpariren. Am mächtigsten ist sie bei halbwüchsigen Forellen (von 20—25 cm Körperlänge). Später zerfällt sie bald einer regressiven Metamorphose. Bei *Esox lucius*, *Leuciscus*, *Cottus gobio*, *Zoarces vivipara* und *Gasterosteus aculeatus* verhält sich die Thymus in ihrer Lagerung gerade wie bei der Forelle, während bei *Cyprinus carpio* und *Rhodeus amarus* nicht das hintere, sondern das mittlere Drittel des lateral von den Ansatzstellen der oberen Kiemebogenschenkeln an die Schädelbasis lagernden Thymuswulstes stärker wuchert, so dass hier dies Organ lateral vom Gehörorgan, nicht hinter demselben liegt. Es erstreckt sich als solider Zapfen nach oben. Bei alten Bitterlingen zeigt sich die Thymus zu einem ganz dünnen soliden Zellstrang rückgebildet, der immer noch mit dem Epithel der Kiemenhöhle zusammenhängt. Mit der Pseudobranchie und Kopfniere ist die Thymus entgegen meiner früheren Angabe (Beitrag zur Kenntniss der Pseudobranchien der Knochenfische) nicht zu verwechseln. Das Organ entging damals meiner Beobachtung, weil ich die epitheliale Verdickung nicht als Thymus betrachtete, letztere vielmehr von ihrem Mutterboden abgeschnürt suchte.

Histologisch verhält sich die Thymus der Forelle folgendermassen: Die ersten Knospen der dorsalen Kiemenspaltenenden bestehen aus Epithelzellen, welche direct in das Kiemenspaltenepithel



übergehen. Sie werden durch eine deutliche *membrana propria* ebenso wie das Epithel der Umgebung scharf vom unterliegenden Bindegewebe abgegrenzt.

An diesen Knospen verändern sich die wuchernden Zellen sehr rasch derart, dass ihre Grenzen undeutlich werden; die Kerne werden kleiner, färben sich intensiver mit Carmin, kurz nehmen ein lymphoides Aussehen an. Dadurch aber, dass sie ganz gleichartig sind, dass sie direct in die Kiemenspaltenepithelzellen übergehen und durch eine *membrana propria* vom umgebenden Bindegewebe getrennt sind, documentiren sie sich als Epithelzellen, die nur in Folge starker Wucherung ihren epithelialen Charakter eingebüsst haben.

Wenn die Knospen mit einander verschmolzen sind, beginnen von dem unterliegenden Bindegewebe aus Elemente des mittleren Keimblattes einzuwuchern, allein in so geringem Masse, dass ihnen nur die Bedeutung als Stützgewebe zugeschrieben werden darf. Nur an den Stellen, wo dies Gewebe eintritt, wird die Membran, welche die Thymuswucherung begrenzt, durchbrochen. Die Hauptmasse des Organes besteht noch aus gleichartigen Zellen, welche directe Derivate der ersten Epithelwucherung sind.

Es beweist sich dies am schlagendsten bei Vergleichung mit etwas älteren Stadien. Bei 3—4 Monate alten Forellen beginnen die beschriebenen Thymuszellen in ihren epithelialen Charakter zurückzufallen, ihre Proliferationsfähigkeit erschöpft sich. Um diese Zeit wuchern von der Kapsel her lymphoide Zellen in grosser Masse längs den Blutgefässen und Bindegewebszügen ein und breiten sich in einer mittleren Zone der Thymus aus, wo sie Lymphfollikel hervorgehen lassen.

Dies bildet sich bei Forellen bis zu Exemplaren von 20 cm Körperlänge weiter aus. Dann stellt die Thymus ein linsenförmiges Knötchen dar, welches eine Fläche frei nach der Kiemenhöhle sehen lässt, während die andere vom unterliegenden Bindegewebe einen Ueberzug erhält. Von letzterem setzt sich die Thymus scharf ab durch eine *membrana propria*, die in die gleiche Membran des an das Organ grenzenden Epithels übergeht. An vielen Stellen wird diese Membran von eintretenden Bindegewebszügen und Blutgefässen durchbrochen. Die tiefste Schicht der Thymus besteht zum grössten Theil aus veränderten Epithelzellen. Sie wird von Bindegewebszügen und Blutgefässen durchsetzt, die zur nächsten Thymusschicht treten und sich durch ihren Reichthum an lymphoiden Zellen auszeichnen. Die Epithelzellen die, wie gesagt, die Hauptmasse dieser Schicht ausmachen und Elemente der ersten

Thymusanlage darstellen, sind im Beginne einer regressiven Metamorphose. Es sind grosse Zellen mit deutlicher Zellgrenze. Der Protoplasmakörper ist getrübt und zeigt leichte concentrische Streifung. Der Zellkern ist sehr gross, kugelig und färbt sich mit Carmin sehr blass. Diese Zellen lagern entweder direct aneinander, oder bilden concentrische Körper, indem sie sich wie bei Cancroidkugeln umeinander gruppieren. Sehr viele dieser Zellen liegen auch vereinzelt, indem sie durch Bindegewebszüge voneinander getrennt sind. Dies zeigt sich besonders nach der Mitte des Organes zu, wo wir die intermediäre Follikelzone treffen. Diese setzt sich aus verschiedenen grossen, im allgemeinen kugeligen Lymphfollikeln zusammen, die durch Bindegewebszüge von einander getrennt sind. Sie hängen durch ebensolche sowie durch Blutgefässe mit dem unterliegenden Bindegewebe zusammen. In letzterem sind Massen von indifferenten lymphoiden Zellen eingelagert, ebenso sind die Lymphscheiden der in der Thymus verlaufenden Blutgefässe strotzend mit den gleichen Gebilden gefüllt. Sieht man ein solches Gefäss im Querschnitt, so täuscht es einen concentrischen Körper vor, an Längsschnitten löst sich dieser Irrthum leicht, da man dann die langen Gefässröhren erkennt. Das Gefässendothel zeigt dabei keinerlei Wucherungserscheinungen.

Die Lymphfollikel sind nach der freien Oberfläche der Thymus zu nicht scharf abgegrenzt, sondern ihre Elemente finden sich zwischen den Zellen des überziehenden Epithels bis zur freien Oberfläche eingestreut. So geht also die mittlere Follikelschicht allmählich in die oberflächliche Thymusschicht über. Letztere wird dargestellt vom überziehenden mehrschichtigen platten Epithel, das an der Grenze des Thymus in die obersten Schichten des Kiemenhöhlenepithels übergeht. Sie ist entwicklungsgeschichtlich als ein Theil der Thymus selbst aufzufassen, sodass dieses Organ sich also nicht von seinem Mutterboden abgeschnürt hat. Es liegt darin ein Gegensatz zu dem Verhalten der Thymus bei Selachiern, wie es von DOHRN beschrieben ist. Man kann an der Thymus drei Zonen unterscheiden: Zwei Epithelzonen, eine tiefe und eine oberflächliche, zwischen diese schiebt sich eine intermediäre bindegewebige Follikelzone ein. Der Bau der in letzterer enthaltenen Follikel entspricht ganz demjenigen der anderen wahren Darmfollikel, wie sie sich im Intestinaltractus der Wirbelthiere finden. Nur ist als sehr wesentlicher Unterschied festzuhalten: dass die Thymusfollikel bei Knochenfischen innerhalb des Epithels liegen.

Sie bestehen aus einem sehr feinen reticulären Bindegewebe, in dessen Maschen sehr dicht gehäufte Kerne lagern. Letztere sind kugelig, färben sich mit Carmin sehr intensiv. Zellgrenzen sind nicht zu erkennen. Diese Kerne erhalten sich nicht lange unverändert, sondern verfallen sehr frühzeitig einer charakteristischen Rückbildung. Sie theilen sich nämlich in zwei oder zerfallen in viele Körnchen, bis zu fast punktförmigen Gebilden, die sich mit Carmin ganz homogen intensiv färben. Man findet diese Gebilde in den verschiedensten Grössen im Gesichtsfeld. Doch trifft man sie nur in den Follikeln und zwischen den Zellen des epithelialen Thymusüberzuges. Sie fehlen in den Lymphscheiden der Blutgefässe, sowie zwischen den Lamellen der unterliegenden Bindegewebsschichten, die indessen sehr reichlich von normalen Lymphzellen durchsetzt sind. Es deutet dies darauf hin, dass die letzteren Gebilde in die Thymus hineingeführt werden, da doch sicher der Zerfall der Zellen erst an ihrem Bestimmungsort stattfindet.

Mit dem Beginn dieses Zerfalls der Follikelzellen ist der Anstoss zur Rückbildung der Thymus überhaupt gegeben. Indem die kleinsten Körnchen auf Kosten der Follikelzellkerne zunehmen, sammeln sie sich im Centrum des Follikels an und füllen eine unter Einschmelzung des reticulären Bindegewebes entstandene centrale Erweichungshöhle an. Die Körnchen verlieren dann ihre Tinctionsfähigkeit und stellen einen feinen Detritus dar. Allmählich fliessen unter Weitergreifen des Processes die Höhlen benachbarter Follikel zusammen, sodass die Thymus eine unregelmässige buchtige Höhle in ihrem Lumen enthält, welche mit feinkörnigem Detritus erfüllt ist. In der Folge schwindet unter Resorption dieser Masse das Organ völlig, sodass bei ganz ausgewachsenen Knochenfischen nichts mehr davon nachzuweisen ist.

Aus dem geschilderten Entwicklungsmodus und dem späteren histologischen Verhalten ergibt sich, dass die Thymus der Knochenfische niemals eine Drüse ist, da sie keinerlei Ausführungsgang oder Lumen besitzt. Die späterere Höhle ist als pathologische Cavernenbildung aufzufassen.

Die zähe Erhaltung des Organes bis zu den höchsten Wirbelthieren lässt darauf schliessen, dass ihm eine sehr wichtige, stammesgeschichtliche Bedeutung zukommt, die wir bei Knochenfischen nicht mehr eruiren können. Hier zeigt dies Gebilde Veränderungen, die in das Gebiet der pathologischen Anatomie fallen. Dies spricht sich darin aus, dass die ursprünglich epitheliale Wuche-

zung unter Degeneration ihrer Elemente einer bindegewebigen Platz macht, die indessen auch mit dem Alter des Thieres einer völligen Rückbildung verfällt. Genauerer über diese Fragen bleibt in einer ausführlicheren Arbeit zu besprechen. —

Heidelberg, März 1885.

## Zur Kenntniss der Serumfarbstoffe.

Von

C. Fr. W. Krukenberg.

(Aus dem chemisch-physiologischen Laboratorium der Universität Jena.)

(Hierzu Tafel I).

Die Anschauung, dass das Hämoglobin der verbrauchten rothen Blutkörperchen extra- oder intracellular unter Bildung von Bilirubin oder von Hydrobilirubin zerfalle, welche Producte alsdann durch Leber oder Nieren ausgeschieden, zuvor also vom Blute transportirt werden, gab ebenso wie die Auffassung, dass das von den Nieren ausgeschiedene Hydrobilirubin zum grössten Theile nur das vom Darmtractus aus resorbirte ist, mehrfach Veranlassung, nach gut charakterisirten Serumfarbstoffen zu suchen. Zu den Untersuchungen wählte man solche Sera aus, welche durch eine intensivere Färbung anzudeuten schienen, dass sich in diesen Fällen die Spaltungsproducte des Hämoglobins reichlicher im Blutplasma anhäufen und, indem sie nicht so rasch und so vollständig von den Excretionsorganen aufgenommen werden, darin vielleicht auch länger verharren, als bei den Thieren, deren Blutserum weit schwächer tingirt, ja nahezu farblos (z. B. beim Kaninchen) ist.

Am Pferdeblutserum gelang es dann auch *Hammarsten*<sup>1)</sup>, bei Fällung des Paraglobulins durch Essigsäure aus dem Serum einen Farbstoff mit niederschlagen, welcher sich dem lufttrocknen, gelbgefärbten Paraglobulinpulver durch Auskochen mit Chloroform entziehen liess. Dieser durch Verdunsten der Chloroformlösung krystallisirt erhaltene Farbstoffkörper gab eine schöne und ganz

<sup>1)</sup> *O. Hammarsten*, Ueber das Vorkommen von Gallenfarbstoff in dem Blutserum. Autoreferat in *Maly's Jahresb.* über die Fortschritte der Thierchemie. Bd. 8. Ueber das Jahr 1878. S. 129 u. 130.

typische *Gmelin'sche* Reaction, mit Brom eine schön grüingefärbte Lösung, wurde von Alkohol aus der Chloroformlösung mit orangerother Farbe gefällt, durch verdünnte Natronlauge der Chloroformlösung entzogen, erwies sich als kaum löslich in Aether und zeigte, in Lösung befindlich, keinen Absorptionsstreifen im Spectrum: eine Thatsache, die schon früher von *R. Přibram*<sup>1)</sup> festgestellt und dahin präcisirt war, dass in einer 4.5 ctm. dicken Schicht des Pferdeblutserums die Absorption schon bei E beginnt und schon in der Nähe von b ihr Maximum erreicht, indem von da an der ganze Theil des Spectrums fast vollständig ausgelöscht erscheint. Durch diese Reactionen war der Farbstoff als Bilirubin erkannt, dessen typisches Aussehen auch die erhaltenen Krystalle darboten. *Hammarsten* betrachtet das Bilirubin als einen physiologischen, quantitativ doch sehr wechselnden Bestandtheil des Pferdeblutserums; in dem Serum von Menschen- und Rindsblut konnte er dagegen den Farbstoff nicht nachweisen. *Alexander Schmidt*<sup>2)</sup> hatte s. Zt. geglaubt, dass der gelbe Farbstoff des Pferdeblutserums sowohl spectroscopisch (allerdings nur beurtheilt nach der Endabsorption am blauen Ende des Spectrums), wie auch durch die katalysirende Wirkung auf Wasserstoffsperoxyd, wobei derselbe eine vollkommene Oxydation erleidet, mit dem gelben Körper übereinstimme, welcher durch Oxydation des Pferdehämoglobins in concentrirter Natronlauge erhalten werde. „Der gelbe Farbstoff des Blutserums“, sagt *A. Schmidt*<sup>3)</sup>, „weist darauf hin, dass die Entstehung dieser Substanz im Organismus auf der vereinigten Wirkung des Blutalkalis und des erregten Sauerstoffes beruht, in der Weise, dass durch Ersteres eine beständige partielle Zersetzung des Hämatoglobulins bewirkt wird, während durch Letzteren das dabei entstehende Hämatin zu jenem gelben Farbstoffe verbrannt wird und als solcher eine gewisse Beständigkeit besitzt.“

Abgesehen von einem einfachen Uebertritt des Leberbilirubins in's Blut, scheint sich im Blutplasma des erwachsenen Menschen Bilirubin nur noch bei hämatogenem oder, wie *Quincke* will, bei anhepatogenem Icterus, also ebenfalls nur unter pathologischen

<sup>1)</sup> *R. Přibram*, Eine neue Methode z. Bestimmung des Kalkes u. der Phosphorsäure im Blutserum. Ber. über die Verhandl. der k. sächsischen Ges. der Wiss. zu Leipzig. Math.-physische Classe. 1871. S. 280. Anm. 1.

<sup>2)</sup> *Alex. Schmidt*, Hämatologische Studien. Dorpat. 1865. S. 73.

<sup>3)</sup> *Alex. Schmidt*, *ibid.* S. 78.

Verhältnissen, vorzufinden; indess ist es ebenso zweifelhaft, dass nicht auch in diesen Fällen, wie z. B. *Afanassiew*<sup>1)</sup> vermuthet, das Bilirubin stets der Leber entstammt, als dass das Leberbilirubin ein Zersetzungsproduct des Hämoglobins, und nicht vielmehr, worauf kürzlich *Neucki*<sup>2)</sup> hinwies, unfertiges Hämoglobin ist. Bei Neugeborenen findet man dagegen, wie zuerst *Chevreul*<sup>3)</sup> bemerkte, entsprechend der Ausbildung des Icterus neonatorum, vom zweiten Tage bis zu Ende der ersten Woche nach der Geburt, im Blute wohl ganz regelmässig Bilirubin vor, welches sich hier nach *Buhl* und *E. Neumann*<sup>4)</sup> unter pathologischen Verhältnissen (bei Respirationsstörungen) so reichlich im Blute ansammeln kann, dass es sich einige Stunden oder Tage nach eingetretenem Tode aus dem Blute in nadelförmigen Krystallen abscheidet.

Ein weiteres Derivat der Gallenfarbstoffe will man indess als färbenden Bestandtheil des Blutserums auch bei Thieren nachgewiesen haben. So gelangte *Mac Munn*<sup>5)</sup> bei der spectroscopischen Untersuchung frischen Hammelblutserums zu dem Schlusse, dass dieses Choletelin oder einen dem Choletelin ähnlichen Farbstoff, aber kein Lipochrom enthalte. Das Serum zeigte ihm neben den beiden Oxyhämoglobinstreifen ein breites Band vor F, diese Linie nur um Weniges nach dem blauen Ende des Spectrums überragend. Auf Zusatz von Chlorzink und Natronlauge erschien das Absorptionsband in der vom Niederschlage abfiltrirten Farbstofflösung verbreitert und um Weniges nach dem Blau hin verschoben, reine Natronlauge wie Ammoniak dagegen machten den

1) *A. Afanassiew*, Zeitschr. f. klin. Medicin. Bd. 6. 1883. S. 314.

2) *M. Neucki* u. *N. Sieber*, Untersuchungen über den Blutfarbstoff. Ber. d. d. chem. Ges. Jahrg. 17. 1884. S. 2275.

3) *Chevreul*, Mém. sur plusieurs points de chimie organique, et considérations sur la nature du sang. Journal de physiologie de *Magendie*. T. IV. 1824. p. 126.

4) *E. Neumann*, Eine Beobachtung über spontane Abscheidung von Bilirubinkrystallen aus dem Blute und den Geweben. *E. Wagner's* Archiv der Heilkunde. Jahrg. 8. 1867. S. 170—173.

*E. Neumann*, Ueber das häufige Vorkommen von Bilirubinkrystallen im Blute der Neugeborenen u. todtfauler Früchte. *Ibid.*, Jahrg. 9. 1868. S. 40—48.

5) *C. A. Mac Munn*, Researches into the Colouring-matters of Human Urine, with an Account of their Artificial Production from Bilirubin, and from Haematin. *Proceed. of the r. Soc. of London*. Vol. 31. 1881. No. 208. p. 231—232 u. Chart 4, Spectr. 11.

Streifen verschwinden. *Mac Munn*<sup>1)</sup> hält hiernach den gelben Farbstoff des Hammelblutserums für ein Oxydationsproduct der Gallenfarbstoffe und mithin auch (in Uebereinstimmung mit *A. Schmidt*) für ein Hämoglobinderivat.

Obschon seit den Angaben von *Jones*<sup>2)</sup> bekannt ist, dass das Blutserum einiger Wirbelthiere (z. B. *Emys reticulata*, *E. serrata*, *Cathartes atratus*) selbst eine tief goldgelbe Farbe besitzt, so wurde ausser dem menschlichen und dem Pferdeblutserum bislang doch nur noch das Ochsenblutserum auf die Natur seines gelben Pigmentes genauer geprüft. Nach *Milne-Edwards*<sup>3)</sup> hat im Jahre 1835 *Martial Samson* in einer, an der École de pharmacie vertheidigten These, welche den Titel: „Études sur les matières colorantes du sang“ trug, eine grosse Anzahl an Ochsenblut ausgeführter Versuchsreihen mitgetheilt und an diesem vier gefärbte Substanzen unterschieden, von denen eine gelbe als diejenige bezeichnet wird, welche dem Serum seine eigenthümliche Farbe verleiht, und welche sich in Wasser, Alkohol, Aether wie Fett lösen, in der Kälte weder von concentrirten Säuren noch von Alkalien verändert, durch Chlor indess gebleicht werden soll. *Denis*<sup>4)</sup> erklärte diese Substanz auf Grund ihrer Reactionen für Gallenfarbstoff, und *Alex. Schmidt*<sup>5)</sup> hegte in Betreff des Farbstoffes im Rinderblutserum dieselbe Ansicht, welche er für den Serumfarbstoff des Pferdeblutes specieller entwickelt hat. *Thudichum*<sup>6)</sup> hielt — ohne irgendwie zu bemerken, bei welchen Thieren er den Serumfarbstoff untersuchte, und in welcher Weise die Untersuchung desselben (ob am Serum direct oder an einer reineren Lösung des Farbstoffes) vorgenommen wurde — das gelbe Pigment des Blutserums ganz allgemein für Luteïn, d. i. für ein Lipochrom,

1) *C. A. Mac Munn*, Studies in Animal Chromatology. Proceed. of the Birmingham Philosoph. Soc. Vol. 3. 1883. p. 365.

2) *J. Jones*, Investigations, chemical and physiological, relative to certain american Vertebrata. Smithsonian contributions to knowledge. Washington 1856. Vol. III. p. 13—16.

3) *H. Milne-Edwards*, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. T. I. Paris 1857. p. 183, note 2.

4) *Denis*, Essai sur l'application de la chimie à l'étude du sang. 1838. p. 130.

5) *Alex. Schmidt*, l. c., S. 73.

6) *J. L. W. Thudichum*, Ueber das Luteïn u. die Spectren gelbgefärbter organischer Substanzen. Centralbl. f. d. medic. Wissensch. Jahrg. 7. 1869. S. 1—5.

weil das Spectrum desselben die 3 Luteinbänder aufweisen soll. Dieser Ansicht schloss sich auch *Hoppe-Seyler*<sup>1)</sup> an, welcher von dem Serumfarbstoffe (hier ist sowohl der des Rinds-, wie auch der des Pferde-, Hunde- und Menschenblutes einbegriffen) bemerkt: „Nach den Lichtabsorptionen (Absorptionsstreifen im Blau bei der Spectraluntersuchung mit directem Sonnenlicht) scheint der Farbstoff identisch mit den Farbstoffen des Eidotters und der Butter, dem Lutein, doch ist es noch nicht gelungen, den Farbstoff darzustellen, da seine Trennung von den Fetten, ebenso von fetten Säuren, Cholestearin u. s. w. bis jetzt noch nicht ausgeführt werden konnte.“ *Maly*<sup>2)</sup> hingegen glaubte, „das Hydrobilirubin sei auf dem Wege zwischen Darm und Niere in der Blutbahn leicht nachzuweisen, wenigstens beim Ochsenblut sei das klare, in der Winterkälte von den letzten Körperchen abgetrennte Serum intensiv gelb und gebe im Spectrum Dunkelheit von 144 an (wenn Li bei 102.5; Na auf 120, K $\beta$  bei 219.5), links scharf begrenzt, dann ein schmales blässeres Streifchen 120 bis 122 (das vielleicht von Spuren eines veränderten Blutfarbstoffes herrühren dürfte), so in einer Schicht von 1  $\frac{1}{2}$  ctm. und unverdünnt.“ Nach „Wasserzusatz zum Serum,“ fährt *Maly* fort, „ist das Blau gut zu sehen, aber zwischen Grün und Blau ist ein mässig dunkler Schatten geblieben. Das mit Chlorzink und Ammoniak versetzte Blutserum gibt deutliche Verdunklung von 146 an.“ Neun Jahre später äusserte sich *Maly*<sup>3)</sup> zwar weit weniger bestimmt über das Hydrobilirubinvorkommen im Ochsenblutserum, dessen gelbes Pigment kurz nachher von *Mac Munn*<sup>4)</sup> als Choletelin angesprochen wurde.

Sämmtliche Untersucher, deren Mittheilungen den Schein erregen könnten, dass es ihnen gelungen sei, ein lipochromatisches Pigment aus dem Rinderblutserum abzuscheiden, lassen uns im Ungewissen, durch welche Mittel die Isolirung des Farbstoffes aus dem Serum gelungen ist. *Preyer's* Angabe<sup>5)</sup>, dass weder aus

1) *F. Hoppe-Seyler*, Physiologische Chemie. III. Theil. Berlin 1879. S. 434.

2) *R. Maly*, Unters. über die Gallenfarbstoffe. III. Abhdlg. Umwandlung von Bilirubin in Harnfarbstoff. Ann. d. Chem. u. Pharmac. Bd. 163. 1872. S. 93. Vgl. auch dessen Jahresb. über die Fortschr. der Tierchemie für das Jahr 1872. Bd. 2. S. 237.

3) *R. Maly*, Chemie der Verdauungssäfte u. der Verdauung. *Hermann's* Handb. der Physiologie. Bd. V. Th. II. 1881. S. 162.

4) *C. A. Mac Munn*, Studies in Animal Chromatology. I. c., p. 365.

5) *W. Preyer*, Die Blutkrystalle. Jena 1871. S. 99 Anm. 2 u. S. 190.



frischem noch aus altem Blutserum (vom Rind) durch reines Chloroform eine Farbstofflösung zu erhalten ist, vermag ich vollständig zu bestätigen und noch dahin zu erweitern, dass auch durch Benzol, Aether, Methyl-, Aethylalkohol u. dgl. m. der Farbstoff frischem Rinderblutserum nicht zu entziehen ist. Die widersprechenden Angaben von *Samson* kann ich mir nur dadurch erklären, dass hier ein abweichender Farbstoff (vielleicht Bilirubin) vorlag und aller Wahrscheinlichkeit nach die Beobachtung auch nicht an Rinds- sondern an Pferdeblut gemacht wurde, dass fernerhin auf einen Luteingehalt des Blutserums von *Thudichum* wie von *Hoppe-Seyler* nur aus den spectroscopischen Eigenschaften des gefärbten Serums, nicht aus dem Verhalten des Farbstoffes gegenüber den lipochromatischen Lösungsmitteln oder aus den Spectraleigenschaften reinerer Farbstofflösungen und dem Verhalten der Pigmente in fester Form gegen concentrirte Schwefelsäure und starke Salpetersäure geschlossen ist. Mit so vielen Lösungsmitteln ich frisches Rinderblutserum auch behandelte, der gelbe Farbstoff liess sich nur durch eine einzige Flüssigkeit dem Serum in erheblicherer Menge durch Ausschütteln entziehen, und zwar nur mittelst Amylalkohol, welcher bei der Extraction der Fäulnissfarbstoffe (identisch mit dem Urorubin von *Plósz*, dem Erythroprotein der pathologischen Anatomen und wahrscheinlich auch mit dem Urosein *Nencki's*) in gleicher Weise vorzügliche Dienste geleistet hatte <sup>1)</sup>, und durch den, wie *Nencki* <sup>2)</sup> berichtete, auch dem Harne das Hydrobilirubin vollständig entzogen werden kann.

Durch wiederholtes Ausschütteln mit neuen Portionen von Amylalkohol ist das beim Mischen des Amylalkohols mit dem Serum entstehende Eiweisscoagulum völlig weiss zu gewinnen, während anderseits die Lösungen des Farbstoffes in Amylalkohol durch Eindampfen auf dem Wasserbade leicht concentrirter zu erhalten sind. Ist der Farbstoff dem Serum durch Amylalkohol erst einmal entzogen, so löst sich derselbe nach dem Verdunsten des Amylalkohols sofort auch in allen übrigen Flüssigkeiten, welche als lipochromatische Lösungsmittel bekannt geworden sind, und ertheilt diesen eine gelbe, bald mit einem Stich in's Grüne (z. B. Alkohol, Aether), bald eine mehr in's Orange spielende Färbung

<sup>1)</sup> Vgl. *Krukenberg*, Zur Charakteristik einiger physiologisch u. klinisch wichtigeren Farbenreactionen. Verhandl. d. physik.-med. Gesellschaft zu Würzburg. N. F. Bd. 18. No. 9. 1884. S. 185 ff.

<sup>2)</sup> *Nencki* u. *Sieber*, a. a. O., S. 2268.

(z. B. Chloroform); nur die Schwefelkohlenstofflösung besitzt ebenso wie bei den übrigen gelben Lipochromen eine, etwas in's Rothbraune gehende Orangefarbe. Alle diese Lösungen des Serumfarbstoffes zeigen im Spectrum die beiden Absorptionsbänder, welche speciell für die Glieder der Chlorophangruppe charakteristisch sind, welche in der alkoholischen und in der ätherischen Lösung dem blauen Ende des Spectrums am nächsten lagern, von diesem sich in Schwefelkohlenstoff gelöst am meisten entfernen, während die Lage der Bänder in der Chloroformlösung zwischen beiden Extremen die Mitte einhält. Auch im Spectrum der Chloroformlösung des Farbstoffes (Taf. I, Spectr. 4) war von einem dritten Absorptionsbande bei G, welches das Spectrum mehrerer Chlorophane besonders bei Anwendung dieses Lösungsmittels darbietet, nichts zu entdecken; es ist jedoch durch *Kühne's* sowie durch meine eigenen Untersuchungen hinlänglich klargelegt, dass dieser dritte Lipochromstreifen — welcher überdies nur bei sehr günstiger Beleuchtung<sup>1)</sup> und deutlich nur in Lösungen, welche keine, die blauen und violetten Strahlen absorbirende Verunreinigungen enthalten, gesehen wird — inconstant und die Deutung der darauf beruhenden spectroscopischen Verschiedenheiten einzelner Lipochrome noch keineswegs geglückt ist. Sehr bemerkenswerth scheint mir der Umstand, dass das Spectrum des frischen Serums (Taf. I, Spectr. 2) die beiden Lipochromstreifen, von denen der dem Roth benachbartere stets der bei weitem dunklere ist, ebenfalls mit voller Deutlichkeit zeigt, aber ganz anders gelagert als im Spectrum der Lösung des Farbstoffes in Amylalkohol (Taf. I, Spectr. 3). Derartige Differenzen werden bei Lipochromen nicht selten beobachtet, erhalten sich bisweilen (z. B. bei dem Lipochrome des menschlichen Knochenmarks) noch in der alkoholischen Lösung und lassen, wenn, wie in unserem Falle, das Lösungsmittel dafür nicht verantwortlich zu machen ist, nur die Annahme einer lockern chemischen Verbindung des Lipochromes mit einer fettartigen Substanz oder vielleicht auch mit einem Eiweisskörper zu; in ihrem Detail sind diese Verhältnisse jedoch nicht weniger klar als die zahlreichen Veränderungen, welche die Lipochrome in scheinbar abgestorbenen Geweben durchzumachen haben. In dem Umstande, dass sich bei Anwendung verschiedener Lösungsmittel die beiden Spectralbänder ganz gleichmässig verschieben, sehe ich indess den triftigsten Beweis dafür, dass beide Bänder einem

<sup>1)</sup> Ich bediente mich bei diesen Versuchen des Magnesiumlichtes.

einzigen Farbstoffkörper angehören, und dass die ungewöhnliche Dunkelheit des ersten Bandes (Taf. I, Spectr. 3 um F) nicht etwa auf Hydrobilirubin zu beziehen ist, an dessen spectroscopisches Verhalten in saurem Amylalkohol (Taf. I, Spectr. 1) der dunklere Streifen im Serum spectrum zwar ausserordentlich erinnert.

Vergleicht man das Spectralverhalten des Farbstoffes aus dem Rinderblutserum mit dem der übrigen, bislang bekannt gewordenen Lipochrome, so ergibt sich eine zweifellose Verschiedenheit zwischen dem Serumfarbstoffe einerseits, den Chromophanen wie auch dem Lecitochrin und dem, dem Chlorophan der Hühnerretina so ähnlichen Fettfarbstoffe aus menschlichem Knochenmark anderseits. Den durch Verseifung rein erhaltenen Farbstoff des Hühnereierdotters habe ich, um ein weiteres Vergleichsobject zu besitzen, ebenfalls in Amylalkohol gelöst und gesehen, dass, wie nach Kühne's Untersuchungen zu erwarten stand, im Spectrum desselben die Streifen weit mehr dem Roth genähert liegen als im Spectrum der entsprechenden Lösung des Serumfarbstoffes. Das Spectrum der Lecitochrinlösung in Amylalkohol zeigte ebenso scharf als die Chloroformlösung das dritte Absorptionsband bei G. In seinen spectroscopischen Eigenschaften gleicht das Serumlipochrom am meisten dem Lutein Kühne's<sup>1)</sup> und dem gelben Hautpigmente von Triton cristatus<sup>2)</sup>; ob unter diesen Farbstoffen jedoch eine wirkliche Identität besteht, wird vor der Hand noch nicht zu entscheiden sein.

Der Umschlag in's Rothe, welchen alkalische Hydrobilirubinlösungen durch Säurezusatz erfahren, und das Dunklerwerden, welchem die Alkaliverbindungen des Hydrobilirubins bei längerer Aufbewahrung unterworfen sind, geben meinen Erfahrungen gemäss die empfindlichsten Reactionen auf diesen Körper ab. Zur Prüfung auf Spuren von Hydrobilirubin, denn nur solche hätten sich dem Mitgetheilten nach neben dem Lipochrome in dem Rindserum vorfinden können, wurden von einem concentrirten Amylalkoholauszuge des Serums drei Portionen genommen, von welchen die eine mit Salzsäure angesäuert, die zweite mit Ammoniak + Chlorzink versetzt wurde, und die dritte, in gleicher Schichten-

<sup>1)</sup> *H. Kühne*, Beiträge zur Optochemie. Unters. a. d. physiolog. Inst. der Universität Heidelberg. Bd. 1. Heft 3. 1882. Taf. 5.

<sup>2)</sup> *Krukenberg*, Vergl.-physiologische Studien. II. Reihe. II. Abth. Heidelberg 1882. Taf. 3.

dicke wie die übrigen, als Controlprobe unvermischt blieb. In genau der nämlichen Weise wurden darauf die Versuchsreihen mit einer annähernd gleich stark gefärbten Lecitochrinlösung und mit einer reinen, kaum gefärbt erscheinenden neutralen Hydrobilirubinlösung (in Amylalkohol) wiederholt. Diese Versuche ergaben mit aller Evidenz, dass das Rinderblutserum auch nicht die minimsten nachweisbaren Mengen von Hydrobilirubin enthielt: der Amylalkoholauszug des Serums glich genau der Lecitochrinlösung. Beide Flüssigkeiten verblassten durch Salzsäure und veränderten auf Zusatz von Ammoniak + Chlorzink ihre Farbe nicht, während die erst in einer 2—3 ctm. dicken Schicht strohgelb erscheinende Hydrobilirubinlösung mit Salzsäure sich sehr deutlich granatroth färbte und auf Zusatz von Ammoniak + Chlorzink grün fluorescirte. Versuche, bei denen das zuvor angesäuerte Rindserum mit Amylalkohol ausgeschüttelt wurde, hatten das nämliche negative Resultat zur Folge. Ganz entgegen der Eigenschaft einer gelben Hydrobilirubinlösung, beim Stehen an der Luft nachzudunkeln, verbleichen die Auflösungen des Serumfarbstoffes nach einiger Zeit, ja sie erleiden sogar eine vollständige Entfärbung, rascher zwar am Lichte, doch auch im Dunkeln, und zwar bedurfte es dazu — wie Begleitversuche, ausgeführt mit dem Farbstoffe des Hühnereidotter, welcher zu diesem Zwecke ebenfalls in Amylalkohol gelöst wurde, lehrten — nicht längerer Zeit, als bei einer, denselben Bedingungen unterstellten Lecitochrinlösung von annähernd gleicher Farbenintensität. Hydrobilirubin war somit auch nach diesem Verfahren im Rinderblutserum nicht nachzuweisen, und das für den gegentheiligen Schluss von *Maly* geltend gemachte, von ihm jedoch nur ungenügend untersuchte spectroskopische Verhalten des Rindsserums passt ebenso gut, ja noch weit besser auf einen rein lipochromatischen Farbstoff, als auf Hydrobilirubin. Weder bei den ganz successiv erfolgenden Extraktionen des Serums mit stets neuen Amylalkoholmengen — ein Verfahren, welches mir z. B. bei den Untersuchungen der Farbstoffe von *Anthea Cercus* so werthvolle Aufschlüsse geliefert hatte —, noch bei dem ganz allmäligen Verblasen der Farbstofflösungen am Lichte traten Erscheinungen auf, welche auf ein, im Serum vorhandenes Farbstoffgemisch (etwa bei Anwesenheit von Choletelin oder anderer, durch Reactionen schwer zu erkennenden Substanzen) schliessen liessen. Stets erschienen auch in den Spectren nur die beiden Lipochrombänder, was zugleich beweist, dass die

Trennung des Serums von den Blutkörperchen ebenfalls in erwünschter Weise gelungen war <sup>1)</sup>).

