





# SITZUNGSBERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU LEIPZIG.

---

VIERTER JAHRGANG.

1877.

---

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1878.

STIMMUNG

STIMMUNG

STIMMUNG

# SITZUNGSBERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU LEIPZIG.

---

VIERTER JAHRGANG.

1877.

---

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1877.

1889 \* 3695

D

SITZUNGSBERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

IN LEIPZIG.

VIERTER JAHRGANG

1877

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1877

Sitzungsberichte

Naturforschenden Gesellschaft

## Register

der ausführlichen Mittheilungen.

---

	Seite
<i>Credner</i> , Ueber ein neues Vorkommen des Alunites . . . . .	21
<i>Hennig</i> , Ueber die Kapseln in den Eihüllen von <i>Sus Scrofa</i> . . . . .	82
<i>Knop</i> , Ueber Beziehungen der aus den specifischen Gewichten und Moleculgewichten berechneten Moleculvolume zu den von tetraedriscen und oktaedriscen Körpermoleculen abgeleiteten . . . . .	37
<i>Rauber</i> , Ueber die Nervencentra der Gliederthiere und Wirbelthiere . . .	1
— Ueber den Ursprung des Blutes und der Bindesubstanzen . . . . .	27
<i>Sachsse</i> , Ueber die quantitative Bestimmung von Dextrose und Invertzucker	22
— Ueber die Stärkeformel und über Stärkebestimmungen . . . . .	30
— Ueber eine neue Reaction des Chlorophylls . . . . .	75

---





Orten anerkannten bahnbrechenden Wirken vornehmlich auf dem Gebiete der Thierentwicklung, und lässt uns einen Akt der Pietät erfüllen gegen einen hervorragenden Forscher. Nicht minder nahe liegt uns die andere Veranlassung; denn der Geschiedene gehörte seit Jahren als Ehrenmitglied unsrer Gesellschaft an.

Es ist nicht meine Absicht, vor Ihren Augen ein Bild zu entrollen von dem Lebenslaufe des seltenen Mannes, oder der Gesammtheit seiner wissenschaftlichen Leistungen und ihrer Wirkungen auf die Gegenwart. Dies wird von anderer Seite geschehen. Aus den grossen Stoffen, welche seinen Geist sowohl in der eigenen als auch zugleich in der Jugendzeit der von ihm treu gepflegten Wissenschaft beschäftigt haben, wähle ich vielmehr denjenigen zu einer Besprechung heraus, welcher noch heute als einer der grössten erscheint und welchem *v. Baer* bis in die letzten Lebenstage die höchste Aufmerksamkeit geschenkt und seine Kräfte gewidmet hatte: Das Verhältniss der Entwicklung der Wirbelthiere zu den niedriger stehenden Thierstämmen.

Die descendenztheoretischen Lehren der Gegenwart, welche zu einem bedeutenden Theil so innig und wesentlich mit entwicklungsgeschichtlichen Grundlagen verknüpft sind, dass sie mit denselben stehen und fallen, waren eine zu starke Aufforderung an die Anschauungen des Altmeisters der Entwicklungsgeschichte, als dass er es sich hätte versagen sollen, seine vor einem halben Jahrhundert fast gleichzeitig mit *Cuvier* aufgestellte, wenn auch verschieden motivirte Lehre von der Beharrlichkeit der Typen mit neuen Waffen und ungebeugter geistiger Kraft zu bekämpfen. Noch ist die Entscheidung in dem wogenden Kampf nicht gefallen. Sie wird sich vielleicht noch von unseren Tagen hinweg auf lange Zeit hinausschieben und eine Reihe von Zwischenfragen mittlerweile ihrer Lösung entgegenreifen. Wird die siegende Wahrheit dieser oder jener Seite der Streiter endlich sich zuneigen, *Baer's* frühere Lehre und neuere Vertheidigung der thierischen Typen, als Protest gegen die Lehre einer schrankenloseren Umwandlungsfähigkeit der Organismen, wird für alle Zeiten die Bewunderung der Forscher sich erhalten; sie wird einen Markstein der Forschung dauernd bezeichnen, bei dessen Errichtung *Baer's* schöpferische Thätigkeit am frühesten hervortrat, ihren eigenthümlichsten und persönlichsten Gehalt aussprach und am ursprünglichsten zur Erscheinung gelangte.