Weder das direct, noch das nach schwachem Salzsäurezusatz mit Amylalkohol extrahirte Serum gab mit salpetriger Salpetersäure oder mit Bronnwasser irgend eine Andeutung des Eintretens der *Gmelin'schen* Gallenfarbstoffreaction, wodurch also auch weiterhin die Abwesenheit von Gallenfarbstoffen in demselben bewiesen sein dürfte.

Prüft man den gelben Verdampfungsrückstand der Lösung des Serumfarbstoffes in Amylalkohol auf die den Lipochromen eigenthümliche Blaufärbung durch concentrirte Schwefelsäure oder durch starke Salpetersäure, so findet man diese Reaction nur stellenweise ausgeprägt; durch vorsichtige Behandlung des salbenartigen Verdampfungsrückstandes mit reinem, möglichst kalt gehaltenen Petroläther, rasches Filtriren der Farbstofflösung, Abdampfen und mehrmalige Wiederholung dieser Operationen, indem einige Male statt des Petroläthers auch Chloroform verwendet wurde, gelang es mir jedoch, auch dieses Lipochrom soweit zu reinigen, dass beide Reactionen sehr schön hervortraten und auch auf Zusatz eines Tropfens Essigsäure durch Jod-Jodkaliumlösung eine blaugrüne Färbung zu erzielen war.

Als sich gezeigt hatte, dass der nach *Kühne's* Methode mit heisser Natronlauge verseifte Amylalkoholauszug des Serums beim Schütteln mit Petroläther keinen Farbstoff an diesen abgab, und nach dem Aussalzen der Seifenlösung die mit Petroläther oder mit Aether geschüttelte Masse zu einer gleichmässigen Gallerte gestand, aus der sich die Aether auch nach Wochen nicht unterschieden, so wurde der in oben beschriebener Weise gereinigte Verdampfungsrückstand des Amylalkoholauszugs mit Aethylalkohol

<sup>1)</sup> Obschon ich anfangs ausschliesslich an reinem Serum experimentirte, überzeugte ich mich doch später, dass (nach raschem Aufkochen des Blutes) der Serumfarbstoff nicht weniger rein durch Amylalkohol aus dem Blute direct zu gewinnen ist, und dass das umständliche Absetzenlassen der Blutkörperchen deshalb für gewöhnlich umgangen werden kann, zumal etwas Hämoglobin (wahrscheinlich aber nur von postmortal zersetzten Blutkörperchen herrührend) stets im Serum gefunden wird. *Preyer* (l. c. S. 6) bemerkt speciell vom Blutserum des Rindes, Schafes, Kalbes, Pferdes und Schweines, dass dasselbe, „wenn es auch noch so sorgfältig dargestellt wird, in Schichten von 4—6 ctm. vor den Spalt eines Spectralapparates gebracht, im Spectrum die beiden, für das sauerstoffhaltige Hämoglobin charakteristischen Absorptionsstreifen zeigt.“

aufgenommen und diese Lösung der Verseifung unterworfen. Es gelang auf diese Art, der ausgesalzenen Seife den Farbstoff durch Aether zu entziehen und festzustellen, dass derselbe unzersetzt geblieben war; die gelbe Aetherlösung zeigte noch die beiden Spectralstreifen, die von denen im Spectrum des Amylalkoholauszuges in Lage und Intensität nicht zu unterscheiden waren.

Was nun schliesslich noch die Behauptung *Al. Schmidt's* anbelangt, der gelbe Serumfarbstoff sei aus dem Hämoglobin künstlich darzustellen, oder, was vielleicht in diesem Satze einbegriffen liegen soll, ein Derivat des Hämoglobins, so stehen derselben doch immerhin grosse Bedenken entgegen. Soviel ich bei Kryptogamen, Monocotylen und Dicotylen auch selber darnach suchte, so ist bislang doch niemals eine Spur von Chlorophyllgrün aufgefunden worden, welches nicht mit einem gelben Lipochrome (Anthoxanthin *Hansen's*) auf's Innigste gemischt gewesen wäre, — so innig damit verschmolzen, dass man bis zu *Hansen's* bahnbrechenden Untersuchungen, beide Farbstoffe sogar für einen einheitlichen Körper ansah. Sehr ähnlich scheint es sich auch mit den Hämoglobinen zu verhalten, wem schon mit dem Unterschiede, dass diesen das beigemengte Lipochrom an färbender Kraft bei weitem nachsteht, und dass auch nicht immer echte Lipochrome, sondern Zersetzungsproducte derselben (die aber noch immer gefärbt, indess viel schwieriger zu lösen sind und kein charakteristisches Spectralverhalten mehr besitzen) mit den Hämoglobinen vergesellschaftet vorkommen. Aus Substanzen dieser Art, aus unlöslich gewordenen lipochromatischen Stoffen scheinen mir z. B. auch die gelben Schollen zu bestehen, welche man so häufig im Knochenmarke antrifft. Zahlreiche vergleichend physiologische Daten lehren jedoch, dass die Anwesenheit der Lipochrome, und zwar ganz besonders der hier in Frage kommenden chlorophanartigen Farbstoffe, weder constant an Chlorophyllgrün noch an Hämoglobin im Vorkommen und somit an diese Stoffe auch nicht in ihrem Entstehen gebunden sind. Wie die Ueberführung des Cyanokrystallins in einen Fettfarbstoff gelehrt hat, können die Lipochrome sehr mannigfach vorgebildet sein, und in den allermeisten Fällen treffen wir von gefärbten Muttersubstanzen derselben im gesammten Organismus gar nichts an. Ihr Auftreten ist an einen bestimmten Stoff zweifellos nicht gebunden, und ebenso unterliegen sie selbst weiteren proteusartigen Wechsell, welche vorerst nicht zu entziffern sind. Bald verwandeln sich dieselben in Producte, welche sich nur durch ihre Resistenz gegen Lösungs-

mittel und durch ihr uncharakteristisches Spectralverhalten (Lipochromoide) von den Lipochromen unterscheiden, bald in solche, welche zugleich noch dadurch von ihren Muttersubstanzen abweichen, dass sie (wie z. B. die gelben und rothen Farbstoffe der Papageienfedern) sich mit concentrirter Schwefelsäure oder mit starker Salpetersäure nur unvollkommen oder auch gar nicht bläuen; ferner können aus den Fettfarbstoffen auch dunkelviolette (z. B. in der Rindensubstanz der Leptogorgien), ja braunschwarze (Melanoide) Pigmente, aller Wahrscheinlichkeit nach selbst die so resistenten Melanine hervorgehen, und die cholestearinartigen Abkömmlinge <sup>1)</sup> der Lipochrome werden nicht weniger mannigfaltig als die Lipochrome selber sein. Jedenfalls ist es rathsam, über die Herkunft der Lipochrome im Blutserum wie auch in den übrigen Geweben der Wirbelthiere nur mit einiger Zurückhaltung Vermuthungen auszusprechen, welche vielleicht eine einzige neue Thatsache wieder über den Haufen wirft.

Nach den Erfahrungen, welche ich über die Veränderungen der Lipochrome bei längerer Erhaltung an ihrem natürlichen Platze (in eingetrockneten Geweben oder auch, unter physiologischen Verhältnissen, in Organen, deren Stoffwechsel ein äusserst geringer ist) oder bei längerer Aufbewahrung der isolirten Farbstoffe im festen Zustande, bisweilen selbst an Lösungen zu machen Gelegenheit hatte, kann es nicht Wunder nehmen, dass auch die Serumlipochrome ihre Eigenschaften nicht unbegrenzt beibehalten, wenn sie im trockenen Zustande verharren. So beobachtete ich denn auch an einer, unter 100° C. eingedampften, goldgelben Hydrocele wie an einer, auf dem Wasserbade getrockneten und in Folge dessen etwas missfarbig gewordenen Hydroovarialflüssigkeit, dass ein, anfänglich zweifellos vorhanden gewesenes Lipochrom weder durch siedenden, noch durch kalten Amylalkohol bei mehrwöchentlicher Einwirkung den fein pulverisirten Massen zu entziehen war. Es kommen hier Factoren in Betracht, welche nicht nur die Eigenschaften der Lipochrome verändern, deren Löslichkeit für die lipochromatischen Lösungsmittel herabsetzen, ja ganz vernichten, sondern auch an Eiweisskörpern, an der

<sup>1)</sup> Ich erinnere daran, wieviele dem Cholestearin verwandte, doch in Schmelzpunkt und specifischer Drehung davon abweichende Substanzen (Hydrocarotin *Husemann's*, Isocholesterin und Caulosterin *E. Schultze's*, Phytosterin *Hesse's*, Paracholesterin *Rodewald's*) erst in jüngster Zeit aufgefunden und wieviele derartige Körper ausserdem Ein Mal beobachtet, aber noch nicht specieller untersucht sind.

Hemialbumose und an glukosidartigen Substanzen ist der verändernde Einfluss der Zeit leicht zu beobachten; die Chondroitinsäure z. B. braucht nur 1—2 Tage lufttrocken aufbewahrt zu werden, um ihre Fällbarkeit durch Essigsäure, die, wenn das Präparat nicht eintrocknete, eine quantitative ist, vollkommen einzubüßen.

Lehrreich und biologisch nicht weniger interessant als die Serumfarbstoffe der Säugethiere — deren Studium gerade deshalb ausgedehnter betrieben werden sollte, weil dadurch Licht auf den Verbleib vieler vom Darmtractus aus resorbirten Stoffe fallen wird — sind die lymphatischen Farbstoffe der Insecten. Bestehen in Betreff der Serumfarbstoffe schon unter den Säugethieren erhebliche spezifische Differenzen, indem, wie wir sahen, das Pferdeblutserum vorwiegend Bilirubin enthält, das Rinderblutserum dagegen in wahrnehmbarer Menge ausschliesslich ein luteinähnliches Lipochrom, so treten diese an der Insectenlymphe noch weit schärfer hervor.

Ich will hier nicht die merkwürdigen Befunde an der Coleopterenlymphe<sup>1)</sup> referiren, sondern mich darauf beschränken, in aller Kürze nachzuweisen, dass die Körperflüssigkeit der Lepidopterenpuppen in gleicher Weise melanisirt als die Lymphe der Käfer, und dass die Melanose in beiden Fällen durch die gleichen Mittel zu verhindern ist. Zu den Versuchen dienten mir einige Saturniden-Chrysaliden; die Ergebnisse sind folgende:

Die gelbgrüne Lymphe der Puppen von *Saturnia Pyri*<sup>2)</sup> setzt spontan wenig Gerinnsel ab, trübt sich, verschiedenen Individuen entnommen, bei 60 resp. 65° C., ein stärkeres Coagulum entsteht indess erst bei 72 resp. 73° C., und hoch in den 70er Graden, vielleicht auch wohl erst bei 80° C. verwandelt sich die Lymphe in eine käseartige Masse. Das Spectrum der Lymphe (Taf. I, Spectr. 8) weist als Eigenthümlichkeit ein deutliches Absorptionsband um D auf, daneben zwischen b und G zwei andere

<sup>1)</sup> Cf. *Krukenberg*, Ueber die Hydrophiluslymphe etc. Verhandl. d. nat.-medic. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 3. Heft 1.

<sup>2)</sup> Von dem rothbraunen Pigmente des chitinösen Puppenpanzers geht nur wenig in ammoniakalisches Wasser, nichts in siedenden Alkohol über; eine den Carminsäuren ähnliche Substanz, an die vielleicht zu denken gewesen wäre, liegt hier also nicht vor. Der Fettkörper enthält wenig Harnsäure und liess mikroskopisch nur Fett, weder Leucin noch Tyrosin erkennen.



Streifen, die einem gelben Lipochrome zukommen, und in dem alkoholischen Auszuge der Lymphe, welcher das Lipochrom vollständig aufnimmt, anders lagern als in der frischen Lymphe. Mit dem alkoholischen Lymphanszuge stimmt der alkoholische Auszug des Fettkörpers spectroscopisch überein (Taf. I, Spectr. 10); nach der Verseifung war weder vor, noch nach dem Aussalzen mit Kochsalz das Lipochrom durch Petroläther in Lösung zu bringen, vollständig gelang hingegen die Extraction mit Schwefeläther (Taf. I, Spectr. 9).

Die grünlich gelbe Lymphe der Puppen von *Saturnia Pernyi* entfärbte sofort reichliche Mengen von Rosolsäure, röthete blaues Lacmuspapier und besitzt demnach (wie vielleicht die Lymphe der meisten Lepidopterenpuppen) eine saure Reaction, die auch bei der Coagulation der Eiweisskörper durch Siedehitze nicht verschwindet. Die Lymphe zeigt ebenso wie der wässrige Auszug der grünen harzartigen Ballen, welche sich in den Puppen finden, keine charakteristische Spectralverhältnisse; die Lymphe enthält den nämlichen lipochromatischen Farbstoff, der sich bei *Saturnia Pyri* findet und, wie hier mit Deutlichkeit zu sehen war, 3 Absorptionsstreifen im Spectrum (Taf. I, Spectr. 11) aufweist.

Die spontane Gerinnung erfolgt an dieser Lymphe ausnehmend rasch und mit ihr gleichen Schritt hält die melanotische Verfärbung, die so rapide eintritt, dass es durch successive Erwärmung nur unvollkommen gelingt, sich davon zu überzeugen, dass Temperaturen über  $50^{\circ}$  C. den melanotischen Vorgang inhibiren. Wurde aber die lebende Puppe 1 Stunde 5 Min. einer Temperatur von  $55^{\circ}$  C. ausgesetzt, so verfärbte sich auch in diesem Falle die Lymphe beim Oeffnen des Thieres nicht mehr. Wie bei allen übrigen Insecten wird das Lipochrom durch die Melanose aber auch hier nicht verändert, selbst aus fast schwarz gewordener Lymphe lässt sich dasselbe leicht durch Alkohol extrahiren.

Während die reine oder mit destillirtem Wasser gemischte Lymphe sich bei Berührung mit dem Sauerstoff der Luft so äusserst schnell bräunt, behält dieselbe nach dem Sättigen mit Chlor-natrium oder Magnesiumsulfat wie auch auf Zusatz von Natron-lauge ihre ursprünglich zeisiggrüne Färbung bei, obschon zwar nur in den mit Bittersalz und destillirtem Wasser versetzten Portionen geringe Trübungen durch Eiweissgerinnsel bemerkbar sind, die übrigen Proben dagegen völlig klar bleiben; einen beschleunigenden Einfluss auf die Melanose übt Alkohol aus, wahrschein-

lich schon durch das ausfallende Eiweiss. — Beim Erwärmen trat eine Trübung in der reinen Lymphe erst bei 68° C. ein, bei 70° C. wurde dieselbe bedeutend stärker und bei 72° C. schied sich ein flockiges Gerinnsel ab.

Die bräunlich gelbe, schwach alkalisch reagirende Lymphe der Puppen von *Callosamia Promethea* schwärzte sich sehr bald an der Luft, schied auf Wasserzusatz kein Eiweiss ab und zeigte im Hämoskop, bei allmählig zu- und abnehmender Schichtendicke untersucht, kein deutliches Absorptionsband (Taf. I, Spectr. 7); das darin vorhandene Lipochrom liess sich erst durch Alkohol-extraction zur Anschauung bringen. Bei 61° C. trübte sich die ganz successiv erwärmte Lymphe, eine starke lehmfarbige Ausscheidung erfolgte bei 70° C.: Erscheinungen, welche die Filtrate wegen veränderter Reaction immer wieder zeigten, während eine vollständige Coagulation erst in der Mitte der 70er Grade eintrat.

Die Chrysalidenlymphe von *Platissamia Cecropia* zeigte in mehreren Versuchsreihen folgende Coagulationen:

1. Trübung bei 60 resp. 61° C.; Gerinnselbildung meist bei 63—65° C., in einem Versuche erst bei 67° C.
2. Trübung bei 68° C. und bei 70° C. flockige, rein weisse Ausscheidung, gleich beträchtlich wie im ersten Falle.
3. Trübung bei 84° C. und bei 88° C. eine weniger feste und weniger bedeutende Ausscheidung als gegen Anfang der 70er Grade.

Bei fortgesetzter Erwärmung bis 100° C. trat kein neues Gerinnsel mehr auf.

Die reine oder mit destillirtem Wasser verdünnte Lymphe verfiel der Melanose nach 7 Minuten; ein spontanes Gerinnsel entstand in der reinen Lymphe nicht, wohl aber eine geringe Eiweissfällung nach Wasserzusatz. Natronlauge, Sättigen mit Kochsalz oder Bittersalz verhinderten die Bräunung, nur Natronlauge erzeugte einen gallertigen Niederschlag, beim Sättigen mit den Neutralsalzen blieb die Lymphe klar. Alkohol bewirkte Fällung des Eiweisses und sofortige Bräunung.

Die Lymphe der *Cecropia*-Chrysaliden verdankt ihre grüne Farbe und den rothen Reflex einem sehr unbeständigen Pigmente, dessen Spectrum durch ein Absorptionsband um B ausgezeichnet ist (Taf. I, Spectr. 5). Erwärmen auf 66° C., Ammoniak, anorganische wie organische Säuren (z. B. Essigsäure) zerstören den Farbstoff, der Streifen um B verschwindet aus dem Spectrum und

die Färbung der jetzt goldgelb erscheinenden Lymphe rührt ausschliesslich von demselben Lipochrome her, welchem wir in der Lymphe bei sämmtlichen übrigen Saturnidenpuppen begegnet sind.

Die gelbgrüne, bisweilen auch bräunlichgelbe Lymphe der Puppen von *Telea Polyphemus* zeigt nur die Spectralbänder des gelben Lipochromes, gerinnt spontan nicht, ist aber ebenfalls der Melanose unterworfen, welche indess ausbleibt, wenn die Puppen ca. eine Stunde auf 50° C. erwärmt werden. Die Lymphe trübte sich schwach bei 56° C., stärker bei 62° C., wurde in der Mitte der 60er Grade undurchsichtig und lehmfarben; ein käsiges Gerinnsel schied sich aber erst bei nahezu 72° C. aus.

In Hinsicht auf das Verhalten des Farbstoffes im Rinderblutserum sind mehrere Erscheinungen, denen wir an den Chrysalidenlymphem begegneten, bemerkenswerth. Von diesen hebe ich besonders hervor: 1. Das constante Auftreten eines gelben Lipochromes, während betreffs der übrigen lymphatischen Farbstoffe erhebliche specifische Differenzen zu bestehen scheinen. 2. Die leichte Extractionsfähigkeit des Lipochromes in der Insectenlymphe durch Aethylalkohol u. dgl. m. 3. Das (trotz dieses leichten Ueberganges des Farbstoffes in Alkohol) so unterschiedliche Spectralverhalten der Lymphe und der alkoholischen Farbstofflösung (vgl. Taf. I, Spectr. 8 u. 10), und 4. Die Identität des Lipochromes der Lymphe mit dem des Fettkörpers.

## Erklärung der Spectren auf Taf. I.

---

1. Hydrobilirubin aus salzsaurer wässriger Lösung mit Amylalkohol ausgeschüttelt.
  2. Serum aus geschlagenem Rindsblut durch Absetzenlassen der Blutkörperchen gewonnen.
  3. Farbstoff des Rinderblutserums in Amylalkohol gelöst
  4. Derselbe in Chloroform gelöst.
  5. Lymphe der Puppen von *Platysamia Cecropia* (von gelber bis gelbgrüner Färbung.)
  6. Dieselbe auf 70° C. erwärmt.
  7. Bräunlich gelbe Chysalidenlymphe von *Callosamia Promethea*.
  8. Gelbgrüne Lymphe der Puppen von *Saturnia Pyri*.
  9. Lipochrom des Fettkörpers von derselben Chysalide, nach der Verseifung in Aether gelöst.
  10. Derselbe Farbstoff, dem Fettkörper oder der Lymphe durch Aethylalkohol direct entzogen.
  11. Grünlich gelbe Lymphe der Chrysaliden von *Saturnia Pernyi*.
-



**Nachtrag zur Sitzung vom 16. Mai 1884.**

Herr Professor Hertwig sprach:

**Ueber den Einfluss, welchen die Schwerkraft auf die  
Theilung der Zellen ausübt.**

Im Anschluss an zwei wichtige Abhandlungen, welche E. Pflüger über den vorliegenden Gegenstand veröffentlicht hat, und veranlasst durch mehrere Bedenken, welche sich gegen einige der dort aufgestellten Sätze bei ihm erhoben hatten, hat Vortragender mehrere Experimente an befruchteten Eiern von Seeigeln angestellt. Die Seeigeleier sind für die Frage nach der richtenden Kraft der Schwere insofern wichtig, als sie einer äqualen Furchung unterliegen und fast nur aus Protoplasma bestehen, dem sehr kleine gleichmässig im Inhalt vertheilte Körnchen eingelagert sind, während Dotterconcremente, Fetttropfen und dergl. ganz fehlen. An einem solchen Objecte musste es sich endgültig entscheiden lassen, ob die verticale Stellung der ersten Furchungsebene, welche bei nahrungsdotterreichen Eiern mit Constanz sich beobachten lässt, durch die Schwerkraft oder nur dadurch bedingt wird, dass der schwerere Nahrungsdotter und der leichtere Bildungsdotter in ungleicher Weise in der Eizelle vertheilt sind.

Es fielen nun die an den Eiern der Echiniden angestellten Experimente „zu Ungunsten der Ansicht aus, dass die Schwerkraft direct einen richtenden Einfluss auf die Lage der Theilungsebene bei thierischen Zellen ausübt. Denn bei einem Theil der durch kein Hinderniss in ihrer Stellung beeinflussten Eier lag die erste Furchungsebene vertical, bei einem andern horizontal und wieder bei einem andern Theil war sie unter jedem möglichen Winkel zur Horizontalebene schräg geneigt.

Auf Grundlage der so gewonnenen negativen Resultate ging Vortragender auf die von Pflüger beobachteten wichtigen Erscheinungen selbst näher ein und suchte darzuthun, dass sich dieselben in einer andern Weise erklären lassen; zu dem Zwecke unterwarf er die Gesamtheit der Erscheinungen, welche sich in den thierischen Eizellen vor und nach der Befruchtung abspielen, einer vergleichenden Betrachtung. Er wies auf die ungleiche Vertheilung der verschiedenen Dotterbestandtheile in der ungetheilten Eizelle hin und fand, dass hierdurch auch die Lage des Kerns in der Eizelle nach der Befruchtung bestimmt wird. Nach der

Ansicht des Vortragenden wird die Lage des befruchteten Kerns in der Eizelle durch zwei Factoren in gesetzmässiger Weise beeinflusst, 1) durch die äussere Form, welche das Eimaterial besitzt, und 2) durch die Art und Weise, wie Bildungsdotter und Nahrungsdotter in der Zelle vertheilt sind. Bei gleichmässiger Beschaffenheit der Zellsubstanz sucht der Kern eine centrale Lage im Ei einzunehmen, setzt sich dagegen die Zelle aus einer dotterreicheren und einer protoplasmareicheren Partie zusammen, so ändert der Kern insofern seine Stellung, als er mehr in das Bereich der protoplasmareicheren Partie rückt. Kern und Protoplasma wirken (namentlich nach der Befruchtung und während der Zelltheilung) so auf einander ein, dass der Kern stets die Mitte seiner Wirkungssphäre einzunehmen sucht.

Hieraus lässt sich dann weiter ein Gesetz ableiten, durch welches der Verlauf der ersten Furchungsebenen bestimmt wird. Die Richtung der Theilungsebene hängt ab von der Lage der Axe des sich zur Theilung anschickenden Kerns. Die Lage der Kernaxe aber steht wieder in einem Abhängigkeitsverhältniss zur Form und Differenzirung des den Kern umhüllenden protoplasmatischen Körpers. So kann in einer Protoplasmakugel, wenn sie sich zur Theilung anschickt, die Axe des central gelagerten Kerns in der Richtung eines jeden Radius zu liegen kommen, in einem eiförmigen Protoplasmakörper dagegen nur in den längsten Durchmesser. In einer kreisrunden Protoplasmascheibe liegt die Kernaxe parallel zur Oberfläche derselben in einem beliebigen Durchmesser des Kreises, in einer ovalen Scheibe dagegen wieder nur im längsten Durchmesser.

Aus diesen in der Organisation der Zelle selbst gegebenen Factoren erklärt sich die Richtung und gesetzmässige Aufeinanderfolge der ersten Furchungsebenen bei sich theilenden Eiern.

Hierbei übt in vielen Fällen die Schwere nur einen indirecten Einfluss auf die Orientierung der Furchungsebenen im Raum aus, nämlich überall da, wo sich in einer Zelle Substanzen von verschiedener specifischer Schwere von einander gesondert und in einer schwereren und leichteren Schicht über einander angeordnet haben. Bei vielen Eiern wird eine derartige Anordnung bei der Reife, in Folge der Bildung der Richtungskörper und in Folge des Befruchtungsprocesses herbeigeführt. Das Ei erhält dann eine bestimmte Axe mit animalelem und vegetativem Pole, eine Axe, welche durch die Schwere lothrecht gerichtet werden muss. Dadurch aber muss auch die erste Furchungsebene nothwendiger

Weise lothrecht stehen. Dem bei den geocentrisch differenzirten Eiern ist die leichtere protoplasmatische Substanz als Halbkugel oder Scheibe am animalen Pole der Eiaxe angehäuft und liegt horizontal ausgebreitet der Dotterhälfte auf. In der horizontalen Keimscheibe aber muss nach dem oben formulirten Gesetz auch die Kernaxe sich horizontal einstellen, die Furchungsebene daher eine verticale werden. In allen diesen Fällen wirkt die Schwerkraft nur insofern und gleichsam indirect ein, als bei Eiern mit animalen und vegetativem Pole die Eiaxe unter ihrem Einfluss lothrecht gerichtet wird.

Die von E. Pflüger experimentell hervorgerufenen, abnormen Furchungserscheinungen erklären sich in der Weise, dass bei polar differenzirten Eiern, wenn sie in eine von der Norm abweichende Zwangslage gebracht werden, unter dem Einfluss der Schwere, sowie unter dem Einfluss der bei der Befruchtung und Zelltheilung sich abspielenden inneren Vorgänge, eine theilweise Umlagerung der Substanzen von verschiedener Schwere und Dignität stattfindet.

#### Nachtrag zur 9. Sitzung am 11. Juli 1884.

Herr Professor Oscar Hertwig sprach

#### Ueber die Bedingungen der Bastardbefruchtung

und theilte Experimente mit, welche während der Osterferien 1874 in Spezia und in Sorrent von ihm und seinem Bruder gemeinsam ausgeführt worden waren. Zur Untersuchung dienten vier Seeigelarten, *Strongylocentrotus lividus*, *Echinus mikrotuberculatus* *Arbacia pustulosa*, *Sphaerechinus granularis*.

Es ergaben sich hierbei folgende allgemeine Resultate:

1) Das Gelingen oder Nichtgelingen der Bastardirung hängt nicht ausschliesslich von dem Grad der systematischen Verwandtschaft der gekreuzten Arten ab. Aehnliches beobachteten Pflüger und Born bei Bastardirung verschiedener Amphibienarten.

2) In der Kreuzbefruchtung zweier Seeigelarten besteht sehr häufig keine Reciprocität, eine Erscheinung, welche sich ebenfalls auch bei der Bastardirung der Amphibien zeigt. Alle möglichen Abstufungen finden sich hier. Während Eier von *Echinus mikrotuberculatus* sich durch Samen von *Strongylocentrotus lividus* fast ohne Ausnahme befruchten lassen, wird bei Kreuzung in entgegengesetzter Richtung nur in wenigen Fällen eine Entwicklung her-



vorgerufen. Die Befruchtung frischen Eimaterials von *Strongylocentrotus lividus* durch Samen von *Arbacia pustulosa* bleibt erfolglos, dagegen entwickeln sich von *Arbacia pustulosa* immerhin einige Eier, wenn ihnen Samen von *Strongylocentrotus lividus* hinzugefügt wird, und so ähnlich noch in anderen Fällen.

3) Für das Gelingen oder Nichtgelingen der Bastardirung ist die jeweilige Beschaffenheit der zur Kreuzung verwandten Geschlechtsproducte der Echiniden von Wichtigkeit. Die Bastardbefruchtung gelingt weniger mit den aus dem Eierstock entleerten Eiern eines frisch gefangenen Weibchens, als mit einem Eimaterial, welches durch äussere störende Verhältnisse eine Schädigung in seiner Lebensenergie erlitten hat. Es ist dies das wichtigste und interessanteste Ergebniss der in Sorrent ausgeführten Experimente, auf welche Vortragender daher auch ausführlicher eingeht.

Um die Eier der Echinodermen zu schädigen, ohne sie abzutöten, ist eines der einfachsten Mittel, sie nach der Entleerung aus dem Ovarium im Meerwasser unbefruchtet aufzubewahren. Sie bleiben noch 1 bis 3 Tage, je nach der Temperatur und anderen Bedingungen, entwicklungsfähig, werden aber dabei anormal. Dies zeigt sich bei Vornahme der Befruchtung erstens darin, dass sich die Eihaut entweder langsam, oder unvollständig oder gar nicht vom Dotter abhebt, und zweitens darin, dass anstatt eines einzigen zwei, drei und successiv mehr Samenfäden eindringen. Derartiges Material reagirt nun auch gegen den Samen einer anderen Art in anderer Weise als normal beschaffenes. Es konnte durch zahlreiche Versuche auf das Sicherste festgestellt werden, dass Eier, welche gleich nach ihrer Entleerung aus dem Ovarium bastardirt wurden, das fremde Spermatozoon zurückwiesen, es aber nach 10, 20 oder 30 Stunden bei der zweiten oder dritten oder vierten Nachbefruchtung in sich aufnahmen und dann sich normal weiter entwickelten. Das Resultat fiel immer in derselben Weise aus, mochten die Eier von *Strongylocentrotus lividus* mit Samen von *Sphaerechinus granularis* oder von *Echinus mikrotuberculatus* oder mochten die Eier von *Sphaerechinus granularis* mit Samen von *Strongylocentrotus lividus* und so weiter gekreuzt werden.

Das Gelingen oder Nichtgelingen der Bastardirung konnte in diesen Fällen nicht auf eine Verschiedenheit des Samens zurückgeführt werden, da derselbe jedes Mal neu aus den strotzend gefüllten Hoden entnommen wurde und daher als ein relativ constant bleibender Factor in den Versuchen angesehen werden konnte.

Es ist daher über jeden Zweifel erhaben, dass sich die Eizelle in ihrem Verhalten gegen fremden Samen verändert hatte.

Vortragender hob darauf hervor, dass wenn überhaupt in der Eizelle Veränderungen eintreten oder künstlich hervorgerufen werden können, in Folge deren die Bastardirung gelingt, dann es vom theoretischen Standpunkt aus möglich sein müsse, die Geschlechtsproducte zweier Arten, zwischen denen ein gewisser Grad sexueller Affinität bestehe, auch ohne Zurückbleiben eines unbefruchteten Restes zu bastardiren. Man müsse, je nach den Bedingungen, unter denen man die Geschlechtsproducte zusammenbringe, ein Minimum und ein Optimum der Bastardirungsfähigkeit unterscheiden können.

In den ausgeführten Experimenten war dies auch in der That möglich, wenn das Eimaterial eines Weibchens in mehrere Portionen getheilt und zu ungleichen Zeiten befruchtet wurde. Stets erhielten wir hier den geringsten Procentsatz Bastarde, wenn den Eiern gleich nach Entleerung aus den Ovarien der fremde Samen zugesetzt wurde. Je später die Befruchtung geschah, sei es nach 5 oder 10 oder 20 oder 30 Stunden, um so mehr wuchs der Procentsatz der bastardirten Eier, bis schliesslich ein Bastardirungsoptimum erreicht wurde. Als solches lässt sich dasjenige Stadium bezeichnen, in welchem sich fast das gesammte Eiquantum, mit Ausnahme einer geringen Zahl, in normaler Weise entwickelt. Dasselbe ist, da sich in den Eiern innere Veränderungen ohne Unterbrechung weiter abspielen, von kurzer Dauer. Dann beginnt der Procentsatz der in Folge von Bastardbefruchtung sich normal entwickelnden Eier wieder abzunehmen und zwar hauptsächlich deshalb, weil ein immer grösser werdender Theil in Folge des Eindringens mehrerer Spermatozoen sich ganz unregelmässig theilt und missgebildet wird.

Die Erfolge, die man erhält, wenn das Eimaterial zu verschiedenen Zeiten gekreuzt wird, kann man sich unter dem Bild einer auf- und absteigenden Curve darstellen, deren Höhepunkt das Bastardirungsoptimum bezeichnet. Zur Veranschaulichung theilte Vortragender eine Versuchsreihe einer Kreuzung der Eier von *Sphaerechinus granularis* durch Samen von *Strongylocentrotus lividus* mit.

1) Befruchtung nach  $1\frac{1}{4}$  Stunde. Bastardirungsminimum. Aeusserst vereinzelte Eier entwickeln sich. 2) Befruchtung nach  $2\frac{1}{4}$  Stunde. Etwa 10% entwickeln sich normal. 3) Befruchtung nach  $6\frac{1}{4}$  Stunden. Etwa 60% entwickeln sich normal.

4) Befruchtung nach  $10\frac{1}{4}$  Stunden. Alle Eier entwickeln sich mit Ausnahme von 5<sup>o</sup>. Bastardirungsoptimum. 5) Befruchtung nach 25 Stunden. Ein Theil entwickelt sich normal, ein zweiter in unregelmässiger Weise, ein kleiner Rest bleibt unbefruchtet.

Vortragender weist auf Ergebnisse hin, welche Pflüger und Born bei der Bastardirung der Amphibien erhalten haben, aber in anderer Weise erklären; er ist der Meinung, dass auch hier ähnliche Verhältnisse wie bei den Echinodermen vorliegen, und dass sich auch hier Bastarde am leichtesten dann züchten werden, wenn man geschwächte Eier mit recht lebenskräftigem Samen einer anderen Art vermischt. In derselben Weise glaubt er auch die bekannte Thatsache erklären zu dürfen, dass domesticirte Thier- und Pflanzenarten sich im Allgemeinen leichter kreuzen lassen, als nahe verwandte Arten im Naturzustand. Durch die Domestication wird aber im Ganzen die Constitution geschwächt, was sich dann besonders an den Geschlechtsproducten geltend macht, da, wie bekannt, der Generationsapparat bei allen Veränderungen im Körper in Mitleidenschaft gezogen wird.

Zum Schluss seiner Mittheilung geht Vortragender noch auf die Frage nach den Ursachen ein, von welchen es abhängt, dass zwischen manchen Arten die Bastardirung leichter als zwischen anderen Arten gelingt.

Pflüger und Born machen hierfür äussere nebensächliche Momente verantwortlich und legen namentlich auf die Form der Spermatozooköpfe bei den Amphibien ein besonderes Gewicht, indem sie behaupten, dass Samenfäden mit spitzen Köpfen, weil sie die Eihüllen leichter durchdringen können, Bastardirung eher ermöglichen, als solche mit stumpfen Köpfen.

Bei den Echiniden sind Unterschiede in der Form der Spermatozoen nicht wahrzunehmen. Die Ursachen für das Gelingen oder Nichtgelingen der Bastardirung müssen in einer ganz andern Richtung gesucht werden. Es kann nur die Constitution oder die innere Organisation der Geschlechtsproducte selbst sein, welche das Gelingen der Kreuzbefruchtung bestimmt. Volle Fruchtbarkeit oder wie wir an chemische Bezeichnungen anknüpfend auch sagen können, volle geschlechtliche Affinität findet nur statt zwischen den Geschlechtsproducten ein und derselben Art. Sie erlischt allmählich in demselben Maasse, als die Geschlechtsproducte einander unähn-

licher werden. In der Eizelle sind regulatorische Kräfte vorhanden, welche den normalen Verlauf der Befruchtung garantiren und Bastardbefruchtung ebensogut wie Ueberfruchtung zu verhindern streben. Diese regulatorischen Kräfte können mehr oder minder ausser Thätigkeit gesetzt werden, wenn die Lebensenergie der Eizelle eine Verminderung erfährt.

Welcher Art diese Kräfte sind und ob sie im Protoplasma oder im Kern ihren Sitz haben, muss noch durch weitere Untersuchungen entschieden werden.

#### Nachtrag zur Sitzung vom 28. November 1884.

Herr Professor Hertwig hielt einen Vortrag über das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies und entwickelte hierbei

#### eine Theorie der Vererbung.

Nachdem er die Gründe angeführt hatte, welche dafür sprechen, dass die Kernsubstanz der Befruchtungsstoff ist, welcher die Entwicklungsprocesse erregt, stellte er die These auf, dass die befruchtende Substanz zugleich auch Träger der Eigenschaften ist, welche von den Eltern auf ihre Nachkommen vererbt werden. Von verschiedenen Gesichtspunkten aus suchte Vortragender diese These in folgender Weise näher zu begründen:

Die Thatsache, dass alle auf geschlechtlichem Wege erzeugten Organismen im Allgemeinen beiden Eltern gleich viel ähneln, lässt auf eine Aequivalenz der wirksamen Keimstoffe schliessen; d. h. die Kinder werden von Vater und Mutter gleiche Mengen wirksamer Theilchen, welche Träger der vererbten Eigenschaften sind, empfangen. Ei- und Samenzelle weichen aber an Grösse ausserordentlich von einander ab. Soll daher eine Aequivalenz stattfinden, so kann nicht die ganze Eisubstanz, welche an Quantität die Spermasubstanz um Vieles übertrifft, in Bezug auf die Uebertragung von Eigenschaften wirksam sein.

Die einzigen Theile, welche in den beiden Geschlechtsproducten in ihrer Beschaffenheit einander entsprechen, sind Ei- und Samenkern. Dieselben kommen bei der uns beschäftigenden Frage um so mehr in Betracht, als auch von ihnen allein der Beweis geführt werden kann, dass sie beim Befruchtungsvorgang in Wirksamkeit treten und durch ihre Copulation die Entwicklung anregen. Hierdurch wird es nahe gelegt, daran zu denken, dass das

in den Kernen enthaltene Nuclein die Substanz ist, welche nicht allein befruchtet, sondern auch die Eigenschaften vererbt.

Wie vom Vortragenden in mehreren Arbeiten hat gezeigt werden können, befindet sich auch das Nuclein, was für die hier vertretene Auffassung von nicht geringer Bedeutung ist, vor, während und nach der Befruchtung in einem organisirten Zustand. Es erscheint daher die Befruchtung und Vererbung nicht nur als ein chemisch physikalischer Vorgang, wie die Physiologen meist anzunehmen pflegten, sondern gleichzeitig auch als ein morphologischer Vorgang, insofern ein geformter Kerntheil des Spermatozoon in das Ei eingeführt wird, um sich mit einem geformten Kerntheil des letzteren zu verbinden.

Zu Gunsten seiner Befruchtungs- und Vererbungstheorie lenkt Vortragender auch noch die Aufmerksamkeit auf die Erscheinung der Polyspermie und der von Pflüger entdeckten Isotropie des Eies.

Nach einer Hypothese von Fol würde der Anstoss zur Entstehung von Mehrfachbildungen von der Anzahl der eingedrungenen Spermakerne ausgehen, welche sich in die Substanz des Eikerns theilen, so dass jetzt anstatt eines normalen Keimkerns zwei Keimcentra vorhanden sind. Die mehrfachen Keimkerne, indem sie sich mit Dotter umgeben, sind also die Ursache, dass in einer gemeinsamen Eihülle aus einem Dotter mehrere Individuen entstehen.

Was den zweiten Punkt betrifft, so hat Pflüger durch einige Experimente am Froschei erwiesen, dass der Dotter nicht so organisirt ist, dass aus einer bestimmten Portion desselben ein bestimmtes Organ hervorgehen müsste, wie His mit seinem Princip der organbildenden Keimbezirke angenommen hatte. Ob sich bei der Theilung die Kerne mit diesem oder jenem Theil der Dottersubstanz umgeben, ist nicht von Bedeutung. Auch in dieser Beziehung scheinen an die Kernsubstanz die Kräfte gebunden zu sein, durch welche die Organisation des Thieres bestimmt wird.

Im Laufe seiner Auseinandersetzungen ging Vortragender auch auf die jüngst von Nägeli veröffentlichte „Mechanisch physiologische Theorie der Abstammungslehre“ ein und hob hervor, dass hier Nägeli aus theoretischen Gründen zu der Auffassung gelangt ist, nicht das ganze Eiplasma, sondern nur ein geringer, etwa einem Spermatozoon entsprechender Bruchtheil könne Vererbungsstoff sein, welcher sich zugleich in einem organisirten Zustand befinden müsse. Nägeli unterscheidet beide Substanzen als Ernährungsplasma und Idioplasma. Letzteres denkt er sich

netzartig im ganzen Ei ausgebreitet. Vortragender betonte, wie in dieser Art die Nägelische Vererbungstheorie eine der thatsächlichen Begründung entbehrende, in der Luft schwebende Abstraction sei, wie aber für weitere Untersuchungen ein fester Boden geschaffen werde, wenn man annehme, dass der Vererbungsstoff oder das Idioplasma Nägeli's die Kernsubstanz (Nuclein) sei.

Vortragender fasste seine Vererbungstheorie schliesslich in folgenden Sätzen zusammen:

Die mütterliche und die väterliche Organisation wird beim Zeugungsact auf das Kind durch Substanzen übertragen, welche selbst organisirt sind, das heisst, welche eine sehr complicirte Molecularstructur im Sinne Nägeli's besitzen.

Als die Anlagen von complicirter molecularer Structur, welche die mütterlichen und väterlichen Eigenschaften übertragen, können wir die Kerne betrachten, da sie sich in den Geschlechtsproducten als die einzigen einander äquivalenten Theile ergeben, da wir an ihnen allein ausserordentlich bedeutsame Vorgänge bei dem Befruchtungsact beobachten, und da wir von ihnen allein den Nachweis führen können, dass von ihnen der Anstoss zur Entwicklung ausgeht. Während der Entwicklung und Reifung der Geschlechtsproducte sowie bei der Copulation derselben erfahren die männlichen und die weiblichen Kernsubstanzen, wie eingehende Beobachtung lehrt, niemals eine Auflösung, sondern nur Umbildungen in ihrer Form, indem Eikern und Spermakern, der eine vom Keimbläschen, der andere vom Kern der Samenmutterzelle abstammen<sup>1)</sup>.

1) Ueber den in meiner Schrift: (Untersuchungen zur Morphologie und Physiologie der Zellen, Heft 3, 1884) namhaft gemachten Forschern, welche schon im Kern das Vererbungsorgan vermuthet haben, ist nach C. Hasse zu nennen. In seiner Abhandlung „Morphologie und Heilkunde“, 1880, unterscheidet er in der Zelle, wie L. Beale, Embryonalbestandtheile und Umbildungsbestandtheile und fügt in einer Anmerkung hinzu: „dass diejenigen Eigenschaften, welche primär von dem Organismus oder den Organismen auf den Tochterorganismus, von der Mutterzelle auf die Tochterzelle als bleibende übergehen, vererbt werden, vor allem den Embryonalbestandtheilen, welche ja meistens Kernbestandtheile sind, inhäriren, während das, was dem Tochterorganismus, was der Tochterzelle secundär als besondere Organisation unter der Einwirkung besonderer äusserer Einflüsse als erworben zukommt, wesentlich von den Umbildungsbestandtheilen, die ja vorwiegend dem Zellkörper, dem Protoplasma angehören, ausgeht.“



SITZUNGSBERICHTE  
DER  
**JENAI SCHEN GESELLSCHAFT**

FÜR  
MEDICIN UND NATURWISSENSCHAFT

FÜR DAS JAHR

1885.

ERSTES HEFT.

JENA,  
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.  
1885.



6692 7213  
Feb. 986

Jenaische Zeitschrift

für

# NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft  
zu Jena.

## Neunzehnter Band.

Neue Folge, Zwölfter Band.

Supplement.

Heft II.

Sitzungsber. 1885

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

1885.



# Sitzungsberichte 1885.

## II. H e f t.

### 5. Sitzung am 1. Mai 1885.

Herr Sohneke sprach

#### **Ueber den Ursprung der Gewitter-Elektricität.**

Um über den Ursprung der Gewitter-Elektricität mehr als blosser Vermuthungen aussprechen zu können, muss man sich vor allen Dingen mit den atmosphärischen Bedingungen vertraut machen, unter denen die Gewitter aufzutreten pflegen. Zu dem Zweck sind zunächst zwei allgemeine meteorologische Vorbetrachtungen nöthig: eine über die durchschnittliche Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe in der freien Atmosphäre; die andere über die Natur der höheren Wolken.

Ueber den ersten Punkt sind uns durch die Beobachtungen mehrerer wissenschaftlicher Luftfahrer, insbesondere J. Glaishers, ziemlich viele Daten zur Verfügung gestellt. Auf Grund seiner zahlreichen Luftreisen stellt Glaisher eine Tabelle auf, welche ersehen lässt, um wieviel durchschnittlich die Temperatur abnimmt bei Erhebung bis zu 1000 Fuss, 2000 Fuss, 3000 Fuss u. s. f. Aus dieser Tabelle geht hervor, dass selbst in den heissen Sommermonaten durchschnittlich schon in einer Höhe zwischen 3 und 4000 Metern Gefriertemperatur angetroffen wird.

Im Allgemeinen muss die Gesammtheit derjenigen Punkte des Luftraums, in denen in einem gegebenen Augenblick die Temperatur  $0^{\circ}$  herrscht, auf einer gewissen Fläche liegen, welche als „Isothermfläche Null“ bezeichnet werden soll. Es ist nun von besonderem Interesse zu ermitteln, ob das eben aus Glais-

hervor Fahrten gewonnene Ergebniss über die Höhenlage dieser Fläche im Hochsommer auch durch andere Luftreisen bestätigt wird. Um hierüber ein Urtheil zu gewinnen, habe ich eine Zusammenstellung von solchen Luftreisen gemacht, bei denen hinreichende Angaben mitgetheilt sind, um aus ihnen die Höhenlage der Isothermfläche Null abzuleiten. Die so gewonnene Tabelle umfasst 23 Luftreisen, ausgeführt zu den verschiedensten Jahreszeiten von 8 verschiedenen Luftfahrern; etwa die Hälfte der Fahrten fällt auf die Sommermonate. Die Schlüsse, zu denen diese Tabelle berechtigt, sind folgende:

In den heissesten Sommermonaten befindet sich die Isothermfläche Null durchschnittlich nur in 3 bis 4000 Metern Höhe, sie sinkt aber selbst in dieser Zeit gelegentlich sogar bis gegen 2000 Meter Meereshöhe. Im Allgemeinen steigt sie im Laufe des Vormittags, und zwar — wie es scheint — schneller mit der grösseren Annäherung an die Mittagszeit; dagegen sinkt sie im Laufe des Nachmittags, und zwar — wie es scheint — schneller mit der grösseren Entfernung von der Mittagszeit. Ihre Höhenlage kann sich schon in 1 bis 2 Stunden um 2000 Meter ändern. Der Uebergang aus dem Steigen in's Sinken erfolgt wohl nicht genau um die Mittagszeit, sondern vielleicht ein oder einige Stunden verspätet, wohl wechselnd mit der Jahreszeit.

Ein besonderes Interesse besitzt nun die Kenntniss der Temperaturabnahme an Gewittertagen, womöglich nahe vor dem Gewitter. Hierüber liegen nur sehr wenig Angaben vor.

Glaisher machte am 31. August 1863 Nachmittags 6<sup>h</sup> eine Fahrt, nachdem am Morgen um 8<sup>h</sup> ein Gewitter stattgefunden hatte. Er erreichte zwar die Isothermfläche Null nicht, fand aber schon in 2300 Meter Höhe + 1° C. Bei keiner der 6 anderen mir bekannt gewordenen Fahrten im August und Septemberanfang hat in gleicher Höhe eine ebenso niedrige Temperatur geherrscht.

Flammarion war während der Gewitternacht vom 14./15. Juli 1868 unterwegs und fand 0° in 2400 Meter, allerdings Morgens um 4<sup>h</sup> 26<sup>m</sup>. Unter allen Hochsommerfahrten ist es nur eine einzige, bei der die Isothermfläche Null noch tiefer liegend angetroffen wurde.

Welsh war am 17. August 1852 Nachmittags zwei Stunden vor Ausbruch eines Gewitters in der Luft; um 5<sup>h</sup> lag die Iso-

thermfläche Null 3500 Meter hoch, sie war aber in rascher Senkung begriffen. Bei keiner von seinen übrigen drei Fahrten fand Welsh eine so schnelle Temperaturabnahme nach oben, als bei dieser Fahrt.

Schon Kämtz hat auf Grund der starken Strahlenbrechung, die oft bei schwüler Gewitterluft beobachtet worden, den Schluss gezogen, dass die schnelle Aenderung der Temperatur mit der Höhe eine wichtige Bedingung für die Ausbildung der Gewitter, besonders im Sommer, sei. Um nun genauere Data zum Beweise hierfür zu finden, habe ich eine kleine meteorologische Untersuchung angestellt, betreffend die kurz vor Gewittern vorhandene Temperaturdifferenz zwischen Freiburg im Breisgau und dem 719 Meter höher gelegenen Höchenschwand auf dem Schwarzwald. Ich fand, dass unter 17 Fällen, die in den Jahren 1880 und 1881 sich als geeignet zur Vergleichung erwiesen, nur in dreien die Temperaturdifferenz nahe vor dem Gewitter kleiner war als sonst durchschnittlich zu jener Tages- und Jahreszeit, in allen anderen aber grösser.

Nach alledem kann als charakteristisch für die Wetterlage vor den Gewittern, wenigstens in den meisten Fällen, die besonders schnelle Temperaturabnahme nach oben gelten, und im Zusammenhange damit natürlich die besonders niedrige Lage der Isothermfläche Null.

Zweitens muss das Augenmerk auf die Beschaffenheit der höheren Wolken gerichtet werden, zunächst im Allgemeinen, sodann speciell bei Gewittern. Offenbar müssen solche Wolken, die oberhalb der Isothermfläche Null schweben, im Allgemeinen aus Eistheilchen gebildet sein, obschon natürlich das Vorkommen von Wolken aus überkälten Wassertheilchen nicht ausgeschlossen ist. Das Aussehen der Eiswolken ist übrigens von dem der Wasserwolken ziemlich verschieden; man kennt erstere als Federwolken (Cirri), letztere als Haufwolken (Cumuli). Beobachtungen über Wolkenhöhen, theils bei Luftfahrten, theils vom Erdboden aus angestellt, lehren übereinstimmend, dass die Grenze beider Wolkenarten im Hochsommer etwa bei 4000 Meter liegt, was mit den vorigen Ermittlungen über die Lage der Isothermfläche Null ungefähr übereinstimmt. Hiernach ist es nicht verwunderlich, dass Luftfahrer wiederholt sogar im Hochsommer in Schneewolken hineingekommen sind, so Glaisher am 26. Juni 1863 zwischen 3300 und 4200 Meter, Fonvielle am 4. Juli 1875 bei 3450 Meter,

Barral und Bixio am 27. Juli 1850 zwischen 4500 und 6300 Meter, Welsh am 17. August 1850 bei 5900 Meter.

Während die Unterscheidung der Eis- und Wasserwolken vom Erdboden aus, nach dem blossen Aussehen, immerhin etwas zweifelhaft bleibt, so hat man doch in vielen Fällen ein untrügliches Mittel zu solcher Unterscheidung, das ist die Beschaffenheit der Höfe um Sonne und Mond, die sehr häufig in dünnen Wolken-schleiern sich zeigen. Es steht zweifellos fest, dass die Licht-ringe oder Höfe grosser Art von etwa  $22^\circ$  Halbmesser durch Lichtbrechung in Eiskrystallen entstehen. (Dieser Winkel ist derjenige der Minimalablenkung für Strahlen mittlerer Brechbarkeit beim Durchgange durch Eisprismen von  $60^\circ$ .) Dagegen verdanken die kleinen Höfe von  $1^\circ$  bis  $6^\circ$  Halbmesser der Beugung des Lichts an gleichgrossen Kügelchen ihre Entstehung. Nun sind die Ringe keineswegs so selten, als man gemeiniglich glaubt. Hr. Galle konnte während  $1\frac{1}{2}$  Jahren 78 Ringe und etwa ebensoviele Nebensonnen etc. beobachten, und zwar auch oft im heissen Sommer. Am nachdrücklichsten hat Kämtz auf die Wichtigkeit und Untrüglichkeit dieses optischen Unterscheidungsmittels beider Wolkenarten hingewiesen.

Nach diesen Vorbetrachtungen wenden wir uns zu den Gewittern. Am genauesten kennt man die lokalen oder Wärmegewitter (identisch mit den meisten Sommergewittern), während die grossen Wirbelgewitter noch weniger erforscht sind. Bei den ersteren verräth das Aussehen der Wolken, welche als riesige Cumulussäulen hoch in den Himmel aufsteigen, dass sie einem starken aufsteigenden Luftstrome von grossem Feuchtigkeitsgehalte ihre Entstehung verdanken. Nun ist nach Hr. Reye die Hauptbedingung für das Zustandekommen eines nachhaltig aufsteigenden feuchten Luftstroms die besonders schnelle Temperaturabnahme in der Umgebung, während ja in dem Strome selbst in Folge der Condensationswärme der sich niederschlagenden Wassertheilchen die Temperaturabnahme nach oben wesentlich verlangsamt ist. Die Temperaturvertheilung in der Atmosphäre ist also hierbei eine solche, dass die Isothermfläche Null im aufsteigenden Strome besonders hoch gehoben ist, während sie ausserhalb desselben eine besonders niedrige Lage hat. So kommt also tropfbares Wasser in die Eisregion hinauf; es müssen sich Eiswolken und Wasserwolken nebeneinander finden. Steigt der feuchte Strom hinreichend weit auf, so sinkt auch seine Temperatur auf

oder unter  $0^{\circ}$ , und er giebt zur Entstehung von Cirruswolken, von Schnee und Hagel Anlass, welch' letzterer ja ein häufiger Begleiter von Gewittern ist. Dass die Höhe des Sitzes der Gewitter ja nicht unterschätzt werden darf, hebt schon Kämtz auf Grund seiner Beobachtungen im Hochgebirge hervor; die gewöhnlichen, auf Blitz- und Donnerbeobachtung gegründeten Messungen über die Höhe von Gewitterwolken dürfen hier nicht herbeigezogen werden, denn sie lehren (und auch das nur höchst ungenau) meist nur die Lage besonders tiefer Theile der Gewitterwolken kennen.

Dass in der That stets, und nicht nur bei den lokalen Gewittern, sondern auch bei denen der anderen Art, Wasser- und Eiswolken gleichzeitig am Himmel sind, bezeugen übereinstimmend Hann und Kämtz. Ersterer schildert als stets bei Gewittern vorhanden die Cirrostratusdecke, letzterer hat stets vor Gewittern, sobald er überhaupt den Uebergang vom klaren Himmel bis zur dichten Bewölkung verfolgen konnte, Höfe grosser Art, d. h. das charakteristische Anzeichen der Anwesenheit von Eistheilchen in der Luft, beobachten können. Auch bei allen drei vorher erwähnten Luftfahrten an Gewittertagen sind Eistheilchen als in der Luft anwesend beobachtet worden.

Indem sonach festgestellt ist, dass bei jedem Gewitter Wolken, die aus Wassertheilchen bestehen, und solche, die aus Eistheilchen gebildet sind, in der Höhe gleichzeitig nebeneinander vorhanden sind, und dass sie natürlich in starker gegenseitiger Lagenänderung begriffen sind, so liegt die Vermuthung sehr nahe, dass die Reibung von Wassertröpfchen und Eistheilchen als Elektrizitätsquelle dient. Dies ist nun aber keineswegs eine blosser Vermuthung, sondern es ist eine schon von Faraday festgestellte Thatsache. Bei seinen Versuchen über die Ursache der Elektrizitätserregung bei der Armstrongschen Dampfelektrisirmaschine, die auf's mannigfaltigste von ihm abgeändert wurden, liess er auch wiederholt komprimirte Luft ausströmend gegen feste Körper stossen. Die bei der Expansion der Luft entstehende Abkühlung veranlasst eine ausgiebige Nebelbildung, und die Reibung dieser Tröpfchen an den getroffenen Körpern erregt die Tröpfchen jedesmal  $+$ , die geriebenen festen Körper  $-$ . Nur bei der Reibung der Tröpfchen an Eis wurde letzteres  $+$ , ein Mal wie das andere, während dazwischen Holz und Metall durch die Tröpfchenreibung  $-$  elektrisirt wurden.

Diese Faradayschen Versuche habe ich vielfach wiederholt und, wie zu erwarten, durchaus bestätigt gefunden. Natürlich

hat man mancherlei Vorsichtsmassregeln zu befolgen, wenn man nicht durch scheinbar widersprechende Ergebnisse aufgehalten werden will. Die hauptsächlichsten Störungen können entstehen einestheils durch mitgerissene Fettpartikelchen von der Hahnenfettung, anderentheils durch Reibung der Tröpfchen am Hahnenkanal, sobald man nicht schnell genug aufdreht; im letzteren Fall nämlich werden die Tröpfchen schon hier + und geben diese Elektrizität an den entgegenstehenden Körper ab, wobei dann die Elektrisirung durch Reibung an letzterem theilweise oder gänzlich verdeckt wird. Je kälter das Eis, um so stärker elektrisch wird es, was mit der Zunahme seines Isolationsvermögens bei abnehmender Temperatur zusammenzuhängen scheint.

Wenn also Luftströme an einander hinfließen, von denen der eine Eistheilchen, der andere Wassertheilchen führt, so werden die Eistheilchen positiv, die Wassertheilchen negativ elektrisch, und da keineswegs eine schnelle Vermischung von beiderlei Luftströmen einzutreten braucht, wie u. A. aus verschiedenen Beobachtungen an Rauch-beladenen Luftströmen bei Laboratoriums-Versuchen hervorgeht, so werden die entgegengesetzt elektrisirten Körper auch schnell auseinander geführt.

In den hier geschilderten Vorgängen scheint mir die eigentliche Ursache der Gewitter-Elektrizität zu liegen. Wie sich nun die weiteren Erscheinungen beim Gewitter gestalten: Das zu erörtern liegt nicht in meiner Absicht.

Eine eingehendere Darstellung der hier nur in aller Kürze skizzirten Theorie, sowie der zu ihrem Beweise dienenden fremden und eigenen Beobachtungen, findet man in einem eigenen Schriftchen (Der Ursprung der Gewitter-Elektrizität und der gewöhnlichen Elektrizität der Atmosphäre. Jena, G. Fischers Verlags-handlung.), dessen Druck demnächst beendet sein wird.

## 6. Sitzung am 15. Mai 1885.

1) Zuerst sprach Herr Karl Bardeleben

### Zur Morphologie des Hand- und Fuss skelets.

M. H. Seit über zwei Jahren mit der Entwicklungsgeschichte des Tarsus beschäftigt, hatte ich zuletzt in der dritten Sitzung unserer Gesellschaft, am 6. Februar d. J., die Ehre, hierüber und zwar über die normale embryonale Zweiteilung des Naviculare tarsi



beim Menschen, sowie über das Rudiment einer neuen Zehe bei einem niederen Säugethiere Mitteilung zu machen. Meine Absicht, auf einer grösseren Studienreise das Material für die endgiltige Lösung der Fragen vom Tarsus und Carpus der Säugethiere zu sammeln, ist bis auf Weiteres durch äussere Umstände vereitelt worden, jedoch war es mir gestattet, wiederum, wie 1883, in dem Berliner anatomischen Museum einige Wochen zu arbeiten, wofür ich Herrn Geheimerath Waldeyer zu grossem Danke verpflichtet bin. Auch in dem der Direction des Herrn Prof. Hertwig unterstellten hiesigen Museum fand ich reichliches Material für die vorliegenden Fragen.

Obwohl ich inzwischen durch die Güte der Herren von Kölliker und Stöhr in Würzburg, M. Fürbringer in Amsterdam in den Besitz von Beutelthier-Embryonen gelangt bin, sind doch meine vergleichend-embryologische Untersuchungen noch lange nicht abgeschlossen. Wenn ich es trotzdem wage, heute Mitteilungen zu machen, welche einstweilen nur auf vergleichend-anatomischer, makroskopischer Basis fussen, so geschieht dies mit Rücksicht auf den Umstand, dass auch andere Forscher dies Gebiet bearbeiten, und in der Ueberzeugung, mehrere neue gesicherte Thatsachen bringen zu können.

Die Fragen, welche ich mir vorgelegt habe, sind folgende:

1) Kommt ein Rudiment einer sechsten, besser 0<sup>ten</sup> Zehe allgemeiner bei Säugethieren vor?

2) Wo ist eine normale Teilung des Naviculare tarsi vorhanden? Zerfallen vielleicht noch andere Tarsusknochen in mehrere Elemente?

Da ferner zum Vergleiche eine eingehendere Untersuchung des Carpus und seiner Nachbarschaft notwendig wurde, ergaben sich noch folgende, den obigen entsprechende Fragen:

3) Kommt das Rudiment eines sechsten, besser 0<sup>ten</sup> Fingers bei Säugethieren allgemeiner vor?

4) Wie verhalten sich Centrale, event. Centralia, Carpale I, Hamatum?

Durchgesehen wurden alle fünfzehigen resp. fünffingerigen Säugethierordnungen, nämlich: Monotremen, Beutelthiere, Edentaten, Cetacea, Proboscidea, Pinnipedia, Halbaffen, Nager, Raubthiere, Insectivoren, Fledermäuse, Affen, — von den Aplacentalen besonders die Beutelthiere, von den Placentalen die Deciduata. Genau untersucht (Aufweichung der betreffenden Teile in Wasser

Loupe, Zeichnung) wurden ca. 80 Species, zur Vergleichung äusserlich (trocken) betrachtet mehrere hundert Arten.

Die Ergebnisse sind in Kürze folgende:

1) Das Rudiment einer innen (tibial) vom Hallux liegenden Zehe, ein Tarsale oder Metatarsus 0 oder des **Praehallux** (wie ich von jetzt an sagen werde) kommt vor bei Monotremen; — amerikanischen Beutelthieren (z. B. *Didelphys cancrivora*, *aurita*, *marsupialis*, *Azarae*; *Chironectes variegatus*); — Edentaten (z. B. *Myrmecophaga „tetradactyla“*, *jubata*; *Dasybus*); — Carnivoren (z. B. *Lutra brasiliensis*, *platensis*; *Paradoxurus typus*); — Nagern (z. B. *Bathyergus maritimus*; *Helio-phobius argentocinerens*; *Myoxus glis*; *Georhynchus capensis*; *Arctomys marmotta*; *Castor fiber*); — Insectivoren (z. B. *Talpa europaea*; *Centetes madagascariensis*, *ecaudatus*); — Affen (z. B. *Mycetes*).

Das Rudiment des **Praehallux** articulirt nur am Tarsale I (1. Keilbein) bei Beutelthieren, vielen Carnivoren, Insectivoren, — am Tarsale I oder am Naviculare bei Edentaten und Nagern, an beiden Knochen bei einigen Carnivoren (*Paradoxurus*), zwischen Tarsale I und Metatarsus I bei Affen.

2) Eine Zweiteilung des ersten Keilbeins ist angedeutet bei *Didelphys*; beim Menschen kommt dies bekanntlich als Varietät vor, vgl. Wenzel Gruber u. A. (Ein neuer Fall aus der letzten Macerir-Periode der Anatomie Jena wird vorgezeigt.)

Das **Naviculare tarsi** zerfällt in zwei Knochen bei Nagern (Meckel), ferner bei Monotremen. Angedeutet ist die Teilung durch eine der Gelenklinie bei Nagern entsprechende Naht (Furche, Raubigkeit) bei Carnivoren (z. B. *Herpestes fasciatus*, *Paradoxurus typus*, *Lutra brasiliensis*) und Insectivoren (*Centetes*), also wohl hier embryonal angelegt.

Am **Cuboidium** findet sich nur bei Beutelthieren eine Furche oder Incisur, in der Flucht der Grenze zwischen 4. und 5. Metatarsus. Das bei Affen am lateralen Rande des Würfelbeins, hinter der Basis des fünften Mittelfussknochens gelegene accessorische Knöchelchen ist ein Sesambein (Sehne des *Peroneus longus*).

3) Das Rudiment eines sechsten resp. 0<sup>ten</sup> Fingers, ein **Carpale** oder **Metacarpus 0** oder des **Praepollex** findet sich bei erwachsenen Beutelthieren nur andeutungsweise, dagegen besitzen es Edentaten (*Myrmecophaga*), Halbaffen (z. B. *Stenops*, *Otolincus*, *Tarsius*, *Lemur*), Nager (z. B. *Cercolabes*, *Myopotamus*, *Bathyergus*, *Arctomys*), Carnivoren (z. B. *Herpestes*, *Gulo*, *Felis*,

Lutra, Cercoleptes), Insectivoren (z. B. Scalops, Centetes, Talpa), Fledermäuse (z. B. Pteropus) und Affen (z. B. Cercopithecus, Cynocephalus).

Am Carpale I befindet es sich bei Halbaffen und Insectivoren, zwischen Naviculare und Metacarpus I bei Nagern und Carnivoren (bei denen das Carpale I ulnarwärts verschoben ist), zwischen Naviculare und Carpale I bei Affen.

Dass auch beim Menschen überzählige Finger und Zehen vorkommen, ist bekannt. Besonderes Interesse verdienen nach dem oben angeführten diejenigen Fälle, in denen überzählige Finger oder Zehen an der inneren (radialen, tibialen) Seite, d. h. als Vordarmen oder Vorzehe auftreten. Diese müssen m. E. von jetzt an aus der Rubrik „Missbildungen“ in die der Theromorphen „Varietäten“ (Atavismus) versetzt werden. Die oben angeführten Thatsachen sind geeignet, wenn nicht eine „Erklärung“ zu geben, so doch uns ein Verständnis für solche Bildungen zu eröffnen, zumal wenn es sich, wie so oft, um direct erbliche Vorkommnisse (Familien) handelt. Ganz besonders wichtig erscheinen Fälle, wo gleichzeitig sechs Finger und sechs Zehen vorhanden sind. Leider bekommen wir Anatomen nur selten derartiges zu sehen, da uns die Chirurgen von anderem Gesichtspunkte aus zuvorzukommen pflegen.

4) Deutliche Anzeichen einer früheren Trennung in zwei Elemente zeigt das Hamatum bei den Beutelthieren, weniger auffallend bei den Nagern, sowie bei Ziphus (Hyperoodon). In zwei Stücke getrennt, aber, auf der einen Seite wenigstens, schon im Verwachsen begriffen ist es an dem Skelete eines jungen Bären in Berlin (No. 3378 ♀). Bei einem noch jüngeren Exemplar von Ursus arctos („pullus“, No. 25065), von 27 cm Wirbelsäulenlänge, ist der ulnare Teil des Hamatum noch knorpelig, der radiale (Carpale IV) knöchern. Danach scheint der Knochenkern des „Carpale V“ erst später aufzutreten.

Das Multangulum majus (Carpale I, Trapezium) zeigt mannigfaltige Abweichungen in der Lage (s. o.), Grösse und Form, die in Beziehung zum Rudimente des Praepollex stehen. Kurze Angaben lassen sich darüber nicht machen.

Sehr auffallend und so weit mir bekannt, bei Säugethieren noch niemals beobachtet ist der Befund bei Centetes madagascariensis. Hier sind zwei Centralia getrennt vorhanden. Im Ganzen enthält die Handwurzel bei diesem Thiere einschliesslich des reducirten Vordarmens elf Knochen: Naviculare (Radiale), Lu-

natum (Intermedium<sub>1</sub>), Triquetrum (Intermedium<sub>2</sub> oder Ulnare?), Pisiforme (Ulnare oder 7. Strahl?), Praepollex-Rudiment, Centrale I (zwischen Naviculare, Lunatum, Carpale I, Carpale II und Centrale II), Centrale II (zwischen Lunatum, Centrale I, Carpale III und Hamatum), die vier Carpalia, von denen das vierte (Hamatum) doppelt so breit ist, wie die übrigen. (Bei Centetes caudatus ist das Centrale II mit dem Lunatum verschmolzen, die Naht aber noch sichtbar.)