Der zu unserer Betrachtung gewählte Gegenstand erfährt seine einfachste Behandlung dadurch, dass ich Sie an die Topographie des dem erwachsenen Thiere angehörigen centralen Nervensystems der Ringelwürmer, Crustaceen, Arachniden, Insecten u. s. w., sowie an die Vergleichenungen erinnere, welche zwischen diesem und dem centralen Nervenapparat der Wirbelthiere angestellt worden sind. Es giebt ja wohl kaum einen überraschenderen Anblick, als er sich Demjenigen bietet, welcher zum erstenmal das centrale Nervensystem der genannten Wirbellosen in der Form eines den Schlund umfassenden gegliederten Ringes, des Schlundringes, und eines unter dem Darmcanal, auf der Bauchseite des Thieres gelegenen paarigen oder unpaaren, mehr oder weniger gliederreichen Stranges, der sogenannten Bauchkette, zu erblicken Gelegenheit findet. Das Auffallende des Gegenstandes, welcher die von den Wirbelthieren bekannten Verhältnisse mehr als geradezu umkehrt, verlockte frühe zu eingehender Untersuchung. Sie suchte die vorhandenen Gegensätze theils bestimmter festzustellen, theils zu lösen.

Vielleicht am allgemeinsten bekannt ist der von *Geoffroy St. Hilaire* dem Aeltern angestellte Vergleich, welcher die Insecten auf dem Rücken laufende Wirbelthiere nannte. Dieser Ausdruck, auf welchen später noch in Kürze zurückzukommen ist, enthält in packender Fassung eine allgemeine Kennzeichnung der Lagenübereinstimmung des Bauches der Arthropoden mit dem Rücken der Vertebraten.

Die Typenlehre von *Cuvier* und *Baer*, welche *St. Hilaire's* Anschauungen feindlich gegenüberstand, erkennt innerhalb der vier verschiedenen Grundformen im Thierreich, die sie aufstellt, keine morphologische Verwandtschaft. Die behauptete Einheit des thierischen Organisationsplans bestreitet *Cuvier* vom vergleichend anatomischen, *Baer* vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt. Nach *Baer* sind der Bauch und der Rücken bei Gliederthieren und Wirbelthieren einander morphologisch entsprechende, homologe Regionen. Folglich ist das Bauchmark der Gliederthiere dem Rückenmark der Wirbelthiere nicht homolog. Die Gliederthiere haben kein Gehirn im Sinne der Wirbelthiere, denn ihr dorsales Schlundganglion ist nur das vordere Ende der Bauchganglienreihe. Die Gliederthiere haben nur eine einfach symmetrische, die Wirbelthiere eine doppelt symmetrische Entwicklung.

Letztere Grundsätze übten in der Folge bis in die jüngere Vergangenheit eine fast unbestrittene Herrschaft aus. *Rathke*, *Meckel*, *Joh. Müller* und andere gleichzeitige Forscher schlossen sich der Typenlehre enge an. Einen bedeutenden Schritt in der Vergleichung machte darauf *Leydig*, welcher seine Meinung bestimmt dahin aussprach, dass er die Wirbelthiere als aus Arthropoden hervorgegangen betrachte. Wenn man sich das Gehirn der Wirbelthiere etwa zwischen den Grosshirnschenkeln vom Schlund durchbohrt denke, so sei es leicht, eine nahe Verwandtschaft mit dem oberen und unteren Schlundganglion der Gliederthiere zu erkennen. Das erste Ganglion des Bauchmarks ist nach ihm von letzterem zu trennen und als untere Hirnportion dem oberen Hirnganglion zuzurechnen.