Betreffs der Homologisirung zwischen Carpus und Tarsus verweise ich auf die schon früher in Aussicht gestellte ausführliche Arbeit, besonders die embryologischen Untersuchungen. Dort sollen auch die zoologischen, phylogenetischen Folgerungen, welche sich aus den mitgetheilten Befunden ergeben, näher besprochen werden.

Als Demonstrationsobject für gleichzeitiges Vorkommen von Praehallux- und Praepollex-Rudiment empfiehlt sich der Maulwurf. (Folgen Demonstrationen und Discussion.)

2) Darauf machte Herr Liebscher eine Mittheilung

### **Ueber die Abfälle der Fabrikation von Knöpfen aus dem Endosperm der Steinnuss (*Phytelephas macrocarpa*).**

Diese Dreh- und Bohr-Spähne wurden bisher als absolut werthlos angesehen und dienten als Verpackungsmaterial etc., vielfach auch zur Verfälschung von Hornspähnen, Knochenmehl und Palmkuchennmehl. Die Untersuchung einer als „Palmkernschrot“ bezeichneten Probe solcher Steinnussespähne ergab der Versuchsstation zu Jena das auffällige Resultat, dass darin 15,75 % Protein gefunden wurde, während man bisher nur etwa 4 % Protein als den Gehalt dieser Substanz annahm. Es galt nun mikroskopisch Aufklärung darüber zu schaffen, ob etwa eiweissreiche Substanzen mit den Spähnen gemischt seien, und hierbei stellte es sich heraus, dass den bisher veröffentlichten Analysen zum Trotze die Steinnussespähne als ein werthvolles Futtermittel anzusehen sind. Ihre elfenbeinharten Zellwände ergaben sich als aus völlig unverholzter Cellulose bestehend, welche bei der Rohfaserbestimmung sich zum grössten Theile auflöst. In jeder Zelle fand sich eine ziemlich bedeutende Menge schleimigen Protoplasmas, welches zu 87,5 % aus leicht in Wasser löslichem Pflanzenalbumin besteht. Nach diesem Befunde liess sich erwarten, dass die Steinnussespähne als Futtermittel gleichwerthig seien mit Palmkuchen und dass sie überdies zur Darstellung von Albumin

für Färbereizwecke Verwendung finden können. Die erstere Erwartung hat sich bereits bei einem vom Ref. vorgenommenen Fütterungsversuche bestätigt.

Anschliessend hieran bespricht Ref. kurz ein in derselben Substanz von ihm aufgefundenes Alkaloid, das Phytalephantin.

### 7. Sitzung am 5. Juni 1885.

1) Herr W. Preyer sprach

#### Ueber die sogenannte Gedankenübertragung (*suggestion mentale*)

mit besonderer Rücksicht auf die Versuche von Charles Richet in Paris, welche eine unmittelbare Einwirkung der Vorstellungen eines Menschen auf die eines anderen ohne sprachliche oder sonstige Zeichen darthun sollen.

Der Vortragende zeigte, dass dieser Beweis hinfällig ist. Der Fehler beruht auf einer theils unzulässigen, theils unrichtigen Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

2) Darauf sprach Herr Sohneke

#### Ueber den Ursprung der gewöhnlichen Lufterlektricität,

d. h. jener Elektricität, die stets in der Atmosphäre nachweisbar ist, gänzlich unabhängig von Gewittererscheinungen. Weil der Inhalt des Vortrags mittlerweile ausführlich in dem Schriftchen: „Ueber den Ursprung der Gewitter-Elektricität und der gewöhnlichen Elektricität der Atmosphäre. Jena, Fischer 1885“ gedruckt ist, so soll hier nur ganz kurz darüber berichtet werden.

Die von Faraday entdeckte und vom Vortragenden durch vielfache Wiederholung und Abänderung der Versuche bestätigte Thatsache, dass die Reibung von Wassertröpfchen an Eis eine ergiebige Elektricitätsquelle ist, indem das Eis dabei (+) wird, die Tröpfchen (—), scheint geeignet, auch die verwickelten Verhältnisse der gewöhnlichen Lufterlektricität verständlich zu machen.

Wenn zwei Luftströme von verschiedener Temperatur, deren einer Eiskrystalle, der andere Wassertröpfchen mit sich führt, aneinander hinfließen, so sind die Bedingungen für das Auftreten freier  $E$  gegeben. Weil nun in der Atmosphäre durchschnittlich die Temperatur nach oben hin abnimmt, so wird im Allgemeinen der Strom mit den Eistheilehen oberhalb des Stroms mit den

Wassertröpfchen fließen. Man wird daher, zum Zweck einer vereinfachten schematischen Betrachtung, als Grenze beider Ströme die Isothermfläche von Null Grad annehmen dürfen, oberhalb deren also  $+E$ , unterhalb deren  $-E$  sich entwickeln muss. Nun gelangen natürlich die Wassertheilchen, da sie den minder hoch fließenden Luftströmen angehören, im Allgemeinen früher zur Erde (in der Gestalt von Regen) als die Eistheilchen der oberen Ströme mit ihrer  $+E$ . Indem die Regentropfen ihre  $-E$  an die Erde abgeben, so muss die Erdoberfläche negativ elektrisch werden, und sie muss auch negativ bleiben, weil dieser Process sich unaufhörlich wiederholt. In den höheren Luftschichten aber muss die  $+E$  der geriebenen Eistheilchen vorwiegen. Mit Rücksicht hierauf ist man berechtigt, die Isothermfläche Null, obgleich an ihr beide Arten von  $E$  entstehen, doch als überwiegend  $+E$  elektrisch anzusehen.

Man darf nicht meinen, dass die in der Höhe elektrisch gewordenen Theilchen ihre  $E$  schnell verlieren, denn als Hauptursache der Elektrizitäts-Zerstreuung bei unseren Laboratoriumsversuchen ist nach Nahrwolds Untersuchungen (Wiedemanns Annal. d. Physik Bd. 5 pag. 460 1878) der Staub anzusehen, und solcher verunreinigt ja die höheren Luftschichten weit weniger als die tieferen. Auch die Feuchtigkeit der Luft bedingt keineswegs eine leichtere Zerstreuung der Elektrizität; das scheint nur so bei unseren Laboratoriumsversuchen, weil die isolirenden Stützen hygroskopisch sind und durch Feuchtigkeitsüberzug leitend werden (Vgl. Warburg in Poggendorffs Annalen 145 p. 578 1872).

Die Reibung von Wasser und Eis in den übereinander fließenden Luftströmen ist übrigens nicht die einzige Quelle der Lufterlektrizität. Sobald Nebel oder Gewölk, mögen sie nun aus Eis- oder Wassertheilchen bestehen, heftig reibend an der Erdoberfläche hingetrieben werden, muss nach Faraday's Versuchen die Erde  $-$  elektrisch werden, die Eis- oder Wassertheilchen aber  $+$ . Diese Ursache wirkt in demselben Sinne wie die zuerst angeführte, soweit es die Elektrisirung der Erde angeht, hingegen erlangen die Wassertheilchen der Wolken hierbei die entgegengesetzte  $E$  als bei der in der Höhe stattfindenden Reibung an den Eistheilchen. Dieser Umstand trägt jedenfalls mit dazu bei, die Erscheinungen der Lufterlektrizität so verwickelt zu machen.

Die hiermit ausgesprochene Hypothese der „Tröpfchenreibung, die hauptsächlich gegen die Eistheilchen in der Höhe, zum Theil aber auch gegen den Erdboden

sich vollzieht“, ist nun in der That geeignet, alle wesentlichen Erscheinungen der Lufterktricität zu erklären.

Das Vorherrschen der  $+ E$  folgt unmittelbar daraus, dass sich die Isothermfläche  $0^{\circ}$ , die ja durchschnittlich als  $+$  geladener Körper wirkt, den grössten Theil des Jahres hindurch in der Höhe befindet. Dass die  $+ E$  sogar geradezu als Schönwetter-Elektricität bezeichnet werden kann, versteht man leicht, wenn man beachtet, dass länger anhaltendes schönes Wetter an die Herrschaft einer Anticyklone gebunden ist, in welcher bekanntlich Luft langsam aus der Höhe herabsinkt. Hier sind also die niedrigeren, — elektrischen Wassertheilchen bereits zur Erde herabgelangt, und die obere Luft mit ihren  $+$  Eistheilchen veranlasst  $+$  Ausschläge des Elektrometers. Dass in der That bei schönstem Wetter oft Eistheilchen in den höheren Regionen der Atmosphäre existiren können, ohne dass sie von der Erde aus bemerklich sind, lehren Beobachtungen, welche Tissandier, Sivel und Crocé-Spinelli bei Luftreisen gelegentlich gemacht haben.

Regen und hochschwebende Wasserwolken müssen meistens negativ sein in Folge der Reibung an Eis; Wolken in Gebirgen, sowie Nebel werden meistens  $+$  sein in Folge der Reibung am Boden. Desgleichen wird sich Schnee meist  $+$  erweisen müssen in Folge der Reibung an irgend welchen anderen festen Körpern oder an Wassertröpfchen. Alle diese Folgerungen entsprechen den Erfahrungsthatfachen auf's Beste.

Die grosse Veränderlichkeit der Lufterktricität rührt von dem Vorüberziehen der verschieden stark elektrisirten Theilchen in der Luft, seien es Eis-, Wasser- oder Staubtheilchen. Die meist beobachtete Zunahme der  $+$  Spannung nach oben hin folgt aus der Annäherung an die Isothermfläche Null, die als  $+$  geladener Körper wirkt, und aus der Entfernung von dem — elektrischen Erdboden. Die Zunahme der atmosphärischen Elektricität gegen den Winter hin, ihre Abnahme gegen den Sommer hin erklärt sich aus dem Sinken und Steigen der Isothermfläche Null mit der wechselnden Jahreszeit. Ebenso begreift man die Tagesperiode der Lufterktricität, (die bekanntlich mit derjenigen des Luftdrucks übereinstimmt), aus dem Auf- und Absteigen jener Fläche.

So erklären sich alle wesentlichen Züge der Lufterktricität aus dieser Theorie.

#### **Zusatz.**

Von namhafter Seite sind dem Verfasser privatim Einwürfe gegen diese Theorie gemacht; dieselben sollen hier noch kurz

widerlegt werden. Einerseits hat man die der Theorie zu Grunde liegende Thatsache bezweifelt; andererseits hat man eine andere Quelle der Lufterlektricität herbeigezogen, nämlich folgende: Wenn ein elektrischer Strom Wasser durchfließt, so bewegen sich bekanntlich alle im Wasser suspendirten Körperchen (z. B. Stärkekörnchen so gut wie Luftbläschen) dem  $+$  Strome entgegen. (Vgl. Quincke: Ueber die Fortführung materieller Theilchen durch die strömende Elektricität. In Poggend. Annalen 1861 Bd. 113 pag. 513 ff.). Daraus scheint zu folgen, dass alle untersuchten Substanzen, und so auch die Luft, durch Contact mit Wasser — elektrisch werden. Der Contact von Luft und Wasser ist es, welcher die Quelle der Lufterlektricität sein soll. Hiermit ist aber völlig unvereinbar der ausgesprochene  $+$  Charakter der gewöhnlichen atmosphärischen Elektricität beim schönsten Wetter, sowie die  $- E$  der hoch schwebenden Wolken und des meisten Regens! Diese Theorie erscheint also unhaltbar.

Was aber den ersten Punkt betrifft, so kann die Elektricitäts-erregung durch Reibung von Eis und Wassertröpfchen überhaupt nicht mit Fug bezweifelt werden. Zunächst steht nach Faradays Beobachtungen, die von mir im vollen Umfange bestätigt worden sind, fest, dass beim Anblasen von Eis mit einem Tröpfchen-führenden Luftstrom ersteres  $+$  wird, dass hingegen irgend ein anderer Körper als Eis, der in derselben Art angeblasen wird, negativ elektrisch wird. Wenn ich hieraus denselben Schluss wie Faraday gezogen habe, dass das Eis durch Reibung mit Wasser  $+$ , die übrigen Körper durch Reibung mit Wasser  $-$  elektrisch werden, so ist diese Schlussfolgerung jedenfalls die natürlichste. Dass sie die einzig mögliche ist, wird sich sogleich zeigen. Man könnte nämlich höchstens meinen, die von der Luft getragenen Wassertröpfchen brächten bereits  $+ E$  mit sich, die sie etwa durch Contact mit der Luft erlangt hätten, und sie gäben diese  $+ E$  nur an das Eis ab. (Freilich ist dann nicht einzusehen, warum sie solche  $E$  nicht auch an andere entgegengehaltene Körper abgeben sollten, sondern letztere stets durch Reibung negativ machen). Diese Deutung des Vorganges ist aber unzulässig, denn so oft ich das Eis oberflächlich anschmolz, bevor ich die Tröpfchen dagegen blies, blieb jede Elektricitäts-erregung aus, trotzdem dass alle anderen Bedingungen mit derselben Sorgfalt wie bei den übrigen Versuchen eingehalten waren. (Ausführlicheres darüber findet man in meiner oben citirten Schrift). Hier hätten doch



nun die Tröpfchen ihre angebliche + Ladung erst recht an das nasse Eis abgeben müssen. Die positive Elektrisirung von Eis durch Reibung mit Wassertröpfchen ist hiernach eine unumstößliche Thatsache. Und somit scheinen mir die angeführten beiden Einwände endgültig widerlegt.

---

**8. Sitzung am 19. Juni 1885.**

1) Zuerst trägt Herr Rossbach vor

**Ueber die Beziehungen der Nase zum übrigen Körper.**

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

2) Darauf spricht Herr Piltz

**Ueber Spiele mit Steinen, welche mit Zahlen beschrieben sind.**

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

---

**9. Sitzung am 3. Juli 1885.**

1) Herr Binswanger theilt

**Neue Untersuchungen zur Pathologie der Hirnrinde**

mit.

(Dieselben werden in der Zeitschrift der Gesellschaft veröffentlicht.)

2) Herr Liebscher bespricht die Resultate seiner Versuche zur Vervollkommnung der Methode, welche man anwendet, um wasserreiche Futtermittel, wie Grünfutter, oder Rückstände der Zuckerfabrikation durch Einsäuern in Gruben zu conserviren. Märker wies vor einigen Jahren nach, dass beim Einsäuern von Zuckerfabrikrückständen durch die Gährung bis über die Hälfte der eingemieteten Futtertrakensubstanz verloren gingen. Ref. dagegen fand, dass solche Verlustziffern nur als Folge mangelnder Sorgfalt beim Einmieten zu betrachten seien. Er constatirte, dass unter normalen Verhältnissen in gemauerten Silo's bei halbjähriger Aufbewahrung von der Substanz der eingemieteten Rübenschnitzel nur etwa 8 % durch die Gährung zerstört würden, dass

man aber, um dies Resultat zu erreichen, alles zu vermeiden suchen muss, was den Eintritt einer möglichst reinen Milchsäuregährung verhindert und statt dessen das Auftreten der Butter säuregährung und Cellulose-Gährung begünstigt, da diese es sind, welche die grossen von Märker beobachteten Verluste veranlassen. Man hat hiernach auf folgende Punkte besondere Aufmerksamkeit zu verwenden:

- 1) Schnelle Einmietung der Schnitzel, damit dieselben möglichst kurze Zeit der Luft ausgesetzt sind.
- 2) Anwendung gemauerter, womöglich mit Cement verstrichener Silo's statt der vielfach üblichen Erdgruben, um den Luftzutritt von den Seiten und unten abzuhalten.
- 3) Festes Einstampfen der Futtermasse, um das Eindringen der Luft unmöglich zu machen.
- 4) Starkes Bedecken der Masse mit Erde, um dauernd einen grossen Druck darauf auszuüben, welcher ebenfalls den Luftzutritt erschwert.

#### 10. Sitzung am 17. Juli 1885.

1) Zuerst spricht Herr Frege

#### Ueber formale Theorien der Arithmetik.

Unter dem Namen „formale Theorie“ will ich hier zwei Auffassungsweisen behandeln, von denen ich der ersten zustimme, die andere zu widerlegen suche. Die erste besagt, dass alle arithmetischen Sätze allein aus Definitionen rein logisch abgeleitet werden können und demzufolge auch abgeleitet werden müssen. Hierdurch wird die Arithmetik in einen Gegensatz zur Geometrie gebracht, welche, wie wohl kein Mathematiker bezweifelt, gewisser, ihr eigenthümlicher Axiome bedarf, deren Gegentheil — rein logisch betrachtet — ebenso möglich, d. h. ohne Widerspruch wäre. Von allen den Gründen, welche für diese Ansicht sprechen, will ich nur einen hier anführen, der auf der umfassenden Anwendbarkeit der arithmetischen Lehren beruht. In der That kann man so ziemlich Alles zählen, was Gegenstand des Denkens werden kann: Ideales so gut wie Reales, Begriffe wie Dinge, Zeitliches so gut wie Räumliches, Ereignisse wie Körper, Methoden so gut wie Lehrsätze; auch die Zahlen selbst kann man wieder zählen. Es wird eigentlich nichts verlangt als eine gewisse Schärfe der Abgrenzung, eine gewisse logische Vollkommenheit. Daraus ist doch

wohl so viel zu entnehmen, dass die Grundsätze, auf denen sich die Arithmetik aufbaut, sich nicht auf ein engeres Gebiet beziehen dürfen, dessen Eigenthümlichkeit sie so zum Ausdruck bringen wie die Axiome der Geometrie die des Räumlichen; sondern jene Grundsätze müssen sich auf alles Denkbare erstrecken; und einen solchen allgemeinsten Satz zählt man doch wohl mit Recht der Logik zu.

Ich ziehe nun aus dieser logischen oder formalen Natur der Arithmetik einige Folgerungen.

Erstens: es ist keine scharfe Grenze zwischen Logik und Arithmetik zu ziehen; vom wissenschaftlichen Gesichtspunkte aus betrachtet sind beide eine einheitliche Wissenschaft. Wenn man der Logik die allgemeinsten Grundsätze und vielleicht die allernächsten Folgerungen zuweist, der Arithmetik hingegen die weitere Ausbildung, so ist das so, als ob man von der Geometrie eine eigene Wissenschaft der Axiome abtrennen wollte. Nun wird ja die Vertheilung des gesammten Wissensgebietes an die Wissenschaften nicht allein von theoretischen, sondern auch von praktischen Gesichtspunkten bestimmt, und ich will hiermit nichts gegen eine gewisse praktische Trennung sagen; nur darf sie nicht zu einer Kluft werden, wie es jetzt zu beiderseitigem Schaden der Fall ist. Wenn diese formale Theorie richtig ist, so kann die Logik nicht so unfruchtbar sein, wie sie oberflächlich betrachtet und wohl nicht ohne Mitschuld der Logiker erscheinen mag. Und es entbehrt die ablehnende Haltung vieler Mathematiker gegenüber allem Philosophischen jeder sachlichen Rechtfertigung, wenigstens soweit sie sich auf die Logik miterstreckt. Diese Wissenschaft ist keiner geringeren Genauigkeit fähig als wie die Mathematik selbst. Andererseits kann man den Logikern zurufen, dass sie ihre eigne Wissenschaft nicht gründlich kennen lernen können, wenn sie sich um die Arithmetik nicht bekümmern.

Meine zweite Folgerung ist, dass es keine eigenthümlich arithmetische Schlussweisen giebt, welche sich nicht auf die allgemeinen der Logik zurückführen lassen. Wenn eine solche Zurückführung bei einer Schlussweise nicht möglich wäre, so entstände die Frage nach dem Erkenntnissgrunde für ihre Richtigkeit. Die räumliche Anschauung kann es in der Arithmetik nicht sein; denn dadurch würde diese Wissenschaft auf das Geometrische, wenigstens in Bezug auf einen Theil ihrer Sätze eingeschränkt werden; physikalische Beobachtung ebensowenig, weil sie damit ihre allgemeine, über das Physikalische weit hinausreichende Anwendbarkeit gleich-

falls einbüßen würde. Es bleibt also nur übrig, die rein logische Natur der arithmetischen Schlussweisen anzuerkennen. Damit entsteht zugleich die Aufgabe, diese Natur da ans Licht zu setzen, wo sie unmittelbar nicht erkannt werden kann, was in den Schriften der Mathematiker sehr oft der Fall ist. Ich habe dies in Bezug auf den Schluss von  $n$  auf  $(n + 1)$  gethan.

Meine dritte Folgerung bezieht sich auf die Definitionen wie die zweite auf die Schlussweisen. Bei jeder Definition muss man etwas als bekannt voraussetzen, mittels dessen man erklärt, was man unter einem Namen oder Zeichen verstehen will. Man wird einen Winkel nicht wohl definiren können, ohne die Kenntniss der geraden Linie vorzusetzen. Nun mag das, worauf man sich bei der Definition stützt, selbst früher definirt sein; immer aber wird man beim weitem Rückgange zuletzt etwas antreffen, was undefinirbar ist, als Einfaches, nicht weiter Auflösbares anerkannt werden muss. Und die Eigenschaften, welche diesen Urbansteinen der Wissenschaft zukommen, enthalten wie im Keime deren ganzen Inhalt. In der Geometrie spricht man diese Eigenschaften in den Axiomen aus, soweit sie von einander unabhängig sind. Nun ist es klar, dass die Grenzen einer Wissenschaft durch die Natur ihrer Urbansteine bestimmt sind. Haben wir es ursprünglich wie in der Geometrie mit räumlichen Gebilden zu thun, so wird auch die Wissenschaft auf das Räumliche eingeschränkt sein. Wenn also die Arithmetik von allen besondern Eigenschaften der Dinge unabhängig sein soll, so muss dasselbe von ihren Urbansteinen gelten: sie müssen rein logischer Natur sein. Daraus ergibt sich die Forderung, alles Arithmetische durch Definitionen auf das Logische zurückzuführen. So habe ich z. B. den von den Mathematikern vielfach gebrauchten Ausdruck „Menge“ durch den in der Logik üblichen „Begriff“ ersetzt; und dies ist nicht blos eine gleichgültige Aenderung der Benennung, sondern für die Erkenntniss der wahren Sachlage von Wichtigkeit. Beim Worte „Menge“ denkt man so leicht an eine Anhäufung von Dingen im Raume, wie z. B. in dem Ausdrucke „Menschenmenge“ ersichtlich ist, und man bleibt dann mit J. St. Mill so leicht bei der kindlichen Auffassung stehen, die Zahl selbst sei ein Haufe oder Aggregat oder doch wenigstens eine Eigenschaft eines Haufens, und hält mit K. Fischer Rechnen für aggregatives Denken. Man vergisst dabei ganz, dass man auch Ereignisse, Methoden, Begriffe zählen kann, aus denen sich doch keine Haufen bilden lassen. Indem ich nun das, woran die Anzahl vorkommt, als Begriff kennzeichne,

deute ich an, dass die Gesammtheit, auf die es hier ankommt, durch Merkmale zusammengehalten wird, nicht durch die räumliche Nähe, welche nur in besondern Fällen als Nebenwirkung jener auftreten kann, im Allgemeinen aber bedeutungslos ist. So wird auch die Zahl Null begreiflich, für welche es sonst ganz an einem Träger fehlt; denn wo ist ein Haufe, an dem man diese Zahl entdecken könnte? Doch dies nur als Beispiel dafür, wie das Arithmetische auf das Logische zurückzuführen ist. So allein ist es möglich, jene erste Forderung zu erfüllen, alle scheinbar der Arithmetik eigenthümlichen Schlussweisen in den allgemeinen logischen Gesetzen zu begründen.

Ich komme nun zu der andern Auffassung, welche man als formale Theorie bezeichnen kann, und damit zu dem Haupttheile meines Vortrages. Sie besagt, dass die Zeichen der Zahlen  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ , der Zahl  $\pi$  u. s. w. leere Zeichen seien. Auf die positiven ganzen Zahlen lässt sich dies nicht wohl ausdehnen, weil man die Inhalte der Zeichen 1, 2 u. s. w. in der Arithmetik selbst nicht entbehren kann und weil sonst keine Gleichung einen angebbaren Sinn hätte. Wir hätten dann keine Wahrheiten, keine Wissenschaft. Es ist merkwürdig, dass gerade der Mangel an folgerechter Durchführung das Fortbestehen dieser Meinung ermöglicht hat. Ich will also zeigen, dass man mit dieser Theorie nie recht Ernst macht und nicht Ernst machen kann, weil sie dann alsbald unnütz wird. Trotz der lebhaften Behauptung, dass die Zeichen leer und dass sie selbst die Zahlen sind, bleibt doch immer im Hintergrunde der Gedanke, dass sie etwas bedeuten, und dass dieser Inhalt des Zeichens eigentlich die Zahl ist. Dies wird im Gebrauche des Wortes „Zeichen“ angedeutet; denn ist etwas ein Zeichen, was gar nichts bezeichnet und gar nicht den Zweck hat, etwas zu bezeichnen? Ich werde, um nicht durch einen falschen Ausdruck irre zu führen, in einem solchen Falle „Figur“ sagen. Es ist übrigens nicht nöthig, auf das Wort „leer“ den Nachdruck zu legen. Das Wesentliche dieser Theorie ist, dass die Zahl ein Zeichen genannt wird, also eine geschriebene Figur, und es ist eigentlich gleichgültig, ob diese Figur nebenbei noch als Zeichen für einen Inhalt dient, wenn nur nicht dieser Inhalt, sondern das Zeichen selbst als die Zahl angesehen wird, als das, womit sich die Arithmetik beschäftigt. Machen wir einmal vollen Ernst damit, dass  $\frac{1}{2}$  nichts bezeichne: Nun dann ist es ein Kunsterzeugniss bestehend, etwa aus Druckerschwärze. Die Eigenschaften dieses Dinges sind geometrische, physikalische und chemische. Wir haben nun gedruckte,

mit Tinte, mit Bleistift oder Kreide geschriebene Einhalben zu unterscheiden, die in den meisten Eigenschaften von einander abweichen. So haben wir dann statt des bestimmten einzelnen Gegenstandes der Zahl  $\frac{1}{2}$  eine ganze Gattung von Kunsterzeugnissen, die nur in der Gestalt eine gewisse Verwandtschaft zeigen. Und was könnte aus dieser Gestalt wohl Grosses geschlossen werden? Wo bleibt aber die Eigenschaft, auf die es doch vor Allem ankommt, zu sich selbst addirt 1 zu ergeben? Davon ist nichts zu sehen. Wo kommt denn nun diese Eigenschaft her? Durch eine Definition, sagt man, wird sie festgesetzt. Nun, eine Definition hat doch den Zweck, anzugeben, welchen Sinn man mit einem Worte oder Zeichen verbindet. Was soll nun hier definiert werden? Das Nächstliegende und wohl auch meistens Gemeinte ist, dass  $\frac{1}{2}$  erklärt werden soll. Aber eine solche Definition wäre nicht im Einklange mit der Inhaltsleerheit der Figur  $\frac{1}{2}$ . Man kann doch unmöglich eine Erklärung geben, was das Zeichen  $\frac{1}{2}$  bedeuten solle, und ihm zugleich jeden Inhalt absprechen. Hier sehen wir wieder jene Halbheit, die nicht vollen Ernst mit der Leerheit des Zeichens  $\frac{1}{2}$  macht. Aber auch dann wird die Sache nicht besser, wenn man dem Zeichen zwar einen Inhalt zugesteht, aber nicht diesen, sondern das Zeichen selbst als die Zahl auffasst. Da es willkürlich ist, welche Bedeutung man dem Zeichen geben will, so wird je nach der getroffenen Wahl der Inhalt des Zeichens diese oder jene Eigenschaften haben. Es hängt also zum Theil von meiner Willkür ab, welche Eigenschaften der Inhalt des Zeichens hat; aber immer sind dies dann Eigenschaften des Inhalts des Zeichens, nicht des Zeichens selbst, also nicht Eigenschaften der Zahl im Sinne dieser formalen Theorie. Die Mathematiker, könnte leicht jemand sagen, sind doch sonderbare Leute; statt die Eigenschaften zu untersuchen, die das Ding wirklich hat, kümmern sie sich um diese gar nicht, sondern dichten dem Dinge durch eine sogenannte Definition beliebige Eigenschaften an, von denen es sich gar nichts träumen lässt, und diese untersuchen sie dann. Ebenso gut könnte jemand auf den Gedanken kommen, seinen Mitbürger durch das einfache Mittel der Definition zum Lügner zu stempeln. Der Beweis der Wahrheit wäre dann sehr leicht zu führen; man brauchte nur zu sagen: das folgt unmittelbar aus meiner Definition. In der That würde es ebenso streng folgen, wie aus der Definition: „diese Kreidefigur hat die Eigenschaft, zu sich selbst addirt 1 zu geben“ folgt, dass sie zu sich selbst addirt, 1 giebt. So könnten wir schön vielerlei definiren;

nur schade, dass sich die Dinge nicht daran kehrten und unserer Definition zuliebe weder ihre alten Eigenschaften aufgeben noch neue annehmen.

Diese so klare Sachlage wird vielleicht dadurch manchmal verdunkelt, dass nicht deutlich erkennbar ist, was eigentlich definiert werden soll: das Zeichen  $\frac{1}{2}$  oder das Pluszeichen oder das Gleichheitszeichen oder vielleicht eine Zusammenstellung mehrerer dieser Zeichen. Es ist aber doch wohl ein berechtigtes Verlangen, dass in jeder Definition nur ein Zeichen erklärt werde, und dass deutlich erkennbar sei, welches. Auch das ist ein Fehler, wenn man eine blosse Vorschrift, wie eine Definition zu machen ist, oder die blosse Behauptung, man definiere, für die Definition selber ausgiebt. Diesen Fehler würde ich z. B. begehen, wenn ich sagen wollte: „ich definiere das Pluszeichen so, dass  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$  ist“. Dies ist gerade so, als ob ich sagen wollte: „ich fliege jetzt in die Luft“, dabei aber ganz ruhig auf der Erde bliebe. Es kommt nicht darauf an zu sagen, dass man definiere, sondern dass man dies thue und zwar so, dass das Verlangte geleistet wird.

Wer nun nicht weiss, wie sich die Sache geschichtlich entwickelt hat, wird kaum verstehen, wie man dazu kommt, leere Zeichen als die eigentlichen Gegenstände der arithmetischen Forschung hinzustellen. Das erscheint nach dem eben Gesagten vielleicht ganz unsinnig, solange man keinen Beweggrund für eine Behauptung kennt, welche ganz unnöthige Schwierigkeiten zu schaffen scheint. Ich muss also wohl darauf etwas eingehen. Die positiven ganzen und gebrochenen Zahlen sind schon in vorwissenschaftlicher Zeit durch die Bedürfnisse des Lebens zur Anerkennung gelangt. Mit einigem Widerstreben wurden die irrationalen und die negativen Zahlen aufgenommen — die Griechen konnten sich nicht recht zu ihrer Anerkennung entschliessen —; mit noch grösserem Widerstreben sind endlich die complexen Zahlen eingeführt. Die Ueberwindung dieses Sträubens wurde nun durch die geometrische Deutung erleichtert, damit aber etwas Fremdes in die Arithmetik eingeführt. Es musste das Bestreben erwachen, dies Geometrische wieder auszuschneiden. Es erschien widersinnig, dass rein arithmetische Sätze auf geometrischen Axiomen beruhen sollten, und es mussten Beweise, die scheinbar eine solche Abhängigkeit herstellten, als den wahren Sachverhalt verdunkelnd erscheinen. Die Aufgabe war nicht abzuweisen, das Arithmetische rein arithmetisch, d. h. rein logisch abzuleiten.

Es lag nun nahe, diese höhern Zahlen aus ihren Eigenschaf-

ten zu definiren, z. B. zu sagen: „ $\sqrt{2}$  ist etwas, was mit sich selbst multiplicirt 2 giebt“. Eine solche Definition setzt eigentlich voraus, dass die Multiplication vorher so definirt sei, dass sie sich nicht nothwendig auf ganze Zahlen bezieht. Sonst würde man leicht in den früher gerügten Fehler verfallen, zweierlei zugleich zu definiren:  $\sqrt{2}$  und die Multiplication. Doch dies nur beiläufig. Durch diese Erklärung hat man nun zunächst bloß einen Begriff gewonnen, und es entsteht die Frage, ob dieser Begriff leer oder erfüllt sei. Es würde ein logischer Fehler sein, nun sogleich den bestimmten Artikel zu gebrauchen und zu sagen: „die Zahl, welche mit sich multiplicirt 2 giebt“, oder „die Quadratwurzel aus 2“, solange man nicht bewiesen hat, dass es etwas der Art giebt und zwar nur eins. Bis dahin darf man nur solche Ausdrücke wie „eine Quadratwurzel aus 2“, „alle Quadratwurzeln aus 2“ gebrauchen, in denen man „Quadratwurzel aus 2“ als Begriffswort behandelt, also auch nicht als Glied einer Gleichung. Durch eine solche Definition hat man zunächst noch gar nichts gewonnen, was die gewünschte Eigenschaft hat; denn der Begriff einer Zahl, welche mit sich selbst multiplicirt 2 giebt, hat nicht die Eigenschaft, mit sich selbst multiplicirt 2 zu geben, ebensowenig, wie der Begriff des rechtwinkligen Dreiecks ein Dreieck ist oder einen rechten Winkel hat. Nun ist es für die Ableitung mancher Lehrsätze gerade wesentlich, dass es solche höhere Zahlen giebt. Wie man bei vielen Beweisen in der Geometrie Punkte oder Linien nöthig hat, die im Satze selbst nicht vorkommen, und wie es dann jedesmal nöthig ist, zu zeigen, dass es solche Hilfspunkte oder Linien giebt, so beweist man auch in der Arithmetik manche Sätze z. B. mit Hilfe der Wurzel aus  $-1$ , in denen diese Grösse selbst nicht vorkommt. Gäbe es nun gar keine Zahl, deren Quadrat  $-1$  wäre, so würde damit der Beweis zusammenfallen. Diesen Nachweis der Existenz will man nun, wie es scheint dadurch unnöthig machen, dass man sagt: „die Figur, welche ich hier hinschreibe, ist selber die Zahl, ist selber der Gegenstand der Betrachtung. Aber dadurch macht man sich die Sache doch offenbar zu leicht. So würde man es ja immer in der Hand haben, die Existenz scheinbar zu erhärten und könnte damit die wunderbarsten Dinge beweisen. Deshalb wird die Widerspruchslosigkeit der Definition gefordert, wovon ich später noch sprechen will. Hier genüge der Hinweis darauf, dass die Eigenschaften, welche durch eine Definition angegeben werden, nicht dem Zeichen zukommen, und dass, wenn das Zeichen keine Bedeutung haben soll,



auch keine Definition dabei möglich ist. Die Sachlage kann also wohl so angegeben werden: entweder ist die Zahl eine geschriebene Figur; dann ist freilich an ihrer Existenz nicht wohl zu zweifeln; aber sie hat gar nicht die Eigenschaften, die man von ihr verlangt; oder die Zahl soll Inhalt eines Zeichens sein; dann muss man den Nachweis liefern, dass das Zeichen in der That etwas bezeichnet und nicht etwa gegen die Absicht leer ist. Es kann nun die Existenz nicht mehr durch den Hinweis auf das Zeichen begründet werden, und dieses sinkt zur Bedeutung eines unwesentlichen Hilfsmittels herab, das bei der ersten Rechtfertigung der Zahl gar nicht erwähnt zu werden braucht.