*Gegenbaur*, einer so weit gehenden Parallelisirung abgeneigt, gewinnt aus der dorsalen Lage des oberen Schlundganglion Anhaltspunkte, höchstens dieses dem Gehirn und Rückenmark der Wirbelthiere gleichzusetzen, während nach *Semper* das obere Schlundganglion nicht auf dem Rücken gebildet wird. Nur der mediane Zellenstrang (*Lumbricus*) oder das unpaare Ganglion (*Clepsine*) lässt er aus dem oberen Keimblatt, die beiden seitlichen Ganglien aber aus dem mittleren Keimblatt entstehen. Ein morphologischer Gegensatz zwischen dem oberen und unteren Schlundganglion ist nach ihm nicht vorhanden. Das gegliederte Bauchmark der Anneliden ist zu identificiren mit dem Gehirn und Rückenmark der Wirbelthiere. Der Bauch ist nicht bei allen Thieren eine und dieselbe morphologische Region. Weiterhin nähert sich *Semper* einem von *Schneider* angestellten Versuche, auch bei den Wirbelthieren einen Schlundring zu finden und denselben in den Anastomosen der Nervi hypoglossi mit den Linguales für gegeben zu erachten. Von Anneliden ähnlichen Vorfahren sind die Haie abzuleiten; deren Nieren und Geschlechtsorgane entstehen aus Segmentalorganen ähnlichen Canälen.

Eine *Leydig* sich nähernde Auffassung der Verhältnisse entwickelte *Dohrn*. Er hebt die Lagerung des Nervensystems der Gliederthiere auf der convexen Seite des embryonalen Leibes hervor und betont, dass wenn man die Bezeichnung Rücken und Bauch nicht gehabt hätte, die Vergleichung wesentlich leichteres Spiel gehabt haben würde. Wenn die Wirbelthiere von Anneliden ähnlichen Vorfahren abstammen, so muss es nach *Dohrn* einmal eine Zeit gegeben haben, in der auch sie den Nervenschlund-

ring besessen haben. Der Schlundring macht bei den Anneliden die Nervenseite zum Bauch, sein Fehlen die Nervenseite der Wirbelthiere zum Rücken. Hätten wir Wirbelthiere, deren Schlund zwischen Gehirn und Rückenmark, im Nacken in eine Mundöffnung ausmündete, so würden sie wahrscheinlich auf dem Rücken laufen, fliegen oder schwimmen, weil sie so ihre Nahrung leichter finden und fassen können und man würde dann eben diesen Rücken Bauch nennen, — worauf schliesslich also ein morphologischer Unterschied schwerlich zu gründen wäre. Anfangs die Hypophysis cerebri, in der man früher eine Ausstülpung des Darmcanals gegen die Gehirnbasis erkannte, als den Ueberrest einer früheren Verbindung des Darmes mit einem zu Grunde gegangenen Oesophagus haltend, gelangte *Dohrn* später darauf, in der Fossa rhomboidea die Lage der ursprünglichen Mundöffnung der Wirbelthiere hypothetisch anzunehmen. Diese Mundöffnung und der von ihr ausgehende Oesophagus waren dann homolog mit den gleichen Organen der heutigen Arthropoden und Anneliden. Die Mundöffnung der heutigen Wirbelthierembryonen ist dagegen einer Kiemenspalte gleichwerthig zu setzen.

In dieser Reihe hervorragender Anschauungen, deren Gegensätze zugleich die Schwierigkeiten und die Bedeutung des Gegenstandes widerspiegeln, ist bisher der Untersuchungen eines Forschers nicht gedacht, obgleich sie in der historischen Aufeinanderfolge nicht die letzte Stelle einnehmen, sondern vielmehr den Ausgangspunkt der neueren genealogischen Lehren bildeten, es sind diejenigen von *A. Kowalewsky*. Erst neuerdings hat derselbe seinen Standpunkt in der vorliegenden Frage auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Beobachtungen an Wirbellosen und Wirbelthieren genauer als zuvor bezeichnet. Eigene Beobachtungen und Erwägungen über die Entwicklung der Thiere, zum Theil veranlasst durch *Ernst Haeckel's* phylogenetische Theorie, liessen bald immer sicherer erkennen, dass nur auf dem Weg der Vergleichung wesentliche Ergebnisse zu erzielen wären. Bevor ich darauf eingehen auseinanderzusetzen, in welcher Weise ich mir den fraglichen Zusammenhang vorstelle, ist es nöthig, *Kowalewsky's* Darstellung genauer in das Auge zu fassen.