Man kann nun vielleicht dieser Schwierigkeit dadurch auszuweichen versuchen, dass man nicht die Zahlen, sondern die Rechnungsarten definiert. Es mag an einem Beispiele gezeigt werden, warum dies nicht geht. Die Addition der Brüche z. B. muss allgemein erklärt werden, etwa so: Die Summe von  $\frac{a}{b}$  und  $\frac{c}{d}$  ist

$\frac{a \cdot d + c \cdot b}{b \cdot d}$ . Auf diesem Wege kann man nun niemals beweisen, dass die Summe von  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{2}$  1 ist; denn man erhält

$$\frac{1 \cdot 2 + 1 \cdot 2}{2 \cdot 2}.$$

Dies ist eine leere Figur und nicht die Zahl 1. Man würde hiernach auch nicht sagen können, dass  $\frac{1}{2}$  gleich  $\frac{2}{4}$  ist; denn beide sind nur Figuren. Ganz anders wird die Sache, wenn man diese Figuren als Zeichen für Inhalte auffasst; dann besagt die Gleichung, dass beide Zeichen denselben Inhalt haben. Wenn aber kein Inhalt vorhanden ist, hat die Gleichung keinen Sinn.

Man kann aber der Sache noch eine Wendung scheinbar zu Gunsten dieser formalen Theorie geben. Man sagt etwa so: „Wir definieren überhaupt nicht, sondern setzen nur Regeln fest, nach denen man von gegebenen Gleichungen zu neuen übergehen kann, wie man für das Fortrücken der Schachfiguren Regeln gegeben hat. Ebensovienig nun wie eine Stellung der Schachfiguren eine Wahrheit ausdrückt, hat eine Gleichung einen Sinn, solange sie nicht lauter positive ganze Zahlen enthält. Nun kann es vermöge der Regeln geschehen, dass zuletzt eine Gleichung zwischen positiven ganzen Zahlen erscheint. Sind nun die Regeln der Art, dass sie nie zu einem falschen Ergebnisse führen können, wenn von wahren Gleichungen ausgegangen wird, so sind nur zwei Fälle möglich: entweder die Endgleichung ist sinnlos oder sie hat einen

beurtheilbaren Inhalt, was immer eintritt, wenn sie nur positive ganze Zahlen enthält, und dann muss sie wahr sein, weil sie nicht falsch sein kann“. Es fragt sich nur, wie die Regeln einzurichten sind, damit nie etwas Falsches herauskomme. Man sagt etwa so: „Wenn die Regeln keinen Widerspruch weder unter sich noch mit den Gesetzen der positiven ganzen Zahlen enthalten, so kann nie bei ihrer noch so oft wiederholten Anwendung ein Widerspruch hineinkommen; die Endgleichung muss daher auch widerspruchlos sein und mithin wahr, falls sie überhaupt einen Sinn hat. Das Letzte ist nun schon ein Fehler; denn ein Satz kann recht wohl widerspruchsfrei sein, ohne darum wahr zu sein. Die Widerspruchslosigkeit genügt also nicht; aber wenn sie auch genügte, so müsste sie erst bewiesen werden. Man scheint das vielfach nicht für nöthig zu halten; aber das Beispiel der indirekten Beweise zeigt doch, dass ein Widerspruch nicht immer offen da liegt, sondern oft erst durch eine Reihe von Schlussfolgerungen ans Licht gebracht wird. Wie viele Schlüsse dazu nöthig sind, ist von vornherein nicht zu sagen. Man kann also nicht wissen, wenn man nach einer Reihe von Folgerungen keinen Widerspruch entdeckt hat, ob nicht doch bei weiterer Fortsetzung der Schlusskette einer zu Tage kommen würde. Der Beweis der Widerspruchslosigkeit kann nun nicht dadurch geführt werden, dass man sagt: diese Regeln sind als Gesetze für die positiven ganzen Zahlen bewiesen, müssen also widerspruchsfrei sein; denn sie könnten immerhin mit den besondern Eigenschaften der höhern Zahlen in Widerspruch stehen, z. B. in's Quadrat erhoben — 1 zu geben. In der That können ja auch bei höhern complexen Zahlen in einem Gebiet von drei Dimensionen nicht alle Regeln aufrecht erhalten werden; wenigstens der für die Algebra grundlegende Satz, dass ein Product nur Null sein kann, wenn einer der Factoren Null ist, muss fallen gelassen werden. Man sieht also, dass vermöge der besondern Natur der höhern complexen Zahlen da ein Widerspruch entstehen kann, wo bei ganzen positiven Zahlen keiner ist.

Das Vertrauen, dass in den aufgestellten Rechnungsregeln für die gemeinen complexen Zahlen kein Widerspruch enthalten sei, beruht also wohl in dieser formalen Theorie darauf, dass man bisher keinen gefunden hat. Wenn man nun die Formel

$$\cos n\alpha = \cos^n \alpha - \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} \cos^{n-2} \alpha \sin^2 \alpha + \dots$$

mittels der complexen Zahlen beweist, indem man  $(\cos \alpha + i \sin \alpha)$

zur  $n$ -ten Potenz erhebt, so bewegt man sich dabei eigentlich in einem Kreise. Trotz dieses Beweises könnte die Formel immer noch falsch sein, und wenn man auf anderm Wege zu einer Gleichung gelangte, die mit jener nicht vereinbar wäre, so würde man zu sagen haben: hier wird offenbar, dass in den aufgestellten Regeln für complexe Zahlen ein Widerspruch enthalten ist. Der Beweis jener Formel beruht auf der Widerspruchslosigkeit der Regeln für die complexen Zahlen und diese wird wieder dadurch begründet, dass man in keinem Falle auf einen Widerspruch gestossen ist. In jeder andern Wissenschaft würde man sich mit einer so grossen Wahrscheinlichkeit begnügen; aber die Mathematik will ihre Sätze beweisen, und ein Beweis ist dies wenigstens in dieser formalen Theorie nicht.

In einem ähnlichen Kreise bewegt man sich wohl, wenn man sagt: Zahlen existiren, wenn man mit ihnen rechnen kann. Zunächst könnte man wohl mit Recht fragen: welcher innere Zusammenhang besteht denn zwischen der Existenz und dem Rechnen? Dann müsste man, um hiervon Gebrauch zu machen, eine Definition des Rechnens haben, um zu wissen, ob das, was man mit einem Zeichen macht, Rechnen zu nennen sei. Kann man nicht auch mit divergenten Reihen rechnen? Dem Anscheine nach ganz gut; nur kommt manchmal etwas Falsches heraus. Dadurch wird die Definition nahe gelegt: Rechnen ist eine solche Operation zu nennen, die nie zu falschen Ergebnissen führt. Damit wären wir wieder in unserm Kreise angelangt. Welche Mittel hat man nun, um die Widerspruchslosigkeit zu beweisen? Ich sehe keinen andern Grundsatz, der zu diesem Zwecke dienen könnte, als den, dass Eigenschaften, die an demselben Gegenstande gefunden werden, nicht in Widerspruch mit einander stehen. Hätte man aber solchen Gegenstand, so wäre diese formale Theorie überflüssig. Es ist mir danach unwahrscheinlich, dass ein strenger Beweis für die Widerspruchslosigkeit von Rechnungsregeln gelingen wird, ohne den Boden dieser formalen Theorie zu verlassen. Aber selbst, wenn er gelingen sollte, würde er nicht ausreichen, weil noch nicht wahr ist, was widerspruchslos ist.

Es liegt hier offenbar eine Schwierigkeit vor, und diese besteht in der Definition von Gegenständen, während man sonst nur mit Definitionen von Begriffen zu thun hat; denn  $\frac{1}{2}$  z. B. ist als Gegenstand aufzufassen, wenn auch nicht als sinnlich wahrnehmbarer oder nur räumlicher. Trotz dieser Unräumlichkeit und Unwirklichkeit ist  $\frac{1}{2}$  kein Begriff in dem Sinne, dass Gegenstände

unter ihn fallen könnten. Man kann nicht sagen: „dies ist eine  $\frac{1}{2}$ “, wie man sagen kann: „dies ist ein rechter Winkel“, ebensowenig sind Ausdrücke wie „alle  $\frac{1}{2}$ “, „einige  $\frac{1}{2}$ “ zulässig; sondern  $\frac{1}{2}$  wird als bestimmter einzelner Gegenstand behandelt, wie aus dem Ausdruck „die Zahl  $\frac{1}{2}$ “ hervorgeht und daraus, dass es auf der einen Seite des Gleichheitszeichens erscheint. Es würde hier zu weit führen, anzudeuten, wie ich mir die Beseitigung dieser Schwierigkeit denke. Nur so viel mag gesagt sein, dass sie bei den Brüchen, negativen Zahlen u. s. w. nicht wesentlich anders wie bei den positiven ganzen Zahlen ist, dass also durch eine Zurückführung aller Sätze oder Gleichungen auf solche, die von positiven ganzen Zahlen handeln, die Schwierigkeit nur zurückgeschoben, nicht völlig beseitigt wird, was man nur darum nicht so leicht bemerkt, weil man meistens kein Bedürfniss zur Rechtfertigung dieser ursprünglichsten Zahlen empfindet.

2) Darauf trägt Herr L a h r

**Ueber die Grassmann'sche Vokaltheorie**

vor.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

---

**II. Sitzung am 31. Juli 1885.**

Herr Reichardt spricht

**Ueber den Einfluss des Wassers auf Bleiröhren bei Leitungen.**

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

---

**Sitzung der Section für Heilkunde vom 9. Juli 1885.**

Herr Karl Bardeleben sprach

**über die anatomischen Verhältnisse der vorderen Brustwand und die Lage des Herzens.**

Gelegentlich der Bearbeitung des Artikels „Brusthöhle“ in Eulenburg's Real-Encyklopaedie der gesamten Heilkunde lenkte ich meine Aufmerksamkeit auf die in den meisten Lehr- und Hand-

büchern der Anatomie nur sehr stiefmütterlich behandelten Rippenknorpel. Da die Pleura- und Herzgrenzen zum großen Teil auf die Rippenknorpel projicirt werden müssen, ist selbstverständlich eine genaue Kenntniss von dem normalen anatomischen Verhalten der letzteren sowie von häufiger vorkommenden Schwankungen innerhalb der Norm, die allmählich in Varietäten oder Abweichungen übergehen, notwendig. Eine solche vermisse ich indes vielfach. Auch vom theoretischen, vergleichend-anatomischen Standpunkte aus bieten die Verhältnisse der menschlichen Rippenknorpel sowie des Brustbeins Interesse dar, indem sich leicht zeigen läßt, daß hier Reductionsvorgänge sich abspielen, welche bei verschiedenen Individuen und, wie es scheint, verschiedenen Rassen erhebliche Differenzen aufweisen. Die Fragen, welche ich mir stellte, waren folgende:

1) Kommt eine Gelenk- oder Bandverbindung zwischen dem 5. und 6., sowie zwischen dem 6. und 7. Rippenknorpel häufiger oder regelmäßiger vor?

2) Setzen sich stets sieben Rippenknorpel an das Brustbein?

3) Ist die normale Lage des Herzens in Bezug auf die vordere Brustwand mit Bestimmtheit anzugeben oder sind die Schwankungen in dem Verhalten der Brustwand (relative Lage) oder in der absoluten Lage dieses Organs nicht sehr erheblich?

Zur Beantwortung dieser Fragen untersuchte ich das gesamte Material der hiesigen Anatomie, bestehend aus einer großen Anzahl von trockenen Skeletten jeden Lebensalters, ferner von isolirten Brustbeinen mit Rippenknorpeln, trocken und feucht aufbewahrt, schließlichs einem großen Vorrath von ganzen foetalen und kindlichen Skeletten in Spiritus.

1) Von 81 untersuchten Skeletten und Präparaten zeigten 22 auf beiden Seiten eine Gelenkverbindung zwischen Fortsätzen der 5. und 6. Rippe, 13 eine solche nur rechtseitig; ein Mal war diese nur links, 22 Mal gar nicht vorhanden. Bei allen 10 Exemplaren, welche 8 (oder mehr) Brustbeinrippen besitzen, fehlte die Verbindung; in dem Reste der Fälle (13) konnte eine Entscheidung nicht mehr mit Sicherheit getroffen werden. Zieht man diese letzteren und die abweichenden Fälle mit 8 oder mehr sternalen Rippen ab, so bleiben demnach 58 für diese Angelegenheit brauchbare Präparate übrig, von denen, wie gesagt, 22 eine beiderseitige, 14 eine einseitige Gelenkverbindung zwischen der 5. und 6. Rippe aufweisen; diesen stehen 22 negative Beobachtungen gegenüber. Das beiderseitige Fehlen der Gelenkverbindung ist demnach gerade so

häufig, wie ihr beiderseitiges Vorkommen. Trennt man aber die beiden Körperseiten, so erhalten wir folgendes Ergebnis: rechts ist eine Gelenkverbindung unter 58 Fällen 35 Mal vorhanden, 23 Mal nicht — links 23 Mal vorhanden, 35 Mal nicht — was fast genau 60 und 40% ausmacht. Beiderseitiges Vorkommen ist nur in 38% zu erwarten.

Eine Gelenkverbindung zwischen dem 6. und 7. Rippenknorpel ist als Regel anzusehen, von der es nur sehr selten Ausnahmen giebt. Abgesehen von einigen zweifelhaften Fällen fand ich unter allen untersuchten Exemplaren nur eines, wo die Verbindung, und zwar auf der linken Seite, fehlte.

2) Auffallend häufig fand ich die Zahl der sternalen Rippen vermehrt. Das Material war, wie hierzu noch besonders bemerkt werden soll, mit Ausnahme von einem Sammlungspräparate, welches wohl wegen dieser Abweichung aufgehoben ist, nicht irgendwie ausgesucht. Dies Präparat (Nr. 526/1596) zeigt links 8, rechts sogar 9 sternale Rippenknorpel. Abgesehen von diesem gewifs selten Vorkommnisse beobachtete ich unter den 80 Exemplaren 7 Mal beiderseits und 2 Mal nur links eine bis an das Brustbein reichende achte Rippe. In einigen Fällen näherte sich das mediale Ende des 8. Rippenknorpels bis auf wenige Millimeter dem Brustbein — oder aber es bestand eine kleine Lücke zwischen dem sternalen und dem costalen Teile des Knorpels. Da unter den 80 Exemplaren eine nicht unerhebliche Anzahl durch unachtsame Präparation oder mangelhafte Aufbewahrung (Trocknen etc.) gelitten haben dürfte, mufs ich die Häufigkeit des Vorkommens einer 8. sternalen Rippe beim Menschen auf mindestens 10, vielleicht 15 oder noch mehr Procent schätzen. Dies Verhalten steht im Einklange mit den bekannten Untersuchungen Ruge's (Morphol. Jahrb. Bd. VI, 3. Heft) über die embryonale Entwicklung des Brustbeins, besonders des Proc. xiphoides. Auffallend hierbei ist mir nur die Niveaudifferenz zwischen diesem Fortsatze und den Rippenknorpeln — letztere liegen mehr vor oder auf dem Fortsatze. Dafs in allen Fällen, wo 8 Rippen an's Brustbein gingen, die Gelenkverbindung zwischen dem 5. und 6. Rippenknorpel fehlte, habe ich oben hervorgehoben. Es tritt in solchem Falle demnach die 7. Rippe an die Stelle der 6., die 6. an diejenige der 5.

Ich fasse nun die zwischen dem 6. und 7. Rippenknorpel sogar wie immer, zwischen dem 5. und 6. auf der rechten Seite in der Mehrzahl, links in fast der Hälfte der Fälle vorkommende accessorische Gelenkverbindung (oder Anlagerung mit Syndesmose)

als Reductionserscheinung auf. Der menschliche Thorax ist m. E. in einer rückschreitenden Entwicklung begriffen, welche vom unteren Ende ausgeht, und die bei der gewöhnlichen Anzahl von 7 sternalen Rippen bereits das fünfte Rippenpaar erreicht, während dieses durch ein achtes sternales Rippenpaar gewissermaßen geschützt wird. Wir sehen an der 8. und 9. Rippe, wie die frühzeitige Anlegung an die nächstobere Rippe die direkten Beziehungen zum Brustbein verloren gehen läßt, und können uns vorstellen, daß auch die 7. Rippe dermaleinst sich an der Verbindung mit der 6. genug sein lassen wird. Diese Auffassung wird ferner, soviel ich sehe, gestützt durch die citirten Beobachtungen Ruge's, sowie durch das bekannte Verhalten der drei letzten Rippen und Brustwirbel, sowie des letzten Lendenwirbels (Assimilation mit dem Kreuzbein). Das Endergebnis aller dieser Vorgänge dürfte eine allmähliche Verkürzung der Dorsolumbal-Wirbelsäule und des Thorax sein.

Auf die vielfach von mir beobachteten Asymmetrien des Brustbeines und der Rippenknorpel, besonders ihrer Sternal-Gelenke, will ich, da eine Aufzählung der Fälle kein specielles Interesse darbietet, nur hinweisen.

3) Betreffs der Lage des Herzens muß ich zunächst auf die schwankenden Verhältnisse der vorderen Brustwand hinweisen, welche den Wert gerade der präciseiten Bestimmungen hier erheblich beeinträchtigen. Aber auch abgesehen hiervon muß ich den Angaben Henke's insofern entgentreten, als ich sie nur für einen Teil der Fälle als zutreffend anerkennen kann. Die Verschiedenheiten in der Lage des Herzens sind nach meinen seit Jahren wiederholten Versuchen mit Nadeln (Luschka) häufiger und beträchtlicher, als es nach H. scheinen sollte. Nach meinen Erfahrungen können die Pulmonalklappen sowohl hinter dem zweiten Intercostalraume wie hinter der dritten Rippe, sogar hinter dem dritten Intercostalraume (Henke), die Herzspitze an der 5. Rippe oder am 5. Intercostalraume liegen.

Mit Bezug auf die Möglichkeit, den Herzbeutel ohne Verletzung der Pleura operativ zu erreichen, möchte ich schließlichsch darauf aufmerksam machen, daß die Fenster zwischen dem 5. und 6., sowie zwischen dem 6. und 7. Rippenknorpel links gewöhnlich sehr schmal sind, und daß das erstere, wie oben gesagt, in 40%, das letztere mit seltenen Ausnahmen immer durch die Gelenkfortsätze der Intercostal-gelenke unterbrochen werden.

(Folgen Demonstrationen und Discussion).

## **Anhang.**

Folgende Aufsätze sind im Sommersemester 1885 behufs Abdruck in den Sitzungsberichten von dem Redacteur der Gesellschaft vorgelegt worden.

---

### **Die experimentelle Prüfung der Theorie von der Regulierung des Geschlechtsverhältnisses.**

Von

**C. Düsing.**

In meinem Buche über „Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Tiere und Pflanzen“ (Jena 1884) wurde (S. VI und S. 312) darauf hingewiesen, auf welche Weise die dort vorgetragene Theorie über die Entstehung des Geschlechtes durch ein Experiment geprüft werden kann, und welche Schwierigkeiten einer solchen Prüfung im Wege stehen.

Der erste Teil der Theorie handelt davon, wie das Geschlechtsverhältnis, das bei jedem Tiere ein ganz bestimmtes ist und unter denselben äussern Umständen stets wiederkehrt, aufrecht erhalten wird. Der Theorie zufolge geschieht dies im allgemeinen dadurch, dass bei einem Mangel an Individuen des einen Geschlechtes mehr von diesen erzeugt werden. Wie ich bereits in meinem Buche mitgeteilt habe, hatte ich die Absicht, diesen Teil der Theorie durch ein Experiment zu prüfen. Bei einem solchen kommt es vor allem auf eine sehr grosse Zahl von Fällen an, und man muss daher Tiere nehmen, welche in kurzer Zeit sehr viele Junge produzieren. Meerschweinchen und weisse Mäuse besitzen diesen Vorzug, und mit ihnen wurde das Experiment im physiologischen Laboratorium zu Jena begonnen. In meinem Buche findet sich beschrieben, auf welche Weise ein Mangel an Männchen und ein solcher an Weibchen hergestellt wurde.



Der Versuch mit Meerschweinchen wurde etwa 8 Monate lang fortgesetzt. Das Resultat war, dass bei Mangel an Weibchen 10 Männchen und 11 Weibchen, bei Mangel an Männchen 69 Männchen und 80 Weibchen und unter normalen Umständen 12 Männchen und 20 Weibchen erzeugt wurden. Trotzdem also der Versuch sehr lange fortgesetzt wurde, ist die Zahl der Geburten doch noch so gering, dass sich nichts aus ihnen schliessen lässt. Sie berechtigen höchstens zu der Vermutung, dass bei Meerschweinchen im allgemeinen mehr Weibchen als Männchen geboren werden.

Mit weissen Mäusen setzte ich den Versuch etwa 4 Monate lang fort. Während meiner Abwesenheit übernahm alsdann Herr Assistent Dr. Walter noch etwa 7 Monate lang die Untersuchung der neugeborenen Mäuse. Das Resultat dieser langwierigen Arbeit ist, dass bei Mangel an Weibchen 71 Männchen und 74 Weibchen, bei Mangel an Männchen 114 Männchen und 112 Weibchen und unter normalen Umständen 2 Männchen und 5 Weibchen geboren wurden. Auch diese Zahlen sind noch immer zu klein, um sichere Schlüsse zuzulassen. Sie machen es nur wahrscheinlich, dass bei weissen Mäusen im allgemeinen ungefähr ebensoviel Männchen als Weibchen geboren werden. Trotz der langwierigen Beobachtung und Kontrolle ergab sich kein sicheres Resultat; es würde also viel zu lange Zeit dauern, wenn man den Versuch mit solchen Tieren anstellen wollte. — Ich erlaube mir auch an dieser Stelle Herrn Prof. Preyer, welcher den Versuch vorschlug und freundlichst die Ausführung desselben in seinem Laboratorium ermöglichte, sowie noch besonders Herrn Dr. Walter, welcher die Untersuchung während einer so langen Zeit fortsetzte, meinen besten Dank auszusprechen.

Inzwischen ist der zweite Teil der Theorie durch ein Experiment von anderer Seite geprüft worden. Während der erste Teil erklärt, auf welche Weise das mittlere Geschlechtsverhältnis aufrecht erhalten wird, zeigt der zweite Teil, dass dieses nicht immer dasselbe bleibt, sondern unter verschiedenen äussern Umständen ein verschiedenes ist. Unter ungünstigen Umständen, z. B. bei Mangel an Nahrung, sind mehr Männchen vorhanden und werden auch mehr hiervon geboren, unter günstigen Umständen jedoch, z. B. im Überfluss an Nahrung, überwiegt das weibliche Geschlecht.

*H. Hoffmann* hat nun seit etwa sieben Jahren Experimente mit Pflanzen angestellt, um den Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht zu erforschen. Schon 1883 schrieb mir Herr Prof. Hoffmann, als er von der vorläufigen Mitteilung der Theorie in

der Jenaischen Zeitschrift Kenntnis erhielt, dass die Resultate seiner Versuche mit meiner Theorie übereinstimmen. Diese Experimente sind jetzt zu Ende geführt und bereits in der botanischen Zeitung<sup>1)</sup> veröffentlicht worden. Da dieselben sehr wichtig für die Theorie sind, so will ich sie hier kurz erläutern.

Auch aus einem andern Grunde ist es wichtig, diese Experimente noch einmal zu besprechen. Hoffmann hat nämlich die Resultate derselben in einer Tabelle zusammengestellt, bei welcher die Berechnung des Mittels in einer Weise geschehen ist, dass ein strenger Statistiker sie als unrichtig bezeichnen könnte. Mit Hülfe der von Hoffmann gegebenen Zahlen habe ich daher eine neue

	Versuch		Dichtsaat		Zahl der Exempl.	Sexualverhältnis	Versuch		Zahl der Exemplare	Sexualverhältnis
	männlich	weiblich	männlich	weiblich			Lockerer	Stand		
						männl.	weibl.			
Lychnis diurna	1	21	9	30		a	25	20	45?	
	2	29	15	44		b	17	22	39	
Summe		50	24	74	210:100		42	42	84	100:100
Lychnis vespertina	1	15	10	25		a	749	906	1655	
	2	8	13	21						
Summe		23	23	46	100:100		749	906	1655	73:100
Mercurialis annua	1	163	164	327		a <sub>1</sub>	70	75	145	
	2	112	100	212		a <sub>2</sub>	83	93	176	
						a <sub>3</sub>	91	104	195	
						a <sub>4</sub>	46	50	96	
Summe		275	264	539	104:100		290	322	612	90:100
Rumex Acetosella	1	31	21	52		a <sub>1</sub>	87	100	187	
	2	27	17	44		a <sub>2</sub>	150	150	300	
						a <sub>3</sub>	75	100	175	
						a <sub>4</sub>	68	111	179	
Summe		58	38	96	152:100		380	461	841	82:100
Spinacia oleracea	1	88	43	131		a	7	10	17	
	2	20	13	33		b	65	63	128	
	3	65	19	84		c	95	170	265	
	4	18	3	21		d	164	214	378	
	5	24	8	32						
	6	32	61	93						
Summe		247	147	394	168:100		331	457	788	72:100
Cannabis sativa	1	95	123	218		a	1048	1334	2382	
	2	12	20	32		b	375	390	765	
Summe		107	143	250	75:100		1423	1724	3147	82:100

1) Bot. Zeitung 1885. No. 10 und 11.

Tabelle aufgestellt, in der die Berechnung der Summen in einer andern Weise vorgenommen wurde. Die Tabelle ist ferner weit ausführlicher und enthält alle Zahlen, die für den von Wichtigkeit sind, der die Hoffmann'schen Experimente beurteilen will. Herr Prof. Hoffmann, dem ich die Tabelle übersandte, hatte die Freundlichkeit, mir auch noch diejenigen Zahlen mitzuteilen, welche er bei der Beschreibung seiner Versuche in der botanischen Zeitung nicht angegeben hatte. Auch diese sind in der Tabelle enthalten.

Hoffmann säete Pflanzen entweder dicht nebeneinander oder sehr weit auseinander. Bei Dichtsaat können die einzelnen Pflanzen nur sehr wenig Nahrung erhalten. Die schwächere Ernährung der Pflanzen in der ersten Jugend bewirkt der Theorie zufolge eine Mehrausbildung des männlichen Geschlechtes. Bei Dichtsaat müsste man also mehr Männchen, bei lockerem Stande aber mehr Weibchen erhalten.

Hoffmann liess dieselbe Art von Pflanzen in verschiedenen Versuchen dicht und in verschiedenen weit von einander entfernt wachsen und konnte so die Wirkung des Hungers auf dieselbe Pflanze beurteilen. Wie man nun aus der Tabelle ersehen kann, war diese Wirkung eine Mehrproduktion von Männchen, und zwar zeigt sich dies bei allen Pflanzen mit Ausnahme von *Cannabis sativa*. Während nämlich bei allen Pflanzen das Geschlechtsverhältnis bei lockerem und bei dichtem Stande ein ausserordentlich verschiedenes ist, bleibt es beim Hanf fast dasselbe, die Zahl der Männchen nimmt sogar bei lockerem Stande um ein wenig zu. Hieraus darf man schliessen, dass beim Hanf die Ernährung der jungen Pflanze fast keinen Einfluss auf das Geschlecht derselben hat. Beim Hanf muss dieses also schon sehr frühzeitig während der Ausbildung des Samenkornes entschieden werden. Die Ernährung des Samens hängt nun von der Ernährung der Mutterpflanze ab. Wenn man also beim Hanf den Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht erforschen will, so muss man untersuchen, welches Geschlecht die Kinderpflanzen der schlecht oder gut genährten Mutterpflanzen haben. In meinem Buche hatte ich nachgewiesen, dass sich das Bingelkraut in ähnlicher Weise verhält. Die Ernährung der jungen Pflanzen hat auch hier nur einen so geringen Einfluss, dass dieser erst an einer sehr grossen Zahl von Pflanzen nachgewiesen werden konnte.

Das Resultat der von Hoffmann angestellten Versuche ist also, dass bei den Pflanzen, mit denen der Versuch angestellt wurde, mit Ausnahme vom Hanf, bei dem das Geschlecht schon sehr

frühzeitig entschieden sein muss, sich infolge von guter Ernährung der jungen Pflanzen mehr Weibchen, infolge von schlechter Ernährung mehr Männchen ausbilden. Es ist dies eine experimentelle Bestätigung des zweiten Teiles der Theorie von der Regulierung des Geschlechtsverhältnisses, eine Bestätigung, welche ebenso wichtig ist, wie die in *Brook's* „Heredity“<sup>1)</sup> enthaltene Sammlung von Thatsachen.

Aus den Versuchen von Hoffmann geht auch noch hervor, wie gross der numerische Wert für das Geschlechtsverhältnis des Hanfes ist. Er erhielt im ganzen 1530 männliche und 1867 weibliche Pflanzen, was einem Geschlechtsverhältnis von 81,95 Männchen zu 100 Weibchen entspricht. Diese Zahl stimmt sehr gut überein mit den von verschiedenen andern Forschern gefundenen Zahlen. Eine Zusammenstellung solcher Ergebnisse findet sich in einer Arbeit von *Heyer*<sup>2)</sup>. Fügt man zu dieser die Resultate von Hoffmann hinzu, so erhält man folgende Tabelle:

	männl.	weibl.	Summe	Geschl.-Verhältn.
Hanf in Deutschland (Heyer)	640	713	1353	89,76
„ „ „ „	621	718	1339	86,49
„ „ „ „	1533	1788	3321	85,73
„ „ Österreich (Haberland)	2850	3432	6282	83,04
„ „ Frankreich				
(Giron de Buzareingues)	1052	1224	2276	85,94
„ „ Deutschland (Hoffmann)	1530	1867	3397	81,95
Summe	8226	9742	17968	84,44

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass beim Hanf im allgemeinen etwas mehr Weibchen hervorgebracht werden als Männchen und zwar zeigt sich ziemlich konstant stets ein Verhältnis, welches nicht viel von dem mittleren 84,44 zu 100 abweicht.

Bei den übrigen von Hoffmann untersuchten Pflanzen lässt sich ein mittleres Geschlechtsverhältnis nicht berechnen, da dasselbe infolge der Einwirkung der schlechteren Ernährung ein zu verschiedenes ist.

1) Man vgl. die *Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch.* 1885, pg. 452.

2) Untersuchungen über das Verhältnis des Geschlechtes etc. Berichte aus dem physiologischen Institute der Universität Halle.

## Beitrag zur Kenntniss der Eierstockeier bei *Echidna*.

Von

G. A. Guldberg, Christiania.

(Mit einer Tafel).

Als Dr. Lumholtz von einem vierjährigen Aufenthalt in verschiedenen Gegenden, namentlich im nördlichen Theil Australiens, im Jahre 1884 wieder nach seinem Vaterlande Norwegen zurückkehrte, hatte er ausser einer Menge von Bälgen, Skeletten, Schädeln und verschiedenen Knochen von Beutelhieren und Monotremen auch einige Weichtheile von *Echidna hystrix* mitgebracht; unter diesen letzteren befand sich der ganze Genitaltractus eines weiblichen Individuums, dessen Ovarien fast reife Follikeln enthielten.

Ogleich das sehr schön in Alkohol conservirte Material ziemlich beschränkt war, glaubte ich doch das eine Ovarium für mikroskopische Zwecke opfern zu dürfen, um die Entwicklung der Eierstockeier näher kennen zu lernen, was vielleicht um so höheres Interesse darbieten möchte, als gerade in allerjüngster Zeit die merkwürdige Thatsache, das Eierlegen der Monotremen, von verschiedenen Forschern (Caldwell, Haacke) festgestellt worden ist.

Von früheren Untersuchungen, die wir hier zunächst zu berücksichtigen haben, ist erstens zu erwähnen die von Sir R. Owen gelieferte Beschreibung der Uterineier von *Echidna hystrix* (Philos. Trans. of the Roy. Soc. vol. 171. Part. III, pag. 1051—1054 und Pl. 39). Das kleinste von den 4 Uterineiern mass  $2\frac{1}{2}$  Mm. im Durchmesser, das grösste 6 Mm. Die beiden Eierstöcke waren gleich gross, was ich nach meinen Untersuchungen nur bestätigen kann. Auf Tafel 39 derselben Abhandlung wird der ganze obere Theil des Genitaltractus mit den Ovarien, die theils kleinere, theils grössere, stark prominirende Follikel zeigen, abgebildet. Die äussere Membran des Eies, Hyalinion oder zona pellucida genannt, ähnelt der gleichen bei *Ornithorhynchus*, ebenso werden hyaline Körperchen in der Dottermasse erwähnt. Er glaubt auch die beginnende Furchung in einem 6 Mm. grossen Ei nachgewiesen zu haben (cfr. l. c. pag. 1053). Ferner geht aus seinen Untersuchungen hervor, dass das Ei im Uterus eine Zeit

lang an Grösse zunimmt, und dass es in keinen organischen Zusammenhang mit der Uterinwand tritt.

Neuerdings hat Mr. Poulton (Quarterly journal of micr. science, 1884, pag. 124—128, Pl. V., Fig. 8—12) das Ovarium von Ornithorhynchus untersucht. Die grössten Follikel massen ungefähr 1 Mm. im Durchmesser und schienen nicht reif gewesen zu sein. Er weist nach, dass die Eier nur eine einschichtige Lage von Follikelepithel besitzen und dass sie den Follikel vollständig ausfüllen, so lange sie im Eierstock bleiben, ein sehr wichtiges Verhältniss, das ich auch für Echidna bestätigen kann. Er beschreibt eine zona pellucida, nimmt eine Sonderung zwischen Nahrungs- und Bildungsdotter an und constatirt die excentrische Lage des Kerns.

Dies ist das Wenige, was in der Litteratur über die uns beschäftigende Frage sich vorfindet. Wir wenden uns nun zu unserer eigenen Untersuchung, welche an dem linken der oben erwähnten Ovarien von Echidna ausgeführt wurde.