Seinen Beobachtungen zufolge haben die Medullarplatten der Würmer in den ersten Stadien ihrer Bildung eine ganz gleiche Lage und stehen in demselben Verhältniss zum Embryo wie die Medullarplatten beim *Amphioxus* oder bei den Amphibien. Die

Medullarplatten des Lumbricus-Embryo und der Amphibien sind demnach als homologe Bildungen anzusehen. Die weiteren Vorgänge der Nervensystembildung aus diesen homologen Medullarplatten sind nun verschieden und beruhen auf einer stärkeren Ausbildung der Anlage des Nervensystems bei den Wirbelthieren: es sind nur quantitativ verschiedene Vorgänge vorhanden. Demnach sind auch Bauchkette und Gehirn der Würmer und Nervenrohr der Wirbelthiere homologe Bildungen. Bei schwächerer Entwicklung der Medullarplatten geht die Einstülpungsöffnung unmittelbar in die Mundöffnung über (Anneliden), bei stärkerer dagegen (Wirbelthiere) wird sie überbrückt von den Medullarplatten und führt in den Centralcanal. Hieraus ergibt sich, dass die Lagerung des Gehirns der Anneliden auf der Rückenseite und der Bauchganglienkette auf der Bauchseite des Darmcanals eigentlich in keinem Widerspruch steht mit der Lagerung des Nervensystems der Wirbelthiere auf der Rückenseite des Darmcanals. Das Gehirn (Kopfganglion) der Anneliden nun aber entwickelt sich aus dem Theil der Medullarplatten, welcher bei den Embryen der Wirbelthiere hinter der Einstülpungsöffnung liegt, also dem Theile, aus welchem bei den Wirbelthieren das hintere Ende des Rückenmarks entsteht. Hieraus folgt, dass wir das Gehirn der Wirbelthiere und Wirbellosen nicht für einander entsprechende Theile halten können. Sie sind nur insoweit homolog, als dieselben Theile des allgemeinen Nervensystems sind, aber nicht in einzelnen Theilen. Im Gegentheil kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit sagen, dass das Kopfganglion der Anneliden und das Gehirn der Vertebraten nur physiologisch einander entsprechende Bildungen, d. h. dass sie im engeren Sinn einander analog sind.

Weiterhin gedenkt *Kowalewsky* des eigenthümlichen Verhältnisses, dass bei den Embryen vieler Wirbelthiere (Amphioxus, Amphibien, Störe, Haie) das hintere Ende des Nervenrohrs in offener Communication mit dem hinteren Ende des Darmrohrs steht, was ihn zu der Vermuthung führt, dass vielleicht Thierformen existiren oder existirten, welche ein dem Nervenrohr der Wirbelthiere homologes Rohr besitzen, obgleich mit anderer Function, z. B. der eines Darmtheiles. Er erinnert dabei an die Bryozoen, die einen gebogenen Darmcanal besitzen, zwischen dessen oberen Enden das Nervenganglion liegt. Aus dem einen Schenkel könnte das Nervensystem, aus dem andern der Darm-

canal abgeleitet werden. Vielleicht aber auch sind die Nervensysteme der Anneliden und Wirbelthiere als zwei ihrer Form und Richtung nach verschiedene Stämme anzusehen, welche aus einer allgemeinen, von den beiden jetzt existirenden Formen sehr verschiedenen Grundform abzuleiten wären.

Das Wesentliche der Lehre *Kowalewsky's* gipfelt demnach in folgenden Punkten: Die Nervencentra der Wirbelthiere und Anneliden sind homologe Bildungen; doch entspricht morphologisch das Gehirn der Anneliden dem hinteren Rückenmarksende der Wirbelthiere. Das Markrohr steht zu gewisser Embryonalzeit in offener Verbindung mit dem Darmrohr.