Die beiden Eierstöcke massen 19 Mm. in der Länge, 14 Mm. in der Breite und 8 Mm. in der Dicke. Beide waren gleich gross und hatten eine sehr höckerige Oberfläche, weil die mehr oder weniger entwickelten Follikel halbkugelige Prominenzen bildeten. Die grössten ganz kugeligen Follikel hatten einen Durchmesser von 3 Mm. oder noch ein wenig mehr und ragten so weit aus dem Ovarium hervor, dass ihre freie Oberfläche fast  $\frac{3}{4}$  einer Kugel bildete. Die zwischenliegende Oberfläche des Ovariums zeigte tiefere und seichtere Furchen; auf dem Querschnitt scheint daher die periphere Partie des Ovariums wie in Falten gelegt.

Ueberall findet man ein deutliches Keimepithel an der Oberfläche (cfr. Fig. 1, *Ke.*). Nur über den am stärksten prominirenden Follikeln scheint dasselbe zu fehlen; besonders da, wo die Follikelwand sehr verdünnt war, konnte ich es nicht mit Bestimmtheit nachweisen. Die Zellen des Keimepithels sind gewöhnlich kubisch, an den oberflächlichst liegenden Partien dagegen mehr abgeplattet, während sie sich in den Furchen mehr einer niedrig cylindrischen Form nähern.

Das periphere Ovarialstroma (dasjenige der Zona parenchymatosa) ist an Zellkernen sehr reich, die nur wenig Bindegewebsfasern zwischen sich haben. Um die Follikel bildet es eine faserige Wand, ebenso treten stärkere Faserzüge im Innern (Zona vasculosa) auf. Von Interesse ist, zu bemerken, dass die Kerne des

Bindegewebes viel zahlreicher in den Partien auftreten, wo die Primärfollikel häufig sind, als da, wo dies nicht der Fall ist. Der als *Zona parenchymatosa* bezeichnete periphere Theil des Ovariums hat eine geringe Breite, oft nur eine einzelne Reihe von Primärfollikeln enthaltend; an anderen Stellen können jedoch 2—3 parallele Reihen auftreten. Die *Zona vasculosa* war an dem untersuchten Präparat sehr gefässreich; hie und da schienen mir grössere Gefässsinus aufzutreten.

Die Eifollikel bieten uns indessen das ungleich grösste Interesse dar.

In den Primärfollikeln haben die Eier eine Grösse von 0.040—0.045 Mm. im Durchmesser. Der ziemlich grosse Kern misst 0.015—0.020 Mm., das Kernkörperchen 0.004—0.006 Mm. im Durchmesser. Der Kern (Fig. 2, *K*) nimmt öfters jetzt schon eine excentrische Lage ein. Die Wand des Follikels (Fig. 2, *fw*) wird gebildet von einer bindegewebigen äusseren Schicht und einer einschichtigen Lage abgeplatteten Epithels (*fe*) nach innen. Den Raum dieses Follikels füllt das Ei vollständig aus. Das Zellprotoplasma hat ein homogenes, schwach gekörntes Aussehen.

Betrachten wir nun die in der Entwicklung weiter vorgeschrittenen Eier, die an Grösse bedeutend zugenommen haben, so finden wir auch hier ein Verhältniss, was in der ganzen weiteren Entwicklung fortbestehen bleibt, dass nämlich das Ei den Follikel vollständig ausfüllt. Unsere Aufmerksamkeit wird ferner auf eine im Eiprotoplasma erscheinende Differenzirung gelenkt, die von grossem Interesse ist und in den verschiedenen Entwicklungsstadien des Fies sich etwas verschieden verhält.

1. Betrachten wir z. B. ein 0.273 Mm. grosses Ei, so tritt uns sofort in die Augen ein perlenähnlicher Kranz von hellen, klaren, stark lichtbrechenden Dotterkügelchen, die den peripheren Theil des Eies einnehmen (Fig. 3, *D*). Im Anfange bilden sie nur einen schmalen Streifen, später, je nachdem das Ei sich vergrössert, wird dieser Streifen immer breiter durch die zahlreicher auftretenden Dotterkügelchen. Sie lassen sich in diesem Entwicklungsstadium des Eies nicht durch Carmin färben, während das ausserhalb liegende Protoplasma oft einen dunkleren Teint annimmt.

Ferner bemerkt man eine das Ei umgebende, stark lichtbrechende *Zona pellucida* (Fig. 3, *zp*). Diese hatte in dem besprochenen 0.273 Mm. grossen Ei eine Dicke von 0.01 Mm. Auch

schon in kleineren Eiern kann man Spuren von dieser Membran bemerken; so habe ich in einem 0.088 Mm. grossen Ei eine ganz dünne glashelle Schicht um das Eiprotoplasma gesehen, als eine erste Andeutung einer Zona pellucida.

Das auf der Zona sitzende Follikelepithel, die Membrana granulosa (Fig. 3, *fe*), wird von theils kubischen, theils mehr cylindrischen Epithelzellen gebildet. Diese adhären sehr fest an der innerhalb liegenden Zona pellucida. Auf Präparaten, wo das geschrumpfte Ei sich in Falten gelegt hatte, war das Follikelepithel von der Follikelwand losgerissen und folgte den Faltungen der Zona. Ja, in der weiteren Entwicklung des Eies, wenn es der Reife nahe ist und etwa 2 Mm. oder mehr im Durchmesser hat, ist die Zona pellucida nicht mehr zu sehen und die fast nur aus Dotterkügelchen bestehende Eimasse liegt nackt in der von etwas abgeplatteten Follikelepithelien gebildeten Membran, die wir nach Balfour *Chorion* nennen wollen.

Der rund-ovale Kern nähert sich nun der Peripherie mehr und mehr. Um das eine ziemlich grosse Kernkörperchen sind noch mehrere ganz kleine aufgetreten, die sich doch nicht so stark tingiren wie das grosse primäre. In einem 0.30 Mm. grossen Ei mit sehr deutlichem Kranz von Dotterkügelchen mass der Kern 0.056 Mm. und das Kernkörperchen 0.014 Mm. In einem 0.35 Mm. grossem Ei mit mehreren parallelen Reihen von kreisförmig geordneten hellen Dotterkügelchen mass der Kern 0.070 Mm. und das Kernkörperchen 0.0145 Mm. im Durchmesser.

2. In der weiteren Entwicklung des Eies, das fortwährend an Grösse zunimmt, füllt sich das Eiprotoplasma mehr und mehr mit runden Dotterkügelchen, die in dem peripherem Theile besonders gross sind. So sieht man in einem 0.45 Mm. grossen Eie schon eine bedeutende Masse von Dotterkügelchen (Fig. 4, *D*). Diese sind noch durch eine ziemlich dicke, etwas tingirbare Protoplasmaschicht von der Zona pellucida geschieden.

Während der innerhalb liegende, helle Kranz von Dotterkügelchen von Carminfarben nicht gefärbt wird, zeigt der dicht anschliessende Theil der äusseren Protoplasmaschicht sich ziemlich tingirbar; man bemerkt auch hier eine Menge von kleinen granulirten Kügelchen, die mit Carmin sich färben und in der Umgebung vom Kerne am zahlreichsten auftreten (*Pn*). Der centrale, nach innen von den hellen Dotterkügelchen gelegene Theil des Eiprotoplasma ist fein granulirt und zeigt sich sehr wenig tingirbar. (cfr. Fig. 4).



Im besprochenen Ei mass die Zona pellucida ungefähr 0.012 Mm., die von kubisch-cylindrischen Epithelzellen gebildete Membrana granulosa war von 0.008—0.016 Mm. Dicke. Die hellen Dotterkugeln hatten 0.004—0.008 Mm. im Durchmesser. Der excentrisch gelegene, rund-ovale Kern mass 0.088 Mm. in der Länge und 0.055 in der Breite. Das runde, auch excentrisch gelegene Kernkörperchen mass 0.020 Mm. im Diameter. Es war von zahlreichen kleinen Keimfleckchen umgeben.

3. Wenn die Eier sich einem Millimeter im Durchmesser nähern, ist schon die Masse der Dotterkugeln sehr bedeutend gewachsen. Sie nehmen den grösseren Theil der peripheren Partie des Eies ein, indem sie nur von einer sehr dünnen, granulirten Protoplasmaschicht von der Zona pellucida geschieden sind. Gegen das Centrum werden die Dotterkugeln kleiner, und im centralen Theil des Eies bleibt auch in der weiteren Entwicklung fortwährend ein Rest von körnigem Protoplasma übrig, ohne sich vollständig in Dotterkugeln zu differenziren. Wenn wir die einzelnen Theile eines Eies in diesem Entwicklungsstadium näher betrachten (cfr. Fig. 5), finden wir Folgendes: Das kubische Epithel der Membrana granulosa (Chorion), bleibt wie immer, einschichtig. Zona pellucida (Fig. 5, *Zp.*) misst 0.008 Mm. Innerhalb dieser kommt eine dünne glashelle, doppelcontourirte Schicht (Fig. 5 *L*), die als eine äusserste, differenzirte Protoplasmaschicht zu betrachten ist. Der periphere, die Dotterkugeln umgebende Theil des Protoplasma misst 0.006—0.008 Mm. in der Dicke, innerhalb welcher die hellen und klaren Dotterkugeln aufzutreten (Figur 5, *D*) beginnen.

Die Dotterkugelmasse bildet ein ziemlich breites, kreisförmiges Band, welches in den 1 Millimeter grossen Eiern den grössten Theil des Eiinhalts einnimmt. Die grössten Kugeln sind in der Peripherie, nach innen werden sie allmählich kleiner, um sich nach und nach in das körnige Protoplasma der centralen Partie zu verlieren. Der excentrische, nahe an der Zona pellucida gelegene Kern ist durch eine dünnere oder breitere, granulirte Protoplasmaschicht von den Dotterkugeln geschieden und hat eine rund-ovale Form. Die Kernmembran ist deutlich, aber dünn. Das Kernkörperchen (Keimfleck) nimmt auch eine excentrische Lage ein, manchmal der Kernmembran sehr naheliegend. Um das Kernkörperchen herum und sonst im Kerne mehr zerstreut findet man eine beträchtliche Zahl ganz kleiner runder Nucleoli oder Keimfleckchen, die auch in Grösse variiren; sie färben sich, wie schon

oben gesagt, nicht so stark wie das grosse primäre Kernkörperchen. Dicht neben letzterem häufen sich die kleinen Kernkörperchen hauptsächlich an einer Seite auf; in einzelnen Präparaten habe ich auch eine eckige Masse am Keimfleck festsetzend gesehen, die doch nicht in demselben Grade tingirbar war, als der Keimfleck selbst (cfr. Fig. 7). Dieser ist fast immer ganz rund und färbt sich wie gewöhnlich sehr intensiv; er enthält in der centralen Partie gewöhnlich zwei, aber auch mehrere unregelmässig geformte Nucleolinen; zuweilen habe ich auch runde, hellere und dunklere Körperchen gesehen (cfr. Fig. 7).

4. Die weitere Entwicklung des Eies besteht hauptsächlich in einer fortwährenden Zunahme an Grösse, indem die Dotterkugeln immer zahlreicher werden; die Eimembranen dagegen werden dünner.

Wenn wir ein Ei von  $2\frac{1}{2}$  Mm. Diameter betrachten, finden wir die ganze Eimasse hauptsächlich aus Dotterkugeln bestehend, von welchen die grössten einen Diameter von 0.025—0.028 Mm. besitzen. Die früher erwähnte centrale Protoplasmamasse hält sich noch einigermaßen undifferenzirt, obgleich an Masse immer geringer werdend; man wird nämlich bemerken, dass zwischen der granulirten Masse auch hier eine beträchtliche Zahl ganz kleiner Dotterkugeln aufgetreten ist. Die Fähigkeit sich zu färben, ist jetzt grösser geworden, man sieht daher fast alle Dotterkugeln durch Carmin (Boraxcarmin und Meyers Carmin) gefärbt und zwar die grössten am intensivsten. In Bezug auf die Vertheilung der Dotterkugelmasse ist es interessant zu bemerken, dass die grössten Dotterkugeln am zahlreichsten in dem dem Kern entgegengesetzten Pole sich angesammelt haben. Die periphere Dotterschicht des Eies enthält auch ganz kleine Kügelchen; als die äusserste kann man noch eine ganz dünne granulirte Protoplasmaschicht, zwar auch mit kleinsten Kügelchen versehen, wahrnehmen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> In Bezug auf die Differenzirung der granulirten Protoplasmamasse in Dotterkugeln scheint es, dass die letzteren erst als ganz kleine Kügelchen auftreten und nach und nach sich vergrössern. Sie bestehen aus einer ganz homogenen klaren Masse; auch wenn sie sich in einem späteren Stadium färben, kann man keine besondere Membran bemerken, insofern man nicht die äusserste homogene Schicht, die wahrscheinlich verdickt ist, als eine solche ansprechen will. Dass sie aber im Laufe der Entwicklung sich chemisch verändern, ist höchst wahrscheinlich, da sie im

Von der Zona pellucida wird man keine Spuren mehr finden, wenn man nicht den glashellen Innenrand des Chorion als einen Rest der Zona ansehen will. Dagegen bildet das Follikelepithel ein dünnes helles Chorion, das, wie früher erwähnt, nur von einer einschichtigen Epithellage gebildet ist. Die Zellgrenzen dieser Epithellage sind nicht mehr zu unterscheiden; es scheint, als ob die Zellen verschmolzen sind, um eine helle, schwach tingirbare Membran zu bilden, deren Kerne als ovale Gebilde mit der Längsachse der Peripherie nach gerichtet, sich darstellen (cfr. Figur 6, *F*, *E*).

Der Kern liegt dem Chorion ganz nahe (cfr. Fig. 6, *K*) und ist in einer dem Ovarium entlegenen Partie und etwas zur Seite von dem am meisten prominirenden Theile gelegen <sup>1)</sup>.

Er ist von einer schwach tingirten Dottermasse (Fig. 6, *Pl*) umgeben, die hauptsächlich aus sehr kleinen, hellen und wenig färbbaren Kügelchen gebildet ist. Diese kugelig-körnige Dottermasse bildet eine halbmondförmige Umgebungsschicht, die den Kern von der eigentlichen Dotterkugelmasse scheidet. Durch den an der Eimembran zunächst liegenden Theil setzt diese Schicht sich fort in die früher erwähnte, dünne periphere Schicht. Diese halbmondförmige Umgebungsschicht wird in der weiteren Entwicklung immer flacher und bildet eine dem Vogelei ähnliche Bildungsdotterschicht, die höchst wahrscheinlich mit der hellen, körnigen centralen Dottermasse in Verbindung steht.

Der Kern selbst unterscheidet sich nicht erheblich von demjenigen eines früheren Stadiums. Nur hat er an Grösse bedeutend zugenommen. Der rund-ovale Kern eines  $2\frac{1}{2}$  Mm. grossen Eies, den ich isolirte und färbte, besass die beträchtliche Grösse von 0.120 Mm. in der Länge und 0.104 Mm. in der Breite, die Höhe ist wahrscheinlich sehr klein. Das Kernkörperchen mass 0.024 Mm. im Diameter. Die Anzahl der kleineren Keimflecken, deren grösstes 0.004 Mm. mass, hatte sehr zugenommen (Fig. 7). Ich konnte eine doppelt-contourirte Kernmembran unterscheiden, wie auch (mit homogen Imm.  $\frac{1}{12}$  Zeiss) eine feine körnige Substanz zwischen den kleinen Keimflecken zu beobachten war.

Erwähnenswerth sind auch die in Rückbildung sich be-  
Gegensatz zu den früh auftretenden im späteren Stadium sich oft energisch färben.

<sup>1)</sup> An einigen Präparaten lag der Kern in einer dem Ovarialstroma nächstliegenden Partie.

findenden Follikel, von denen mehrere auch in Verkalkungen übergegangen waren. Von diesen letzteren massen keine über  $\frac{1}{2}$  Mm. im Durchmesser.

Die Follikelwand zeigt sich sehr verdickt, während die Zona pellucida nach dem Follikelepithel sich noch lange erhält. Im Anfange wird der Eihalt trübe, und die helleren Dotterkügelchen liegen zerstreut. Das weitere Schicksal, bis der Eihalt ganz verkalkt, konnte ich nicht verfolgen. Der Inhalt zeigt sich bei durchfallendem Lichte ganz dunkelgrau, etwas bröckelig, bei auffallendem Lichte ist er weiss.

Fassen wir nun die hier beschriebenen Thatsachen zusammen, so ergibt sich Folgendes:

1. Das Ovarialei füllt während seiner ganzen Entwicklung den Eifollikel vollkommen aus und ist nur von einer einschichtigen Lage Follikelepithel umgeben, welche später eine bleibende Hülle um das Ei bildet. Dadurch unterscheidet es sich von allen bisher bekannten Ei-formen anderer Säugethierordnungen.

2. Es tritt während der Entwicklung des Eies eine Differenzirung im Protoplasma ein, die sich durch immer zahlreicher auftretende, kleinere und grössere Dotterkugeln bekundet. Diese Dotterkugeln füllen nach und nach das an Grösse immer zunehmende Ei aus, so dass zuletzt nur ein kleiner Theil von dem weniger differenzierten Protoplasma den an der Peripherie belegenen Kern umgiebt.

3. Man kann daher im Ei zwei Pole unterscheiden, nämlich einen meistens vom Ovarialstroma abgelegenen Pol, wo der Kern liegt, Kernpol, der von einer flachen Schicht granulirten Dottermasse umgeben ist, und einen entgegengesetzten Dotterpol, wo die grössten Dotterkugeln am zahlreichsten angesammelt sind.

4. Das Ei misst wenigstens  $2\frac{1}{2}$  Mm. in Diameter, ehe es sein Ovarium verlässt, wahrscheinlich erreicht es etwa 3 Mm. Die Eimembran besteht dann hauptsächlich nur aus der als Chorion bezeichneten und allein aus Follikelepithel gebildeten Hülle.

5. Der Kern zeichnet sich ausser seiner Grösse besonders durch die zahlreich auftretenden kleineren Nebenkeimflecke aus.

Es geht aus den dargestellten Verhältnissen hervor, dass das Echidnaci in vielen Beziehungen dem Eitypus

der Sauropsiden sich nähert. Ich kann mich daher den Ansichten Mr. Poulstens vollständig anschliessen, insofern man hier eine inaequale Dotterfurchung erwarten darf. Nach den bisherigen Untersuchungen scheint es wohl nicht zu gewagt zu sagen, dass unter allen bekannten Säugethierformen die Monotremen die grössten Eier besitzen.

Die vorliegende Untersuchung habe ich theils im zootomischen Institut zu Christiania, hauptsächlich aber im anatomischen Institut zu Jena unter Leitung von Herrn Prof. Dr. O. Hertwig ausgeführt, welchem letzteren ich hiermit meinen besten Dank ausspreche.

Jena, im Juli 1885.

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch die Zona parenchymatosa des Eierstocks, das Keimepithel (*k.e*) und die Primärfollikel (*P.f*) zeigend. Gezeichnet mit cam. luc. obj. *AA*, oc. 2, Zeiss.

Fig. 2. Einzelner Primärfollikel mit der bindegewebigen Follikelwand (*f.w*), Follikelepithel (*f.e*). Der Kern (*k*) liegt excentrisch der Peripherie sehr nahe; das Eiprotoplasma granulirt. Gezeichnet mit cam. luc. obj. *DD*, oc. 2, Zeiss.

Fig. 3. Ein 0.273 mm grosses Ei. *f.e*. Follikelepithel, *z.p*. Zona pellucida, *D*. der Dotterkugelkranz. Nach innen und aussen vor den Dotterkugeln sieht man das körnige Eiprotoplasma. Gezeichnet mit cam. luc. obj. *C*, oc. 2, Zeiss.

Fig. 4. Ein 0.45 mm grosses Ei. *f.e*. das Follikelepithel, *z.p* die Zona pellucida, *L*. eine glashelle Membran, die als eine äussere Schicht des Eiprotoplasmas aufzufassen ist. *D*. die hellen Dotterkugeln, *Pn*. die äussere granulirte Schicht des Protoplasma, die aus granulirten Kügelchen besteht und sich stärker färbt als das übrige Protoplasma. *k*. der Kern mit einem grossen Kernkörperchen und mehreren kleinen. — Gezeichnet mit cam. luc. Obj. *C*. oc. 2, Zeiss.

Fig. 5. Die Eihüllen und die äusserste Protoplasmaschicht eines ungefähr 0.70 mm grossen Eies (Picrocarminfärbung). — *f.e*. Follikelepithel, *Z.p*. Zona pellucida, *L*. glashelle Membran der äusseren

Protoplasmaschicht (*P*), *D.* helle Dotterkugeln. Gezeichnet mit cam. luc. Obj. *DD.* Oc. 2, Zeiss.

Fig. 6. Segment (Kernpol) eines  $2\frac{1}{2}$  mm grossen Eies. Halbschematisch gezeichnet. *F.W.* Follikelwand<sup>1)</sup>, *F.E.* Follikelepithel, *P.* Protoplasma, *D.* Dotterkugel, *k.* Kern, *pk.* der halbmondförmige, körnig-kugelige Theil des Protoplasma, der den Kern umgiebt.

Fig. 7. Der Kern eines  $2\frac{1}{2}$  mm grossen Eies, in Boraxcarmin gefärbt. Man bemerkt das grosse Kernkörperchen und die zahlreichen kleinen Nebenkeimflecken, die sich nicht so stark färben wie das grosse primäre.

## Über das Zustandekommen der sogenannten Eiweissreactionen.

Von

C. Fr. W. Krukenberg.

Die Eiweissnachweise scheiden sich naturgemäss in zwei Gruppen: in die Farbenreactionen und in die Fällungsnachweise. Letztere Kategorie zerfällt in zwei Unterabtheilungen: in die directen Fällungsmethoden, bei denen die Eiweisskörper als solche niedergeschlagen werden, und in die indirecten Fällungsmethoden (sog. Alkaloidreactionen), bei welchen eine schwer lösliche Verbindung geschaffen wird. Obschon die sog. indirecten Fällungen wegen des zusammengesetzteren Molecüls der dabei entstehenden Verbindung, theoretisch betrachtet, die empfindlichsten Nachweise abgeben müssen, so sind in letzterer Zeit doch die directen Niederschlagsmethoden die bevorzugteren geworden; denn diese bieten unter anderen Vortheilen vornehmlich den, bei Ausführung an den Lösungen verschiedener Albuminstoffe direct vergleichbar zu sein, während die indirecten Fällungsmethoden und ebenso die Farbenreactionen keinen Vergleich in der angegebenen Richtung ohne Weiteres gestatten. Das Zustandekommen der Farbenreactionen hängt ab von der Anwesenheit bestimmter Atomcomplexe, deren Existenz zwar bei jedem echten Eiweissstoffe gewahrt zu sein scheint, bei deren Ausfall der Kern der Verbindung jedoch keineswegs verändert zu sein braucht. Dass nicht auch bei vielen in-

<sup>1)</sup> Diese enthält mehrere Kerne, die hier nicht gezeichnet sind.

directen Fällungsmethoden die Existenz bestimmter Seitenketten wesentlich in Betracht kommt, wird erst noch zu beweisen sein.

Abgesehen von ihrer zweifelhaften practischen Bedeutung wird den sog. Eiweissreactionen jeder wissenschaftliche Werth so lange abgesprochen werden müssen, bis klargestellt ist, welche Atomgruppen für ihr Zustandekommen unbedingt erforderlich sind und durch sie indicirt werden. Zur Entscheidung dieser Fragen erschien mir die Untersuchung besonders solcher Substanzen dringend geboten, welche von den echten Eiweissstoffen in ihren Zersetzungsproducten oder in ihrer elementaren Zusammensetzung mehr oder weniger erheblich abweichen, mehrere Reactionen jedoch mit ihnen theilen. Stoffe dieser Art sind die Albuminoide und die Glieder der von mir jüngst<sup>1)</sup> abgegrenzten Gruppe der Skeletine. Die Repräsentanten beider Classen zeichnen sich nun leider aber durch eine Unlöslichkeit für Wasser aus, und vielen derselben ist auch eine grosse Resistenz gegenüber den proteolytischen Enzymen eigen so dass nur die Farbenreactionen der Eiweisskörper zu einer vergleichenden Prüfung im angegebenen Sinne Verwendung finden konnten. Hier zeigte sich nun aber auf's Schlagendste, dass die einzelnen Farbenreactionen der Eiweisskörper völlig inadäquaten Natur und schliesslich auch wohl wenig belangreich sind für der Nachweis einer Constanz des Kernes im Eiweissmolecül, indem sie meist nur Annexe, d. h. dem Stammkern angelagerte Atomgruppen betreffen, und deshalb das Eintreten der einen Reaction keineswegs das Fehlschlagen einer anderen von vornherein ausschliesst.

Die Erfahrungen über das Eintreten der **Millon'schen Reaction** scheinen mir den Schluss zu gestatten, dass dieselbe an einen Atomcomplex gebunden ist, der direct oder indirect als Tyrosin abgespalten werden kann. Entgegen dem Bedenken *Drechsel's*<sup>2)</sup>, das von *Erlenmeyer* und *Schöffner*<sup>3)</sup> beim Kochen von Elastin mit verdünnter Schwefelsäure erhaltene Tyrosin möge nicht dem Elastin, sondern einer Beimengung entstammen, muss ich darauf hinweisen, dass bisher noch alle Untersucher (so auch *W. Müller*) Tyrosin als Zersetzungsproduct des Elastins beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure haben auftreten sehen, und

1) Grundzüge einer vgl. Physiologie der thierischen Gerüstsubstanzen. Heidelberg. 1885. S. 195 u. 215.

2) *Drechsel*, Chemie der Absonderungen und Gewebe. *Hermann's* Handbuch der Physiologie. Bd. 5. Th. 1. S. 603.

3) *Erlenmeyer* und *A. Schöffner*, Journ. f. pract. Chemie. Bd. 80. 1860. S. 357—359.

dass ich diese Angaben an möglichst rein erhaltenem Materiale aus dem Nackenbande vom Ochsen nur bestätigt fand. Ist Elastin, welches die *Millon'sche* Reaction giebt, thatsächlich frei von Schwefel, so kann die Tyrosinbildung nicht unabänderlich an die Gegenwart einer schwefelhaltigen Gruppe im Molecül geknüpft sein. Übrigens denken wir uns die Verhältnisse nicht so wie *Liebig*, der die Eiweisskörper und gewisse Albuminoide als gepaarte Verbindungen betrachtete, welche als Paarlinge unter anderm auch Tyrosin enthalten, sondern wir lassen als Paarling derselben nur eine oder mehrere Tyrosin bildende Gruppen zu.

Diesem Verhalten entsprechend, charakterisirt die *Millon'sche* Reaction die Tyrosin liefernden Eiweissstoffe, Albuminate, Proteide, Albuminoide (Keratin, Elastoidin<sup>1</sup>), Elastin) und Skeletine (Fibroin), während sämtliche Glieder dieser Classen, welche weder bei den Fäulnissvorgängen noch beim Kochen mit verdünnten Säuren Tyrosin als Zersetzungsproduct liefern (Collagen; Conchiolin, Spongin, Chitin), die *Millon'sche* Reaction nicht zeigen. Gegenwärtig hat diese Regel nur noch eine einzige Ausnahme zuzulassen: Cornein<sup>2</sup>) nämlich, welches mit verdünnten Säuren und siedendem Wasser, stundenlang mit siedender concentrirter Kalilauge behandelt und tagelang der abwechselnden Einwirkung von kräftiger Pepsinsalzsäure und alkalischer Trypsinlösung bei 38° C. ausgesetzt gewesen ist, giebt stets noch die *Millon'sche* Reaction, und so sehr man auch geneigt sein könnte, in den bei der Reaction sich ganz circumscripirt stärker röthenden Stellen der Corneinstückchen den Beweis für eine eiweissartige Beimengung des Corneins zu sehen, so lehrt doch die genaue mikroskopische Untersuchung, dass jene intensiver gefärbten Partien nur derbere und fester struirte, demnach auch corneinreichere sind als diejenigen, welche sich beim Kochen mit *Millon's* Reagens weit schwächer röthen. Aus Cornein ist bekanntlich aber kein Tyrosin zu erhalten gewesen; beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure zerfällt es in Leucin und Cornikrystallin. Zwei Möglichkeiten sind hier indess noch immer zuzulassen: 1) liefert das Cornein vielleicht doch Tyrosin, denn so sicher scheint mir durch die bisher aus-

1) Vergl. *Krukenberg*, Über die chem. Beschaffenheit der sog. Hornfäden von *Mustelus* und über die Zusammensetzung der keratinösen Hüllen um den Eiern von *Scyllium stellare*. Mitth. a. d. zool. Station zu Neapel. Bd. 6. 1885. S. 286—296.

2) Vergl. *Krukenberg*, Ber. d. d. chem. Gesellsch. Bd. 17. 1884. S. 1843.



geführten Untersuchungen dessen Abwesenheit unter den Spaltungsproducten noch keineswegs verbürgt zu sein, und 2) könnte ja das unentzifferte Cornikrystallin eine complicirter zusammengesetzte Vorstufe des Tyrosin sein.

Hand in Hand gehend mit einem stärkeren oder schwächeren Ausfall sämmtlicher übrigen Eiweissreactionen, bietet die *Millon'sche* Probe quantitative Unterschiede nur bei den Hyalogenen (*Spirographin* und sog. *Hyalin* der *Echinococcus*blasen) dar; diese liegen darin begründet, dass die Hyalogene in den Geweben weitere Veränderungen durchmachten, ihren Eiweisscharakter dabei mehr und mehr einbüssten, um schliesslich vielleicht in echte *Hyaline* oder *Hyalinverbindungen* überzugehen.<sup>1)</sup>

1) Wäre von mir („Die *Hyaline*“, Würzburg 1883.) am *Spirographin* auch nicht der specielle Nachweis erbracht, dass die Hyalogene sich bei den einzelnen Proben gleich den Eiweisskörpern verhalten, ohne einen eiweissartigen Rest zu hinterlassen, in *Hyaline* übergegangen, dagegen auf die einzelnen Eiweissproben nicht mehr reagiren, so würden die quantitativen Schwankungen im Ausfall der Albuminreactionen an verschiedenen alten *Echinococcus*blasen allein schon darauf hinweisen, dass es sich bei diesem Hyalogene ebensowenig wie beim *Spirographin* um ein Proteid handelt. Wiederholt sah ich die Eiweissreactionen an *Echinococcus*blasen ausnehmend schwach ausfallen, aber auch alsdann nicht nach tagelanger Pepsineinwirkung (wodurch albuminöse Beimengungen doch so leicht den unverdaulichen Hyalogenen zu entziehen sind) verschwinden. Trotz des schwachen Ausfalls der Eiweissreactionen hatte das Hyalogen in diesen Fällen seine Unlöslichkeit für Wasser beibehalten, was beweist, dass sein unterschiedliches Verhalten von den Hyalinen nicht in der Verbindung mit einem eiweissartigen Paarlinge, von dem hier doch so gut wie nichts vorhanden war, begründet liegt. Dass, wie *Hammarsten* (*Pflüger's Archiv*. Bd. 36. 1885. S. 449) anzunehmen geneigt ist, Proteide, als deren einer Paarling ein Hyalogen resp. *Hyalin*, als deren anderer ein Albuminkörper fungirt, vorkommen können, habe ich niemals in Abrede gestellt, sondern bei Besprechung des sog. *Collagens* (*Chondrin* und *Chondroitinsäure*. Sep.-Abdr. a. d. Sitzungs-b. d. Würzburger physik.-med. Gesellschaft. 1884. S. 4.) selbst hervorgehoben; wichtig ist für mich jedoch, dass Hyalogene reiner Form, wie solche im *Spirographin* und im sog. *Hyalin* der *Echinococcus*blasen vorliegen, nicht proteider Natur sind. Dass deren Unlöslichkeit für Wasser auch nicht auf einer Doppelverbindung mit Mineralbestandtheilen beruht, wie *Schmiedeberg* (*Mittheil. a. d. zoolog. Station zu Neapel*. Bd. 3. 1882. S. 387) für's *Onuphin* entwickelte, hätten schon *Lücke's* Analysen (*Virchow's Archiv* Bd. 19. 1860. S. 189) alter *Echinococcus*blasen lehren können, denen gemäss diese nur  $0,29 \frac{0}{0}$  anorganische Stoffe enthalten. Die Unhaltbarkeit von *Schmiedeberg's* sowie von

Einen beschränkteren Verbreitungskreis als die *Millon'sche* Probe besitzt die **Adamkiewicz'sche Reaction** sowie die **Kochprobe mit Salzsäure**. Eine allgemeinere Regel für das Eintreten und Nichteintreten beider Reactionen lässt sich zur Zeit noch nicht aufstellen. Gewisse Wasser abspaltende Processe, welche die Eiweisskörper in Elastine oder in Keratine verwandeln, rauben jenen die Fähigkeit, auf beide Proben zu reagiren oder setzen ihre Reactionsfähigkeit wenigstens sehr herab. Beide Reactionen können unter Umständen quantitativ sehr verschieden ausfallen, und zwar an Präparaten, die durch Eiweissstoffe in keiner Weise verunreinigt sind; diese Erscheinungen beruhen einerseits darauf, dass unter der Bezeichnung Elastin, Keratin und Collagen Substanzen verschiedener Entwicklungsphasen einbegriffen werden müssen, dass altes Elastin oder altes Collagen nicht das nämliche ist als frisch angebildetes; andererseits finden derartige Differenzen aber auch darin ihre Erklärung, dass von den chromophoren Gruppen, von welchen die echten Eiweissstoffe eine grössere Anzahl in ihrem Riesenmolecül enthalten, in den betreffenden Eiweissderivaten vielleicht nur noch zwei oder gar nur noch eine sich erhalten hat. So erklärt es sich, wenn Keratin beim Kochen mit concentrirter, roher Salzsäure in dem einen Falle eine schwach violettrothe Färbung der Säure ertheilt, in einem anderen dagegen diese Farbenreaction ausbleibt, oder wenn Fibroïn und Keratin bei Anstellung der *Adamkiewicz'schen* Probe nur zu Beginn des Kochens eine leichte Violettfärbung erkennen lassen, indem die Flüssigkeiten bei fortgesetztem Sieden ihre Farbe nicht in Purpurroth, sondern in ein unansehnliches Braungelb verändern. Sowohl bei der Koch-

---

*Landwehr's* ursprünglicher, bereits von *Giacosa* (*Zeitschr. f. physiol. Chem.* Bd. 7. 1882. S. 52) angegriffener Auffassung, dass die Hyalogene nur Gemische von Eiweisskörpern und Hyalinen resp. reinen Kohlehydraten seien, würde schon ein einfacher Lösungsversuch an der unveränderten Substanz darzuthun geeignet gewesen sein, und nicht weniger unzutreffend erweist sich in ihrer Allgemeinheit die zuerst von *Giacosa* geäusserte, später auch von *Landwehr* (*Zeitschr. f. physiolog. Chemie.* Bd. 9. 1885. S. 366) und für das Glykoproteïd auch von *Hammarsten* vertretene Ansicht, dass es sich bei den Hyalogenen resp. Hyalinen um die chemische Verbindung von einem Kohlehydrate mit einer Globulinsubstanz handle. Wenn so einfach die Dinge lägen, wie würden dann die doch auch von *Hammarsten* (a. a. O., S. 397 und 398) erkannten intermediären stickstoffhaltigen Producte, welche mir keine Eiweissreactionen zeigten, überhaupt nur entstehen können!

probe mit Salzsäure wie auch bei der *Adamkiewicz*'schen Reaction kommt viel auf die Ausführung selbst an; ersteren Nachweis führe ich stets mit concentrirter, roher Salzsäure aus und setze das Kochen mit der zu prüfenden Substanz 5 Minuten lang über freier Flamme fort, die Eiweissprobe nach *Adamkiewicz* stelle ich schon seit Jahren ähnlich wie *Hammarsten*<sup>1)</sup> an. Die im Folgenden mitgetheilten Resultate sind unter genauer Beachtung dieser Vorschriften gewonnen, und speciell diejenigen, welche auf der *Adamkiewicz*'schen Reaction basiren, unter strenger Einhaltung der *Hammarsten*'schen Modification. Übrigens sind die aus den eiweissartigen Materien entstehenden farbigen Producte weder beim Verfahren nach *Adamkiewicz*, noch beim Kochen mit Salzsäure<sup>2)</sup> allemal die nämlichen. Betreffs letzterer Reaction habe ich in einer anderen Abhandlung<sup>3)</sup> einige Beispiele angeführt, und was die bei der *Adamkiewicz*'schen Probe auftretenden violetten resp. purpurnen Farbentöne anbelangt, so sei nur darauf hingewiesen, dass die beiden Absorptionsstreifen, welche das Spectrum der Flüssigkeit nach einiger Zeit darbietet, nicht in allen Proben gleich orientirt sind; bei Beginn der Reaction zeigt sich ein breites Band zwischen D und E, dem sich bald ein zweiter, nach ca. 24 Stunden zu gleicher Ausdehnung angewachsener Streifen etwa zwischen b und F hinzugesellt, welcher von *Adamkiewicz*<sup>4)</sup> allein gesehen wurde.

Sämmtliche Eiweissstoffe, die Albuminate (mit Einschluss der echten Albumosen und der echten Peptone) und gewiss auch alle Proteide<sup>5)</sup> zeigen die *Adamkiewicz*'sche Reaction ausgesprochen scharf; Andeutungen derselben findet man fernerhin bei Keratinen (z. B. aus Kuhhorn dargestellt) und beim Fibroïn, während Conchiolin, Corneïn, Spongïn, Elastoidin, die reinen Collagene mit ihren Spaltungsproducten (den sog. Leimpeptonen) und die Elastine sich und die Flüssigkeit dabei nur gelb oder braungelb färben. Einen

1) *O. Hammarsten*, Arch. f. d. gesammte Physiol. Bd. 36. 1885. S. 389. Anm. 1.

2) Das Spectrum der Reaction ist dargestellt und näher beschrieben in meinem Aufsatze „Zur Charakteristik einiger physiologisch und klinisch wichtigeren Farbenreactionen“. Würzburg. 1884.

3) *Krukenberg*, Fortgesetzte Untersuchungen über die Skeletine. Zeitschrift für Biologie. 1885.

4) *A. Adamkiewicz*, Arch. f. exp. Pathologie und Pharmak. Bd. 3. 1875. S. 419.

5) Caseïn giebt die Reaction gut.

leichter rosa Anflug nimmt beim Kochen mit Eisessig und Schwefelsäure auch das Chitin an, bevor es sich löst.

Die Salzsäurereaction gelingt an einigen Substanzen, an welchen der Nachweis von *Adamkiewicz* versagt oder wenigstens unzuverlässig bleibt. So nimmt concentrirte, rohe Salzsäure beim Kochen und Eindampfen (am besten auf dem Wasserbade) mit Fibroïn eine prachtvoll blauviolette Färbung an, und auch am Elastin (aus dem Nackenbande vom Ochsen) wie am Elastoïdin stellt sich eine Violett- oder Purpurfärbung mit voller Deutlichkeit ein, wenn schon dieselbe bei den letzten beiden Substanzen länger auf sich warten lässt; unsicher bleibt das Resultat bei den Keratinen. Zugleich färben sämmtliche Stoffe, welche die *Adamkiewicz*'sche Reaction geben, auch die siedende Salzsäure in der für die Eiweisskörper charakteristischen Weise. Beim Erhitzen mit Corneïn, Conchiolin, Spongin oder Chitin nimmt concentrirte, rohe Salzsäure nur eine gelbe, später eine bräunliche Farbe an, obschon, wie wir sahen, das Corneïn durch *Millon's* Reagens bei Siedetemperatur geröthet wird.

Die **Xanthoproteinreaction** erstreckt sich ausser auf die Eiweissstoffe, die Albuminate, Proteide und Albuminoïde auf das Fibroïn und Corneïn unter den Skeletinen, während die gelben oder bräunlich gelben Salpetersäurelösungen von Spongin wie Conchiolin nach dem Ammoniakzusatze gelb bleiben, niemals sich auch nur in's Bräunliche verfärben. Beim Lösen von Corneïn in concentrirter Salpetersäure ist die starke Entwicklung von Stickstoffdioxyd bemerkenswerth.

Der Ausfall der **Biuretprobe** ist bei den einzelnen, in Betracht kommenden Stoffen insofern Wechsell unterworfen, als es zum Entstehen der Purpurfärbung bald eines stärkern Erhitzens der zu prüfenden Substanz (Harnstoff) oder eines längern Erwärmens mit der Lauge (Conchiolin) bedarf, bald dagegen ein einmaliges Aufkochen der fertig gestellten Probe (Albuminstoffe) oder allein schon ein Mischen mit der Lauge und dem Kupfersulfat bei gewöhnlicher Temperatur (Albumosen und Peptone) zur Hervorrufung der Färbung ausreicht. Diese Differenzen beweisen, dass die sich durch Kupfervitriol bei alkalischer Reaction röthenden löslichen Producte nur in den Albumosen und Peptonen als solche vorgebildet sind, aus den Eiweisskörpern im engeren Sinne, den Albuminoïden und Skeletinen dagegen erst unter der Einwirkung der Lauge mehr oder weniger leicht hervorgehen. Die Skeletine bieten in dieser Beziehung eine vollständige Skala dar,

indem die zum Eintreten der Biuretprobe erforderliche Transformation beim Fibroïn schon in der Kälte rasch erfolgt, schwieriger beim Spongin und erst nach anhaltendem Kochen oder erst bei Anwendung einer concentrirteren Lauge auch das Conchiolin wie Corneïn ergreift. Reines Chitin geht nach stundenlangem Kochen mit verdünnter Natronlauge niemals Zersetzungen ein, welche zu Producten führen, die sich mit Kupfervitriol röthen; eher entstehen bei dieser Operation Körper, welche auf die Kupferverbindung beim Kochen reducirend wirken.

Ganz abgesehen vom Verhalten des eigentlichen Biurets (als Zersetzungsproduct des Harnstoffs) bei der Probe, zeigt der positive Ausfall derselben am Conchiolin wie am Spongin, dass dieser unabhängig ist von der Gegenwart echter Albumosen und echter Peptone; denn die löslichen Producte, welche jene beiden Skeletine bei den verschiedenartigsten Umsetzungen liefern, reagiren weder auf die Xanthoprotein- noch auf die *Millon'sche* Probe und können deshalb unmöglich den echten Albumosen oder Peptonen zugezählt werden; ebenso verhält es sich mit dem Collagen, dessen albumose- und peptonartigen Zersetzungsproducte, *Hofmeister's* Semiglutin und Hemicollin, zwar durch Natronlauge und Kupfersulfat purpurn gefärbt werden, sich aber beim Kochen mit *Millon's* Reagens nicht röthen. Die gegentheilige Angabe von *Hofmeister* <sup>1)</sup>, dergemäss Semiglutin durch *Millon's* Reagens schwach rosa gefärbt wird, hat ihren Grund in einer Verunreinigung seines Präparates durch echte Albumosen oder durch echte Peptone.

*Nencki's* Untersuchungen <sup>2)</sup> ergaben für das Glutin, *Waelchli's* Untersuchungen <sup>3)</sup> für das Elastin, dass aus diesen Stoffen bei der Fäulniss weder Indol noch Phenol gebildet wird. Stillschweigend scheint von diesen Autoren angenommen zu werden, dass, hinsichtlich der **Indolabspaltung**, Schmelzen mit Ätzkali dem Fäulnissvorgange gleichzustellen ist, und dass einer Indolbildung nur diejenigen albuminoiden Körper fähig sind, welche bei der Fäulniss oder beim Kochen mit verdünnten Säuren neben Leucin auch Tyrosin und von flüchtigen Fettsäuren vorwiegend Buttersäure

1) *Hofmeister*, Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. 2. 1878. S. 306.

2) *Nencki*, Über die Zersetzung der Gelatine und des Eiweisses bei der Fäulniss mit Pankreas. Bern. 1876.

3) *G. Waelchli*, Journ. f. pract. Chemie. N. F. Bd. 17. 1878. S. 71.

neben Valeriansäure, nicht fast nur Essigsäure bilden. Nach meinen Erfahrungen bestehen indess bezüglich der Indolbildung zwischen den Producten, welche durch schmelzendes Kali erhalten werden, und denen, welche Kochen mit verdünnten Säuren oder Fäulnisprocesse entstehen lassen, erhebliche Abweichungen, und ich stehe nicht an, die Zersetzung durch Fäulnis und die Zersetzung durch Schmelzen mit Kali als zwei ganz inadäquate Procedures zu betrachten. Speciell die Skeletine (gleichgültig, ob sie beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure neben Leucin nur Glykocoll oder auch Tyrosin geben) liefern in's Gesammt, mit Kali geschmolzen, unzweifelhaft Indol, d. h. wenn wir unter dieser Bezeichnung die chemisch gewiss nahe verwandten Stoffe verstehen, welche durch den penetranten, sog. Indolgeruch, durch das Auftreten einer kirschrothen Färbung auf Zusatz von salpetriger Salpetersäure oder beim Einlegen eines mit Salzsäure getränkten Fichtenspahns charakterisirt sind. Nach subtilster Reinigung, nach stunden- (Cornein, Conchiolin) oder tagelang (Chitin) unterhaltenem Auskochen mit mehrfach erneuerten Portionen concentrirter Kalilauge und 20stündigem Erhitzen mit Wasser auf 170–200° C. im zugeschmolzenen Glasrohre (Cornein, Conchiolin, Fibroin), Chitin selbst nach dem Fällen der salzsauren Lösung durch Wasserzusatze, lieferten diese Stoffe mit Kali geschmolzen regelmässig ein stark indolhaltiges Destillat; die Mittheilungen, in denen nur eines spurenweisen Auftretens von Indol unter den Zersetzungsproducten der Skeletine durch schmelzendes Kali gedacht wird, beruhen durchgängig auf einer nicht lange genug unterhaltenen Destillation und auf einem Zurückbleiben des Indols in der Schmelze. Besonders für's Chitin ist mir dieser Befund lange Zeit sehr zweifelhaft gewesen und wurde von mir auch früher<sup>1)</sup> auf Beimengungen bezogen. Wiederholungen meiner bereits 1881 angestellten Versuche bestätigten indess die Constanz der Indolbildung, und die Reinigungsweise des dazu verwendeten Chitins verbürgt mir jetzt, dass sich aus diesem ebenso wie aus den übrigen Skeletinen beim Schmelzen mit Kali regelmässig Indol abspaltet. Beim Schmelzen von Aetzkali mit Chitin constatirte *Ledderhose*<sup>2)</sup> unter den Zersetzungsproducten nur die Anwesenheit von Essigsäure und Butter-

1) *Krukenberg*, Vgl.-physiologische Studien. II. Reihe. I. Abth. Heidelberg. 1882. S. 60.

2) *Ledderhose*, Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. 2. 1878. S. 218.

säure, *Sundwik*<sup>1)</sup> fügte beiden Säuren noch die Oxalsäure hinzu, auf Indol scheinen aber auch diese beiden Untersucher nicht geprüft zu haben. Völlig unverständlich würde es sein, wenn bei diesem Sachverhalte durch die Einwirkung schmelzenden Kalis weder aus Elastin, noch aus Collagen Indol zu gewinnen wäre. Mag es nun theilweise auch darauf beruhen, dass zum Eintreten der einen oder anderen Eiweissreaction ein Schwefelgehalt der Substanz unerlässlich, für die Bildung des Indols aber nicht erforderlich ist, oder auch darin seinen Grund haben, dass die Indolnachweise weit empfindlicher als manche Eiweissproben sind, so steht doch so viel fest, dass kein einziger der in Anwendung gebrachten Eiweissnachweise den Verbreitungskreis aufzuweisen hat, welcher den durch die Indolabspaltung ermöglichten Reactionen zukommt. Selbst die Xanthoproteinreaction, welche, wie wir sahen, am Conchiolin, Spongin und Chitin ausbleibt, steht dem Indolbildungsvermögen in ihrer allgemeinen Verbreitung nach.

Unlösliche eiweissartige Gewebsbestandtheile können durch immerhin geringfügige Eingriffe (z. B. durch schwache electriche Reize) hyalinisiren, d. h. für Wasser und für die Gewebssäfte löslich werden; in der Chondroitinsäure kennen wir eine Substanz, die durch kurze Aufbewahrung im lufttrockenen Zustande ihre Fällbarkeit durch Essigsäure, die für das frische Präparat eine quantitative ist, vollkommen einbüsst, und zahlreiche Albumin- und Nichtalbuminstoffe verlieren bekanntlich durch ein längeres Verweilen in fester Form ihre Löslichkeit; doch nur eine Substanz ist bislang bekannt geworden, welche in fester Secretform abgeschieden (also den Lebensinflüssen entzogen) einer weitem, uns noch ganz räthselhaften Metamorphose unterliegt, in Folge deren sie ihr Vermögen, durch Pepsinsalzsäure verdaubar zu sein, verlustig geht und in einen völlig unverdaulichen Körper umgewandelt wird. Dieses ist die keratinogene Materie, deren Transformation von mir am Schalenkeratin der Selachiereier verfolgt wurde und welche, in ihrer Vollständigkeit zwar noch ganz vereinzelt dastehende Beobachtung Angaben anderer Forscher jedoch auf die Gesamtzahl der Keratine zu verallgemeinern gestatten.

Ohne einen Zusammenhang zwischen dem Unverdaulichwerden des Schalenkeratins für Pepsinsalzsäure und seiner Zersetzungsweise durch verdünnte Schwefelsäure zu ahnen, hatte ich schon

1) *Sundwik*, *ibid.* Bd. 5. 1881. S. 388.

vor mehreren Jahren gefunden<sup>1)</sup>, dass die unverdaulich gewordenen Schalen der bereits abgelegten Selachiereier nicht, wie die peptisch verdaubaren Hüllen der intrauterinen Eier, mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, reichlich Leucin neben Spuren von Tyrosin, sondern umgekehrt viel Tyrosin und nur wenig Leucin liefern, sich demnach wie veritabeles Keratin verhalten. Diese Beobachtung veranlasste mich, das **Verhalten** der einzelnen Albuminoide und Skeletine **zu den proteolytischen Enzymen**, mit specieller Rücksicht auf ihre Zersetzungsproducte noch einmal näher zu studiren. Die Untersuchungen haben jedoch nicht den gewünschten Erfolg gehabt; es ergab sich nämlich, dass unter den völlig unverdaulichen Skeletinen sich sowohl solche finden, welche (wie Spongin und Conchiolin) durch siedende Schwefelsäure zersetzt, keine nachweisbare Mengen von Tyrosin liefern, sondern hauptsächlich nur Leucin oder Glycin, als auch solche (Fibroin), bei welchen Tyrosin neben Leucin reichlich unter den Spaltungsproducten erscheint. In beiden Classen der unverdaulichen Skeletine und Albuminoide finden sich ferner auch Repräsentanten, welche durch überhitztes Wasser vollständig (Spongin) oder bis auf höchst geringe Reste (Keratine) gelöst werden, und mit alleiniger Ausnahme des Chitins sind schliesslich auch Albuminoide wie Skeletine einer Albumosen- und Peptonbildung fähig, wenschon es bei einigen derselben aus selbstverständlichen Gründen nur zur Entstehung von sog. Leimpeptonen kommen kann.

Liegt der Grund für das Unverdaulichwerden von Substanzen auch nicht so offen zu Tage, als es anfangs scheinen konnte, so wird doch noch immer dabei an chemische Veränderungen im Molecül gedacht werden müssen, denn dass rein texturelle Verdichtungen daran die Schuld tragen, wie von einigen Pathologen angenommen ist<sup>2)</sup>, wird kaum denkbar sein; jedenfalls sind es aber wenig in die Augen springende chemische Wechsel, welche aus einem verdaulichen Körper einen unverdaulichen werden lassen, und auch die Frage verdient wohl eingehender discutirt zu werden, ob enzymatisch schwer angreifbare, lebende Gewebe nicht gerade durch Prozesse entgegengesetzter Art in leichter verdauliche todte verwandelt werden.

1) *Krukenberg*, Vgl.-physiolog. Studien. II. Reihe. I. Abtheil. 1882. S. 64.

2) Vgl. z. B. *v. Recklinghausen*, Handbuch der allg. Pathologie des Kreislaufs und der Ernährung. Stuttgart. 1883. S. 372 ff.



## Die Beziehungen der Eiweissstoffe zu den albuminöiden Substanzen und den Kohlehydraten.

Von

C. Fr. W. Krukenberg.

(Mit einer Tafel.)

In seiner wichtigen Abhandlung über das Mucin und mucin-ähnliche Substanzen <sup>1)</sup> sagt Hammarsten (S. 449): „Ich halte die Entstehung von Kohlehydraten aus genuinen Eiweissstoffen im gewöhnlichen Sinne für wenig wahrscheinlich und betrachte als Muttersubstanzen der abgespaltenen Kohlehydrate zusammengesetztere Stoffe, Proteïde“. Aus dieser Bemerkung ersehe ich, dass meine jetzigen Anschauungen über die Eiweisskörper von denjenigen Hammarsten's erheblich abweichen, und ich benutze diese Gelegenheit um so lieber dazu, meine diesbezüglichen Ansichten und die dieselben stützenden Untersuchungen hier mitzutheilen, als sich zeigt, dass eine Reihe von Forschern sich jetzt immer mehr den Anschauungen zuwendet, welche ich bereits 1883 <sup>2)</sup> ausgesprochen und an einem, zwar etwas abliegenden Objecte begründet zu haben glaube.

Ich habe schon früher <sup>3)</sup> in kurzen Sätzen die Gründe geltend gemacht, welche auf's Bestimmteste gegen die Auffassung der sog. Mucine wie der Hyalogene sowohl als einfache Gemische von Eiweissstoffen und Kohlehydraten wie auch als Doppelverbindungen von Hyalinen mit anorganischen Salzen oder von Eiweisskörpern mit reinen Kohlehydraten sprechen, kann mir aber nicht versagen, nochmals auf eine Inconsequenz Hammarsten's aufmerksam zu machen. Auf S. 398 seiner oben citirten Ahhandlung theilt Hammarsten uns mit, dass ein Theil des Stickstoffs durch Alkali-

<sup>1)</sup> O. Hammarsten, Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 36. 1885. S. 373—456.

<sup>2)</sup> Krukenberg, Über die Hyaline. Würzburg. 1883.

<sup>3)</sup> Krukenberg, Über das Zustandekommen der sog. Eiweissreactionen. Sitzungsber. d. Jenaischen Gesellsch. f. Medic. u. Naturwiss. 1885. II.

einwirkung aus Mucin abgespalten werde, und dass bei Einwirkung von starker Alkalilauge diese Stickstoffabgabe so reichlich erfolge, dass die Probe recht stark nach Ammoniak rieche. Seine schönen Resultate ganz vergessend, bedauert er dagegen in einer besonderen Nachschrift, dass er Landwehr's neuere Meinung<sup>1)</sup>, dergemäss das sog. Mucin eine „chemische Verbindung von einem reinen Kohlehydrate mit einer Globulinsubstanz“ ist, im Texte seiner Abhandlung nicht mehr berücksichtigen konnte, da nunmehr zwischen ihm und Landwehr die „allerbeste Übereinstimmung in den Ansichten herrsche“. Ich kann dazu nur bemerken, dass, wenn die Mucine nichts Anderes als eine chemische Verbindung von einem reinen Kohlehydrate mit einer Globulinsubstanz vorstellen würden, das Auftreten der doch auch von Hammarsten erkannten, von ihm aber nicht frei von Eiweissresten erhaltenen, intermediären, stickstoffhaltigen, den Hyalinen (Onuphin, Spirographidin) in ihren chemischen Eigenschaften durchaus entsprechenden Spaltungsprodukte, welche mir keine Eiweissreactionen zeigten, ganz unmöglich wäre. Die experimentellen Ergebnisse lassen demnach in den sog. Mucinen nur die Existenz einer kohlehydratliefernden, nicht einer Kohlehydrat-Gruppe selbst zu, obschon, vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, von beiden Möglichkeiten keine als die bevorzugtere erscheinen würde. Die Angaben von Landwehr, welche dafür zu sprechen schienen, dass die Mucine chemische Verbindungen seines thierischen Gummis mit einer Globulinsubstanz seien, beziehen sich sämmtlich auf Producte, die erst durch tiefgreifende Zersetzungen erhalten werden konnten und gerade in Betreff des Stickstoffgehaltes von Landwehr nicht sorgsam genug untersucht sind. Man vermisst in Landwehr's zahlreichen Abhandlungen zu sehr die bindenden, analytischen Beweise für das absolute Fehlen des Stickstoffs in seinem, aus den verschiedensten Organen und thierischen Fluidis gewonnenen, sog. thierischen Gummi (sein Achrooglykogen enthielt noch 0.4 % Schwefel und 8.7 % Stickstoff) und beim Knorpel, aus welchem er dasselbe gleichfalls erhalten haben will<sup>2)</sup>, wird es zweifellos erst aus der Chondroitinsäure künstlich abgespalten sein. Vor allen Landwehr's unzutreffende Angaben für das Knorpelgewebe, welche

<sup>1)</sup> Landwehr, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 9. 1885. S. 366.

<sup>2)</sup> Landwehr, a. a. O., S. 367.

ich zu beurtheilen mich vielleicht für berechtigt halten kann, haben mich vorsichtig gemacht, seinen Behauptungen weiterhin so zu folgen, als es in rückhaltsloser Anerkennung seiner vermeintlichen Verdienste früher von mir leider geschehen ist; mehrere seiner übrigen Angaben (z. B. über das Achrooglykogen und über das Gallenmucin) haben den trefflichen Arbeiten Hammarsten's gegenüber ebenfalls nicht Stand zu halten vermocht.

Meine neuesten Ergebnisse über den Bau der Eiweisskörper <sup>1)</sup> veranlassen noch eine weitere Modification an den vorgebrachten Meinungen über die sog. Mucine, bei welchen ich meine bis dahin gehegte Ansicht über die albuminoiden Substanzen keineswegs ausschliesse, vorzunehmen.

Das Molecül eines Eiweissstoffes im gewöhnlichen Sinne ist ein Mixtum compositum von den chemisch allerverschiedenartigsten Atomcomplexen, und ich habe mich zu zeigen bemüht, dass mehrere der darin vorhandenen Atomgruppen fehlen, viele derselben in Form krystallisabler Substanzen abgespalten werden können, ohne dass zugleich mit dem Ausfalle bestimmter, an die eliminirten Seitenketten unabänderlich geknüpfter Reactionen der rückständige Rest des ursprünglichen Eiweissmolecüls sich in seinen sonstigen Eigenschaften weit von den echten Eiweisskörpern zu entfernen braucht. So enthält ein gewöhnlicher Albuminstoff Tyrosin-<sup>2)</sup>, Leucin-, Indol- etc. liefernde Gruppen, Complexe (wahrscheinlich von der Formel:  $\begin{array}{c} \text{— CO} \\ \text{— CO} \end{array} > \text{NH}$ ), welche die Biuretreaction <sup>3)</sup> be-

<sup>1)</sup> Krukenberg, Die reducirend wirkenden Atomgruppen in den Eiweissstoffen. Centralbl. f. d. medic. Wissenschaften. 1885. No. 35. S. 609 u. 610.

<sup>2)</sup> Die Tyrosin liefernde Gruppe ist durch das Eintreten der Millon'schen Reaction charakterisirt, welche auch das Tyrosin noch zeigt. Der hohe Schwefelgehalt der Keratine, bei deren Zersetzung ausnehmend viel Tyrosin gebildet wird, könnte die Vermuthung aufkommen lassen, dass die Tyrosinabspaltung und also auch die Millon'sche Reaction an einen schwefelhaltigen Atomcomplex im Eiweissmolecül gebunden ist; die intensive Röthung, welche das vollkommen schwefelfreie Fibroin beim Kochen mit Millon's Reagenz annimmt, und aus welchem dementsprechend auch viel Tyrosin abzuspalten ist, spricht indess noch schlagender als die Erfahrungen an den Elastinen gegen eine derartige Annahme.

<sup>3)</sup> Biuret, mit Kupfersulfat und Natronlauge zum Sieden erhitzt, bietet nach den, unter meiner Leitung von Herrn cand. med. Hew-

dingen, ferner solche, auf denen die Adamkiewicz'sche Reaction<sup>1)</sup>, der Xanthoproteinsäurenachweis, die Kochprobe mit concentrirter Salzsäure beruhen; constante Bestandtheile aller echten

lett Brown (z. Zt. in Oxford) ausgeführten Untersuchungen dasselbe Spectralverhalten dar, als die an Eiweiss- oder Peptonlösungen ausgeführte Biuretprobe.

Völlig unhaltbar ist die Behauptung von F. Hofmeister (Zeitschrift f. physiolog. Chemie Bd. 2. 1878. S. 293) „dass die vielfach verbreitete Annahme, die Biuretreaction wäre für die peptonartigen Körper allein charakteristisch, ein Irrthum und dem Umstande zuzuschreiben sei, dass in der Regel die zur Untersuchung gelangenden Lösungen der Peptone wegen deren ungemeinen Löslichkeit viel concentrirter sind als die genuinen einem weiteren Einengen nur schwer zugänglichen Eiweisslösungen.“ Echte Eiweisskörper geben die Biuretreaction ausnahmslos erst dann, wenn sie durch die Natronlauge in Albumosen, Peptone oder in sog. Leimpeptone verwandelt sind, und (abgesehen vom Biuret) ist die Reaction auf diese Körper in ihrer Verbreitung beschränkt.

<sup>1)</sup> Den gleichen Verbreitungsbezirk als die Adamkiewicz'sche Reaction besitzt die Kochprobe mit concentrirter Schwefelsäure, von welcher erstere eigentlich nur eine Modification darstellt (vgl. Adamkiewicz, Arch. f. exp. Pathologie. Bd. 3. 1875. S. 423). Bei längerem Kochen mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 4) färben sich ohne jeden weiteren Zusatz sämtliche Eiweissstoffe im engeren Sinne blutroth. Eine äusserlich ähnliche, aber spectroscopisch sehr abweichend gefärbte Lösung (vgl. Krukenberg, Grundriss der medic. chemischen Analyse. Heidelberg. 1884. Taf. 4. Spectr. 11) liefert bekanntlich auch die Cholalsäure mit ihren Derivaten, doch tritt bei dieser die Färbung nur bei gleichzeitiger Anwesenheit gewisser anderer Substanzen (Glykose, Rohrzucker u. dgl. m.) auf, und die Rosafärbung, welche, beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure, Ölsäure der Flüssigkeit ertheilt, ist ebensowenig als das Braunroth, welches bei Ausführung der Pettenkofer'schen Gallensäureprobe an Ölsäurelösungen beobachtet wird, mit der entsprechenden Eiweissreaction irgendwie vergleichbar. Die Keratine, das Elastoidin, das Collagen (aus Hausenblase) sowie die Skeletine ertheilen der verdünnten Schwefelsäure nur eine goldgelbe (Collagen) oder bräunlichgelbe Farbe, zu dem, für die echten Eiweissstoffe typischen Blutroth kommt es bei Anwendung dieser Substanzen niemals.

Dass die Behandlung mit siedender, verdünnter Schwefelsäure der Adamkiewicz'schen Reaction und nicht der Kochprobe mit concentrirter Salzsäure gleichwerthig ist, lehrt am Besten das Fibroïn, welches die verdünnte Schwefelsäure beim Kochen anfangs äusserst schwach röthet, bald darauf aber in ein beständiges Bräunlichgelb umfärbt; Fibroïn giebt aber die Salzsäurereaction in exquisitem Grade, Andeutungen des Eintretens der Adamkiewicz'schen Reaction dagegen nur bei Beginn des Kochens.

Eiweissstoffe sind aber auch Atomgruppen, welche auf alkalische Kupferoxydlösung beim Kochen reducirend einwirken, und dieser Umstand ist für mich entscheidend genug, in allen Eiweisskörpern Verbindungen zu sehen, welche Kohlehydratreste führen, oder, wie sich Hammarsten ausdrücken würde, alle bekannt gewordenen Eiweisskörper als Proteide zu betrachten. Der beste Ausdruck für den beobachteten Thatbestand wird indess der sein, dass man kohlehydratliefernde Gruppen sich einfach am Aufbau des Eiweissmolecöls betheiligen lässt, die Eiweisssubstanzen auch wohl als substituirte Kohlehydrate bezeichnet und nicht als Proteide, deren einen Paarling eine kohlehydratliefernde Kette ausmacht; denn es erscheint mir unberechtigt, eine, wem schon die constanteste, der vielen Atomgruppen im Eiweissmolecül auszuwählen und sie allen übrigen, ohne dass bestimmte Veranlassungen dazu vorliegen, entgegenzustellen.

Die Erfahrungen über die Hyalogene, die Verzuckerung des Eiweisses bei Diabetes, die sog. Colloid- und Mucinmetamorphosen der Kröpfe, Gallertkrebse, Myxome und Ovarialkystome liessen mir die Existenz von Kohlehydratradicalen auch in den sog. einfachen und genuinen Eiweissstoffen als absolute Nothwendigkeit erscheinen, schon lange bevor die reducirend wirkenden Eigenschaften der Eiweisskörper von mir experimentell nachgewiesen waren.

Von der Anwesenheit jener reducirend wirkenden Glykosidgruppen kann man sich an jeder Eiweiss-, an jeder Albumose-, an jeder Peptonlösung durch die Trommer'sche Probe jetzt leicht überzeugen, indem man die Probe nach dem Kochen schwach ansäuert und dann mit Ferridcyankaliumlösung versetzt. Das Kaliumsalz der Ferridcyanwasserstoffsäure ruft, wovon ich mich durch zahlreiche Versuche überzeugte, ausnahmslos nur in Kupferoxydulösungen einen braunrothen Niederschlag hervor, und derselbe wird auch in keiner Probe ausbleiben, welche mit einer albuminösen Substanz <sup>1)</sup> oder mit einem eigentlichen Skeletine nach der

---

Die Adamkiewicz'sche Reaction sowie die Rothfärbung beim Kochen mit Schwefelsäure scheint ausnahmslos an eine schwefelhaltige Gruppe geknüpft zu sein; keine schwefelfreie Verbindung ist bekannt geworden, welche die Reaction gleichfalls zeigt.

<sup>1)</sup> Mein Aufsatz „Über die chem. Beschaffenheit der sog. Hornfäden von *Mustelus* und über die Zusammensetzung der keratinösen Hüllen um den Eiern von *Seyllium stellare*“ (Mitth. aus der

angegebenen Behandlung ausgeführt wird. Ich prüfte eine grosse Anzahl, nach den gebräuchlichen Methoden selbst dargestellter, durch tagelang unterhaltene Dialyse von den diffusibelen Beimengungen befreiter Albumin- und albuminoïder Stoffe und vermochte auch in einer bedeutenderen Sammlung, die manches renommirte Eiweisspräparat enthielt, keines ausfindig zu machen, welchem das Reductionsvermögen nicht im ausgiebigsten Maasse eigen gewesen wäre<sup>1)</sup>; die lösende Einwirkung anderer Atom-complexe im Eiweissmolecül auf das gebildete Kupferoxydul macht es allein unmöglich, den Reductionsvorgang bei irgend einem Eiweisskörper wie an einer Traubenzuckerlösung direct zu beobachten<sup>2)</sup>.

Zoolog. Station zu Neapel. Bd. 6. 1885. S. 286—296) datirt aus einer Zeit, wo mir das, sämmtlichen untersuchten Eiweisskörpern zukommende Reductionsvermögen für alkalische Kupferoxydlösung beim Kochen noch unbekannt war, und der in dieser Abhandlung sich findende Satz (S. 296), dass die Keratine niemals alkalische Kupferoxydlösung beim Kochen reduciren, ist daher nur auf eine direct erkennbare Reduction zu beziehen; nach v. Babo's Methode, aber allein nach dieser, ist auch bei Ausführung der Trommer'schen Probe an den Keratinen regelmässig die Anwesenheit von gebildetem Kupferoxydul zu constatiren.

<sup>1)</sup> In der Literatur finde ich nur das Reductionsvermögen eiweissartiger Stoffe für kalt angewendete ammoniakalische Silberoxydlösung und für Osmiumsäure eingehender discutirt; dieses wird dem lebenden Protoplasma zugesprochen und durch das Vorhandensein von Aldehydgruppen  $\left( - C \overset{O}{=} \right)$  erklärt (Loew und Bokorny).

Von Interesse war für mich folgende Bemerkung von Claude Bernard (Leçons sur les phénomènes de la vie etc. T. II. Paris. 1879. p. 77): „Nous sommes même convaincu à cet égard que les auteurs qui ont cru trouver du sucre dans les muscles ont été dupes d'une erreur dont il est difficile de se défendre, si l'on ignore que certaines matières albuminoïdes ou azotées contenues dans le muscle et encore mal déterminées peuvent agir sur le réactif cuprique à la façon de la glykosc. Mais si l'on fait en sorte d'éviter cette cause d'erreur en traitant par le sulfate de soude, puis en reprenant par l'alcool absolu; si l'on ne prend point pour du sucre une substance qui ne présente qu'une seule réaction commune avec lui, et d'autre part si l'on veille à ne point en former aux dépens de la matière glycogène dont l'existence est indubitable, dans ces circonstances, disons-nous, on n'en trouve jamais les moindres traces“.

<sup>2)</sup> Welcher Art die Atomgruppen sind, die das Kupferoxydul in Lösung halten, lässt sich zur Zeit noch nicht bestimmen. Werden die Eiweissstoffe resp. die Albumosen aus ihren Lösungen durch neutrales Ammoniumsulfat (vgl. Kühne, Albumosen und Peptone.

Die echten Albumosen und die echten Peptone, die aus den Skeletinen oder dem Collagen auf irgend eine Art hervorgegangenen sog. Leimpeptone wirken wie die reducirenden Zuckerarten erst beim Kochen reducirend auf das Kupferoxyd ein, und diese Reaction steht demnach mit dem Eintreten der Biuretprobe in gar keinem Zusammenhange; übrigens gelingt die Biuretfärbung nur bei Anwendung von Kupferoxyd-, nicht von Kupferoxydulsalzen. Der reducirende Einfluss der Albuminstoffe äussert sich aber nicht nur an alkalischer Kupferoxydlösung, sondern von concentrirteren Eiweiss- und besonders von concentrirteren Peptonlösungen wird nach dem Alkalisiren auch Cyanquecksilber reducirt und die Schwärzung, welche Magisterium Bismuthi darin erfährt, scheint ebenfalls ausschliesslich resp. theilweise auf Bildung einer Reductionsstufe desselben zu beruhen.

Die einzelnen Eiweisskörper differiren von einander dadurch, dass sie von den einzelnen Atomcomplexen, welche als charakteristisch für die Albuminstoffe im Allgemeinen angesehen werden, bald eine grössere, bald eine geringere Zahl enthalten, während das Fehlen solcher Gruppen, an welche das Eintreten gewisser, als entscheidend angesehener Reactionen gebunden ist, die betreffende Substanz in die Kategorie der Albuminoide oder gar in

---

Sep.-Abdr. a. d. Verhandl. d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 3 Heft 4. 1885) gefällt, so bleibt an den Filtraten die Reduction vollständig aus. Dasselbe erfolgt nach Zusatz von Ammoniumsulfat aber auch in Peptonlösungen, ja selbst in reinen Glykoselösungen tritt alsdann bei Anstellung der Trommer'schen Probe mit dem üblichen Natronzusatz in Folge der Bindung des Natrons keine Reduction des Kupfersalzes mehr ein, und nur, wenn der Ammoniumsalzzusatz ein geringer oder der Natronzusatz ein sehr reichlicher ist, kommt es zwar zur Reduction, aber das Kupferoxydul bleibt gelöst. Da nicht nur Ammoniumsulfat, sondern alle von mir geprüften Ammoniumsalze (Chlorammonium, Ammoniumsesquicarbonat, Ammoniumphosphat) den Reductionsvorgang hindern und Kupferoxydul lösen (Verhältnisse, die bei Prüfung ammoniakhaltiger Flüssigkeiten, z. B. von Harn, auf Glykose sehr zu beachten sind), so lag gewiss nichts näher, als die Auflösung des Kupferoxyduls bei Prüfung von Eiweisslösungen nach dem Trommer'schen Verfahren auf Amidgruppen, speciell auf Harnstoffreste im Eiweissmolecül zurückzuführen (vgl. hierzu: E. Brücke, Vorlesungen über Physiologie. Bd. I. Wien. 1874. S. 366); der Harnstoff als solcher besitzt die Fähigkeit, Kupferoxydul zu lösen, indess nicht, und es wird erst noch auf andere Radicale, welche in jeder eiweissartigen Substanz ständig vorhanden sein müssten, weiter zu fahnden sein.

die der Skeletine verweist<sup>1)</sup>. Ich bin überzeugt, dass es unter den sog. Eiweissstoffen auch solche giebt, in welchen die reactionsfähigen Gruppen (d. h. die Atomcomplexe, welche die einzelnen Eiweissreactionen bedingen) den daneben vorhandenen Glykosidreihen gegenüber so sehr zurücktreten<sup>2)</sup>, dass das Ganze sich bei

<sup>1)</sup> Ausgenommen die Biuretreaction, welche an Gruppen gebunden ist, die in direct reactionsfähigem Zustande nur am Biuret, an den Albumosen, Peptonen und an den sog. Leimpeptonen zur Beobachtung kommen, ist keine der oben angeführten Proben an einem Spaltungsproducte zu erzielen, falls nicht die zugehörige Muttersubstanz die betreffende Reaction gleichfalls giebt. An den Skeletinen lässt sich dieses Gesetz am Besten exemplificiren, aber auch für die Albuminoide erweist es sich als durchaus zutreffend. Für die aus Collagen dargestellten Leimpeptone liegen zwar widersprechende Angaben von Hofmeister vor, die ich aber nicht bewahrheitet finde.

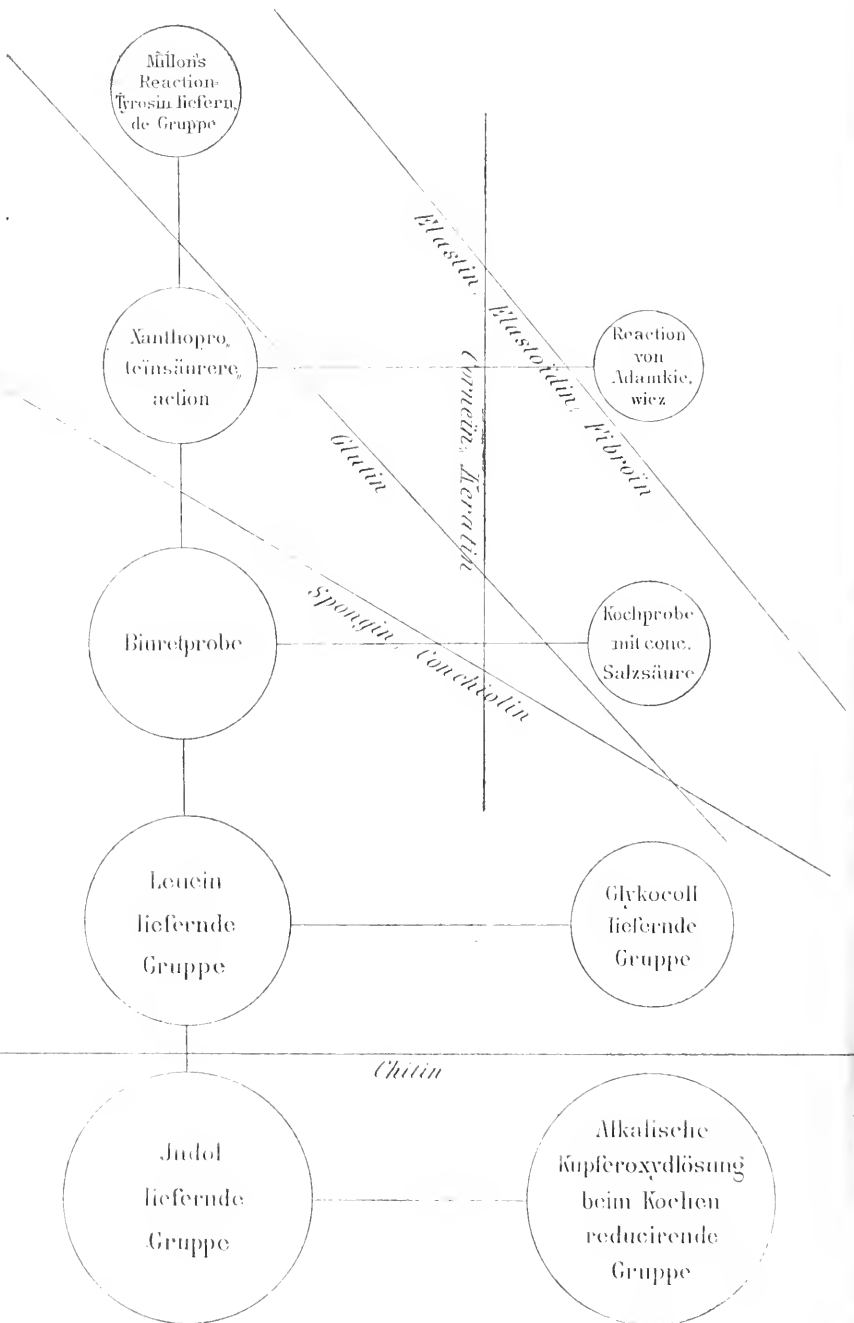
<sup>2)</sup> Entgegen den, in den Hauptsachen jetzt als irrthümlich erkannten Behauptungen Landwehr's, durch welche früher ein befriedigender Abschluss der Mucinfrage erreicht schien, bemerkt Hammarsten (a. a. O., S. 455) gewiss mit Recht, „dass wir uns erst am Anfange der Lösung dieser Frage, welche erst durch sehr umfassende, vergleichend anatomische und physiologisch-chemische Untersuchungen ihre endgültige Lösung finden wird“, befinden. Ob nun aber unsere, im Obigen entwickelten allgemeinen Anschauungen über die Hyalogene und Hyaline, und dementsprechend auch über die sog. Mucine, für deren Kenntniss die Arbeiten Hammarsten's so fruchtbare gewesen sind, durch fortgesetzte Detailuntersuchungen noch wesentlich zu verändern und zu vertiefen sein werden, möchte ich in Zweifel ziehen. Gerade bei Stoffen von so wechselnder Zusammensetzung wie es die sog. Mucine sein müssen, führt, — das zeigen die Arbeiten Landwehr's schon zur Genüge — eine Detailforschung, ohne leitende Gesichtspunkte unternommen, nur gar zu leicht auf Irrwege, und hier ist es mehr als irgendwo sonst in der chemischen Physiologie geboten, durch das Studium der einfacheren Verhältnisse erst den Blick für das Complicirtere zu erwerben. Deshalb würden sich das sog. Hyalin der Echinococcusblasen, die Substanz der Wohnröhren von Chaetopoden und die Hyalogene in der Holothurienhaut vorläufig weit besser zur Untersuchung eignen als die Stoffe von weit weniger ausgesprochenem hyalogenen Charakter, welche sich in Secreten und pathologischen Producten bei Säugethieren vorfinden. In letzteren Vorkommnissen maskiren oft nur mechanisch beigemischte Eiweisskörper die wahren Eigenschaften der Hyalogene wie der aus diesen entstandenen Hyaline und sind auch wohl nicht immer nach eingeleiteter proteolytischer Verdauung als Peptone und Albumosen von den intact gelassenen Hyalogenen resp. Hyalinen erfolgreich zu trennen. Jedenfalls sollte aber der Versuch, eine derartige enzy-



flüchtiger Untersuchung als das Gemisch eines Kohlehydrates mit mehr oder weniger Eiweiss präsentirt<sup>1)</sup>, und ich kann mir auch sehr wohl nach meinen Erfahrungen an den hierhin zählenden Substanzen vorstellen, dass solche Körper nach gewissen, nur lockernd auf die einzelnen Atomgruppen im Molecül einwirkenden Operationen (z. B. nach Maceration mit 10—20 %iger Natronlauge) keinen, in irgend welcher Art an einen sog. Eiweisskörper erinnernden Rückstand hinterlassen. Dieses ist überhaupt keine Vermuthung, sondern dass Derartiges wirklich beobachtet wird, habe ich am Spirographin gezeigt. Alle diejenigen Substanzen nun, welche sich wie das Spirographin verhalten, bezeichne ich als Hyalogene, und ich war mir bei Einführung dieses Namens vollauf bewusst, dass darunter nicht, wie Hammarsten (a. a. O., S. 449) will, „die verschiedenartigsten Substanzen in eine Gruppe zusammengeführt werden“, sondern dass dieser Begriff ein so präciser ist, wie wir deren in der chemischen Physiologie nur wenige besitzen. Die Mehrzahl der eiweissartigen Substanzen weicht von den Hyalogenen jedoch dadurch ab, dass die Glykosidgruppen den übrigen (den Tyrosin-, Leucin-, Indol- etc. liefernden) Atomcomplexen gegenüber im Molecül sehr zurücktreten, und dass es deshalb auch in diesen Fällen weit schwieriger als bei den Hyalogenen (Spirographin, sog. Hyalin der Echinococcusblasen, Chondrosin etc.) gelingt, eine Zersetzung einzuleiten, bei welcher weder ein eiweissartiger Rest zurückbleibt, noch Körper von Eiweissnatur secundär gebildet werden. Zweifellos werden alle Übergänge zwischen den Hyalogenen und solchen Körpern, die nicht mehr nach Art der Zuckerstoffe reducirend wirken, sich in den Reactionen aber völlig den Eiweissstoffen anschliessen, aufzufinden sein, doch sei nochmals hervorgehoben, dass meine Bemühungen, einen derartigen idealen Eiweisskörper aufzufinden, welchem die Reductionsfähigkeit für siedende alkalische Kupferoxydlösung fehlt, völlig fruchtlos geblieben sind.

matische Trennung herbeizuführen, niemals unterlassen werden, und ich bedaure lebhaft, dass von Hammarsten weder das Mantelmucin, noch das Glykoproteid nach andauernder Pepsineinwirkung auf ihre Eigenschaften geprüft sind; denn wahrscheinlich wären dann Producte beobachtet worden, welche sich ähnlich dem Onuphin, der Chondroitinsäure und dem Spirographidin zwar als stickstoffhaltig, aber als reactionslos bei Anstellung der Eiweissproben erwiesen hätten.

<sup>1)</sup> Auch in pflanzlichen Zellmembranen deutet die Anwesenheit stickstoffhaltiger Substanzen, welche nach ihrer Reinigung die typischen



Die Constitution der Eiweisstoffe und ihrer entfernteren Derivate.

Die im Vorhergehenden erörterten Constitutionsverhältnisse der Eiweisskörper und ihrer Abkömmlinge<sup>1)</sup> habe ich speciell für Unterrichtszwecke in einem Schema<sup>2)</sup> zum Ausdrucke gebracht, welches auf S. 10 im verkleinerten Maassstabe reproducirt ist. In demselben sind die durch das Studium der Eiweissderivate als die constantesten erkannten Atomcomplexe resp. die denselben angehörenden Reactionen durch eine grössere Kreisfläche dargestellt als die weniger beständigen; je constanter eine Atomgruppe sich erwies, desto tiefer kam sie in dem Schema zu stehen, und dieselben linker Hand sind beständigere als die rechts gelegenen, welche Letzteren sich als den Ersteren zugehörige Seitenketten präsentiren. Auf der ca. viermal grösseren Originalzeichnung sind die Kreisflächen durch eine, für jede derselben besonders in Anwendung gebrachte Farbe leicht unterscheidbar gemacht.

In welcher Weise nun die einzelnen Albuminoide und Skeletine von den veritablen Eiweisssubstanzen abweichen, welcher Re-

Eiweissreactionen nicht mehr zeigen, beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure aber Zucker liefern und desshalb auch meist fälschlich für reine Cellulose gehalten wurden, auf Verhältnisse hin, welche denen der Hyalogene insofern analog sind, als es sich auch hier um intermediäre Glieder von Eiweissstoffen und Kohlehydraten handelt.

<sup>1)</sup> Die nächsten Derivate der Eiweissstoffe (Albuminate, Albumosen, Peptone) habe ich vorläufig unberücksichtigt gelassen. Bis vor Kurzem schien es, als ob in den angeführten Reactionen selbst zwischen den Peptonen und den genuinen Eiweissstoffen keine gravirendere Unterschiede beständen; neuere Untersuchungen, deren Publication erst noch abzuwarten ist, haben indess, wie mir Herr Geheimerath Kühne gütigst mittheilte, zu anderen Resultaten geführt.

<sup>2)</sup> Derartige Schemata, welche die chemisch verwandten Substanzen zu Gruppen vereinigen, Alles zur Anschauung bringen, was im Laufe der Geschichte Wichtiges über dieselben erschlossen ist und jedes Nebensächliche, sowie den Ballast des Unfruchtbaren und Unzuverlässigen ausschliessen, sind von mir auch für mehrere andere thierische Stoffwechselproducte, so z. B. für die Xanthinkörper, die Hämoglobinderivate, die Choline, die Indigofarbstoffe entworfen und von Herrn Giltsch hieselbst zum Theil in künstlerischer Vollendung zur Ausführung gebracht. Es regen dieselben dadurch, dass sie jede Lücke unseres Wissens mit voller Klarheit hervortreten lassen, den Eingeweihten zu weiterer Forschung in einer klar durchschauten Richtung an und geben dem Anfänger nicht nur ein verständliches Bild von dem Zusammenhange, welcher unter den chemisch-physiologisch wichtigsten Substanzen besteht, sondern machen ihn zugleich mit dem gegenwärtigen Stande unserer Wissenschaft vollauf bekannt und führen ihn, was selbst der verständlichste und durchgearbeitetste Vortrag so sicher und rasch nie vermag, in den Geist der Forschung ein.

actionen die Eiweissstoffe bei ihrem Übergange in die einzelnen Derivate verlustig gehen, versinnlichen die das Schema durchsetzenden schrägen Linien, durch welche eine oder mehrere Atomgruppen resp. die denselben entsprechenden Reactionen von dem Kerne des Eiweissmolecöls gleichsam abgeschnitten werden. So kommt z. B. beim Elastin, Elastöidin und Fibröin allein die A d a m k i e w i c z'sche Reaction, beim Cornein und Keratin daneben noch die Kochprobe mit concentrirter Salzsäure zum Ausfall, und beim Chitin reducirt sich das gesammte Molecül auf die Indol liefernde und auf die alkalische Kupferoxydlösung beim Kochen reducirende Gruppe. Bei der Demonstration des vergrösserten Schemas verfährt man zweckmässig so, dass man mittelst eines gleich grossen Blattes von weissem Papier, den schräg verlaufenden Linien entsprechend, die ausfallenden Kreise verdeckt.

Zu dieser schematischen Darstellung ist noch Mehreres zu bemerken. Erstens enthält ein Eiweissmolecül nicht nothwendig nur Eine von jeder der verzeichneten Atomgruppen, sondern von den meisten derselben voraussichtlich mehrere, und zweitens könnten auch sehr wohl mehrere Reactionen oder mehrere Spaltungsproducte, welche uns zur Annahme verschiedener, z. B. der Glykocoll und Leucin liefernden Gruppen veranlassten, von der Anwesenheit ein und desselben Atomcomplexes bedingt sein. Die Möglichkeiten letzterer Art sind durch die bereits aufgedeckten Thatsachen auf ein Minimum herabgedrückt, aber in einer verschiedenen Anzahl der einzelnen Gruppen wird unter anderen ein Grund für die Verschiedenartigkeit der einzelnen Eiweisssubstanzen zu suchen sein, für eine Verschiedenartigkeit, die sich auch in den quantitativen Abweichungen gewisser Zersetzungsproducte (Leucin, Tyrosin, Glykocoll u. dgl. m.) und dementsprechend auch in einem ungewöhnlich schwachen Ausfalle einiger sog. Eiweissreactionen (z. B. der Xanthoproteinsäurereaction beim Cornein oder der M i l l o n'schen Reaction an Glutinlösungen) widerspiegelt. Quantitative Differenzen unter den Spaltungsprodukten müssen aber nothwendig auch dann beobachtet werden, wenn durch den Ausfall von Atomgruppen der Procentgehalt des Ganzen an den übrigbleibenden Atomcomplexen wächst, und da nun nach dem an Beispielen erläuterten Gesetze die Reactionen der Spaltungsproducte durch die Reactionen der Muttersubstanz bestimmt sind, so werden die Abweichungen sämtlicher Albuminoide von den echten Eiweissstoffen, als deren Derivate dieselben doch zu betrachten sind, nur auf diese indirecte Weise zu erklären sein. So leuchtet allein schon die Unhaltbar-

keit der Drechsel'schen Hypothese<sup>1)</sup> ein, dergemäss bei der Entstehung der Keratine aus Eiweiss, im „Eiweiss ein Theil des Sauerstoffs durch Schwefel und ein Theil des Leucins (oder einer anderen Amidosäure) durch Tyrosin substituirt“ werden soll. Durch eine einfache Wasserabgabe oder durch den Austritt complicirter zusammengesetzter organischer Atomgruppen aus dem ursprünglichen Eiweissmolecül lassen sich alle über die Albuminoide erschlossenen Thatsachen vollkommen verständlich machen, und dieselben liefern uns auch den Schlüssel für das Verständniss der Genese und der von den der Eiweissstoffe abweichenden Eigenschaften der Skeletine, der Hyalogene, ja selbst der reinen Kohlehydrate.

(Die bisherigen Ermittlungen über die Verbreitung und das Entstehen der Skeletine machen es sehr unwahrscheinlich, dass bei dem Zerfalle, welchem das Eiweissmolecül beim Übergange in ein Skeletin unterworfen sein muss, alle einzelnen Stufen durchgemessen werden, welche nach unserem Schema möglich sind. Damit es z. B. zur Entstehung von Spongin kommt, braucht zweifellos nicht zuerst ein elastinartiger, darauf ein keratinöser und schliesslich erst noch ein collagener Körper zu entstehen, sondern es können durch einen vitalen Process auch mehrere verschiedenartige Atomgruppen gleichzeitig abgesplissen werden, und der sich erhaltende Rest stellt dann eines jener, nur bei einer beschränkten Anzahl von Thierklassen zu findenden Skeletine dar: Conchiolin bei Lamellibranchiaten und Gastropoden, Chitin bei Arthropoden, Cephalopoden und Brachiopoden, Cornein bei Gorgoniden und Anthipatiden, Spongin bei Spongien. Wie diese chemischen Constitutionsverhältnisse mit der elementaren Zusammensetzung der Skeletine, welche sich durch die allgemeine Formel:  $C_{30} H_{40} + 2n$

$O_{10} + n N_{2,9}$  oder  $10$  ausdrücken lässt, und welche, wie ich<sup>2)</sup> gezeigt habe, auf eine Kohlehydratnatur derselben hinweist, in Einklang zu bringen sind, werden erst fortgesetzte Untersuchungen zu lehren haben. Interessant bleibt indess die Thatsache, dass <sup>zu</sup> <sub>molec</sub> bei den künstlich ausgeführten Spaltungen der Eiweisskörper sich

prä  
 5. 9. 1) E. Drechsel, Chemie der Absonderungen und Gewebe. Herwig's Handbuch der Physiologie. Bd. 5. Theil 1. Leipzig. 1883. S. 601.

2) Krukenberg, Grundzüge einer vergl. Physiologie der thierischen Gerüstsubstanzen. Heidelberg. 1885. S. 194 ff. und S. 215.

und ihrer weit abliegenden Derivate (Skeletine) die ursprüngliche Verknüpfung der Atomgruppen noch in den Endproducten documentirt. So dürfte z. B. beim Chitin der Stickstoff der Indol bildenden Gruppe im Glykosamin wiedererscheinen, und ihre Anwesenheit im Chitin lediglich die Darstellung eines reinen Kohlehydrates aus demselben so sehr erschweren; ferner scheinen auch die mit der Biuretgruppe verbundenen Atomcomplexe allein die künstliche Harnstoffabspaltung aus Eiweissstoffen zu verhindern <sup>1)</sup>).

Die Verbreitung der albuminoiden Substanzen bei den Wirbeltieren veranlasst die gerade entgegengesetzte Schlussfolgerung als die Genese der Skeletine zu ziehen; hier finden sich sämtliche Übergänge, auch wenn wir von den Gerüstsubstanzen absehen, deren Beziehungen zu einfacher zusammengesetzten Körpern jüngst erkannt sind, wie z. B. von dem sog. Chondrogen und den sog. Mucinen. Die früher ganz allgemein angenommene Kluft zwischen den Collagenen <sup>2)</sup>, den Elastinen und den Keratinen

<sup>1)</sup> Unserem Schema zur Folge würde, wenn, wie anzunehmen ist, die Biuretreaction die bei dem vitalen Stoffumsatze zur Harnstoffbildung führende Gruppe indicirt, aus keinem der bekannt gewordenen Eiweissderivate Harnstoff in einer so einfachen Weise abgespalten werden können, als aus dem Spongin und dem Conchiolin, bei denen die in jedem Eiweisskörper vorhandenen, leichter angreifbaren Atomcomplexe vollständig fehlen.

<sup>2)</sup> Den Autoren, welche dem Collagen die Xanthoproteinsäurereaction vollkommen absprechen, kann ich nicht beipflichten. Reine Glutininlösungen geben niemals Andeutungen der Millon'schen Reaction, aber noch immer scharf, wenn auch schwach die Xanthoproteinsäurereaction; dieser Umstand ist wichtig, weil er lehrt, dass das Eintreten der Xanthoproteinsäurereaction von dem der Millon'schen Reaction unabhängig erfolgt.

Nachträglich begegne ich einer Notiz von O. Nasse (Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskelsubstanz, Leipzig. 1882. S. 12), welche für die Deutung der Xanthoproteinsäurereaction (welche z. B. durch Bildung von Pikrinsäure oder Stychninsäure <sup>an</sup> mit zahlreichen, dem Eiweiss fernstehenden, namentlich aromatisirten Körpern zu Stande kommt [F. Hofmeister, a. a. O., S. 292 und 313] <sup>sehr</sup> wichtig ist, und die ich daher noch zu erwähnen habe. „Mir selbst <sup>erzählt</sup> sagt Nasse, „als mir die Thatsache aufstieß, dass schon die geringste Spur von Alkali die gelbe Farbe der Orthonitrophenollösung in Orange umändert, nur sehr unbedeutend dagegen die der Paranitrophenollösung, weniger die practische Verwerthung eingefallen als die Ähnlichkeit mit der Farbenveränderung, welche die bei der Behandlung der Eiweisskörper mit Salpetersäure entstehenden Nitroproducte, Xanthoproteinsäure

füllt jetzt das Elastöidin <sup>1)</sup> aus, welches sich in seinen Löslichkeitsverhältnissen den Elastinen, in seinen Zersetzungsproducten (Tyrosin) den Keratinen, in seiner elementaren Zusammensetzung und seinem Verhalten gegenüber den proteolytischen Enzymen den Collagenen eng anschliesst. Die Collagene, Elastine und Keratine scheinen sich erst durch verhältnissmässig spät erfolgende, durch secundäre Einflüsse bedingte Veränderungen aus einem gleichen, einheitlichem Materiale zu differenziren. Eine wie nahe Verwandtschaft fernerhin auch unter den sog. Mucinen und den Keratinen bestehen kann, lehren die Arbeiten über das sog. Schalenkeratin des Hühnereies, welches sich mit demselben Rechte als ein erhärteter mucinöser Stoff oder als ein Keratin auffassen lässt.

Unsere nächste Aufgabe wird die sein, das Schema noch weiterhin dadurch zu vervollständigen, dass wir dem Zustandekommen der übrigen, bislang unberücksichtigt gebliebenen Eiweissreactionen auf den Grund gehen und zeigen, an welche Atomcomplexe die-

genannt, zeigen. Nachdem ich (Sitzungsb. d. naturf. Gesellsch. zu Halle. 1879) nachgewiesen habe, dass im Eiweissmolekül von aromatischen Gruppen sich jedenfalls eine einfach hydroxylirte (vielleicht neben hydroxylfreien Gruppen) findet, ist es wohl nicht allzu gewagt, die so leicht durch die Einwirkung von verdünnter Salpetersäure eintretende Xanthoproteinsäurereaction zu erklären durch die Bildung von Orthonitrophenol. Daneben mag wohl auch bei stärkerer Nitrirung Di- und Trinitrophenol entstehen können, die Bildung von Orthonitrophenol genügt aber, um die Farbenveränderung auf das Deutlichste zu zeigen“.

Während demnach die Xanthoproteinsäurereaction den Kern der aromatischen Verbindungen zur Anschauung bringt, haftet die Leucin- und Glykocollabspaltung an Radicalen, welche den Fettkörpern zugehören. Diese beiden homologen Amidosäuren — von denen das Leucin (d. i. Amidocaprinsäure) erfahrungsgemäss ein constanteres Zersetzungsproduct von Eiweissderivaten ist als das Glykocoll (d. i. höchst wahrscheinlich Amidoessigsäure) — müssen, wenn nicht gar in ein und demselben, so doch in chemisch nahe stehenden Atomcomplexen ihre Entstehung haben, und zwar können diese im Eiweissmolekül auch nur sehr benachbart orientirt sein. Letzteres ergibt sich daraus, dass Leucin allemal neben Glykocoll als Zersetzungsproduct auftritt, und dass diese Abspaltungen auch noch nach Fortfall der die Leucin und Glykocoll liefernden Gruppen in unserem Schema nach aussen hin deckenden Atomcomplexe — welche die Adamkiewicz'sche, die Salzsäure, die Millon'sche und die Xanthoproteinsäurereaction bedingen — erfolgen.

<sup>1)</sup> Vgl. Krukenberg, Über die chem. Beschaffenheit der sog. Hornfäden etc.; a. a. O., S. 286—293.

selben gebunden sind. Eine weitere wichtigere Aufgabe wird aber darin bestehen, die durch das Schema ausgedrückten Spaltungen am Eiweissmolecül in derselben Weise zur Ausführung zu bringen, wie das der lebende Organismus zur Zeit noch allein vermag; dieser ist im Stande, nicht nur die einzelnen Atomcomplexe aus dem Eiweissmolecüle bis zum Collagen hin ganz successive abzuspalten, sondern zweifellos auch dazu, aus dem bis auf's Spongin reducirten ursprünglichen Eiweissmolecüle allein noch die fragile Harnstoffgruppe zu eliminiren, wenschon uns der dabei resultirende Rest noch völlig unbekannt ist. Indem der lebende Organismus den Atomcomplex im Eiweissmolecüle, an welchen das Eintreten der Biuretreaction geknüpft ist, seinen Kräften unmittelbar zugänglich zu machen weiss, zersetzt er vermuthlich das Eiweiss unter reichlicher Bildung von Harnstoff, und wenn im Diabetes die normalen Zersetzungsprocesse in ihm versiegen, stellen sich andere ein, die von dem ganzen Eiweissmolecüle nur noch die Kupferoxyd reducirende Gruppe als erkennbar für uns in dem Harnzucker übrig lassen.

Jena, d. 7. September 1885.



Fig 1



Fig 2



Fig 3



*L*  
*Pl*  
*D*

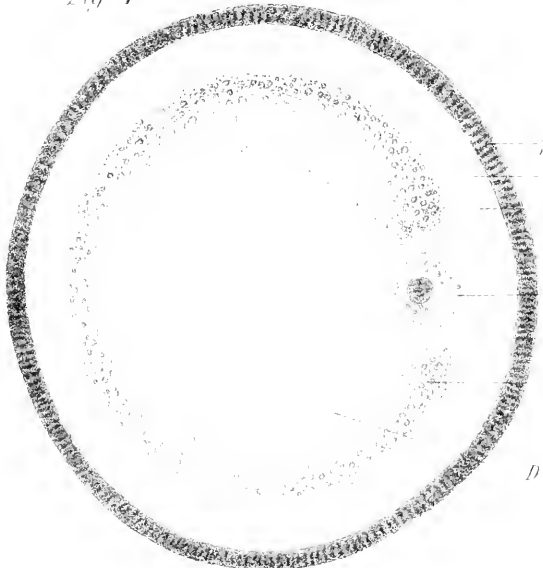
Fig 5



Fig 6

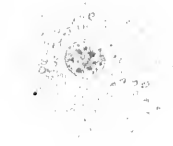


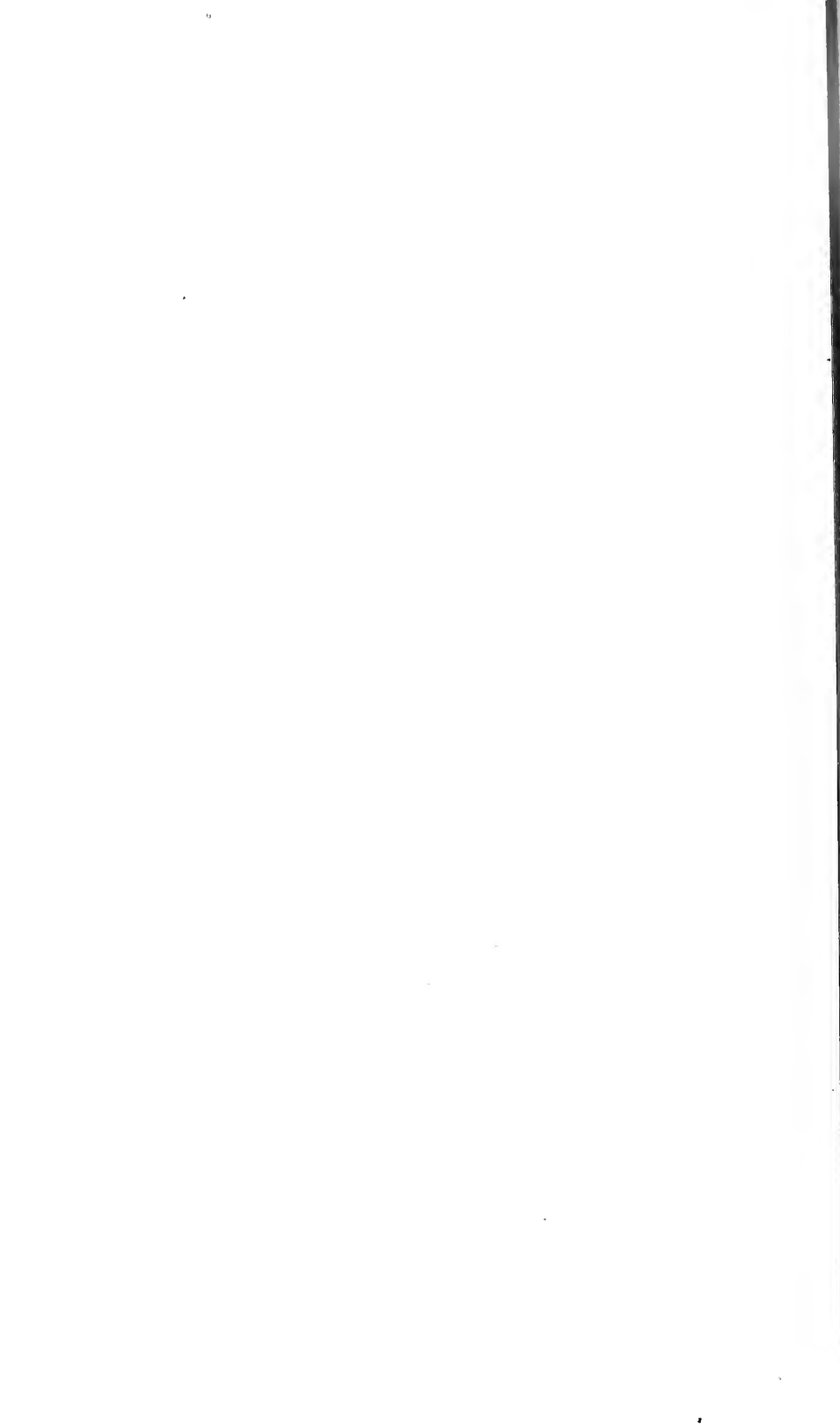
Fig 4



*K*  
*Pl*  
*D*

Fig 7







SITZUNGSBERICHTE  
DER  
**JENAI SCHEN GESELLSCHAFT**

FÜR  
MEDICIN UND NATURWISSENSCHAFT

FÜR DAS JAHR

1885.

**ZWEITES HEFT.**

Mit einer Tafel und einer Abbildung im Text.

JENA,  
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.  
1885.