Letzterer Punkt insbesondere dürfte nicht verfehlen viel Staub aufzuwirbeln. Und dennoch lassen sich selbst bei den höheren Wirbelthieren Annäherungen an einen solchen Zustand unschwer nachweisen, wenn ihm auch vielleicht eine andere morphologische Bedeutung beizumessen sein sollte. Von ungleich grösserem Gewicht erscheint sein Versuch der speciellen Homologie der entgegengesetzten Mark-Enden. Gerade die Begründung dieses Versuches dürfte sich wohl als nicht zureichend herausstellen. Im Uebrigen aber ist das Ergebniss als ein erfreuliches zu bezeichnen. Gerade die Anwendung des *Baer'schen* Principes, dass in der Kenntniss des Werdens der Organismen der Schwerpunkt für das Verständniss derselben ruhe, hat es ermöglicht, wenigstens Das als unanfechtbares Ergebniss hervorleuchten zu sehen, dass vom Standpunkt der Entwicklungsgeschichte aus die Medullarplatten bei Würmern, Arthropoden und Wirbelthieren als Ganzes homologe Bildungen darstellen. Nichtsdestoweniger ist hiermit weder die Differenz zwischen dorsaler und ventraler Lage der Nervencentra vollständig ausgeglichen, während andererseits ein neuer Gegensatz zwischen den zu vergleichenden Thierformen mit der Homologie der entgegengesetzten Enden der Medullarplatten gesetzt wäre. Die Typenlehre hätte damit eine etwas geänderte Grundlage erhalten, während in der That ein starkes Auseinanderweichen in den Bildungsplänen vorliegen würde.

Erwägt man die Grundlage, auf welche die zuletzt vorgebrachte Theorie sich stützt, so beruht sie darauf, dass bei *Lumbricus*, demjenigen Wirbellosen, welches von *Kowalewsky* zur Vergleichung speciell herangezogen wird, der Rest der Einstülpungsöffnung oder des *Gastrula-Mundes* vorne liegt und in den

bleibenden Mund des Wurmes übergeht, während der Rest des Gastrula-Mundes bei den Wirbelthierembryen hinten liegt, die Communication mit dem Darmrohr herstellt, sich darauf verschliesst und in das Medullarrohr aufgenommen wird. Wenn auch die Hauptgrundlagen der Entwicklung des Lumbricus als gewonnen bezeichnet werden müssen, so ist es besonders der Vorgang der allmäligen Verengerung des ursprünglich grossen Urmundes, welcher einer erneuerten Prüfung bedürftig erscheint.

Täusche ich mich nicht, so lässt der bestehende Gegensatz von vorne und hinten, von ventral und dorsal im Bereich der Vergleichung vielleicht eine Lösung zu.

Ueberblickt man die Entwicklungsformen der Wirbelthiere und der uns zunächst angehenden Wirbellosen, so kann man bei sämtlichen eine zweifache Form der Bildung des Primitivstreifens unterscheiden, welche als *disjunctive* und *conjunctive* Form auseinandergehalten werden können. Denselben Unterschied kann man alsdann für die Bildung der Primitivrinne annehmen.

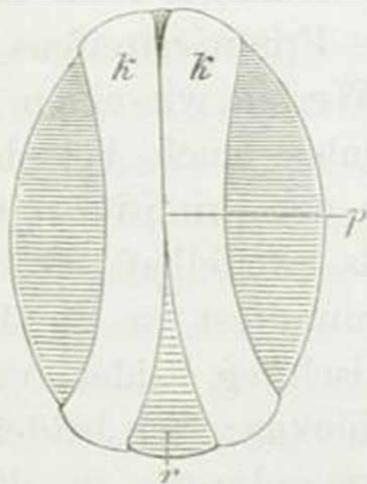
Die *disjunctive* Form der Primitivstreifenbildung ist die, bei welcher eine einzige Substanzplatte, die meist ovale Form besitzt, durch eine mehr oder minder tiefgreifende, der Längsaxe des Ovals entsprechende Einfaltung in zwei symmetrisch gelegene Keimstreifen sich trennt. Der Zusammenhang zwischen beiden Seitenhälften wird dabei nicht aufgehoben, wenigstens nicht in seiner Totalität, während an bestimmten Stellen eine vollständige Durchbrechung erfolgen kann. In allen Fällen greift die trennende Einfaltung, die Primitivrinne, weder auf das vordere noch das hintere Ende der Substanzplatte des Primitivstreifens über. Beide Seitenhälften, die Keimstreifen, gehen demgemäss am vorderen und hinteren Ende bogenförmig ineinander über. So lässt sich am Primitivstreifen ein vorderer und hinterer Schlussbogen unterscheiden. Die Primitivrinne erscheint als das, die vor sich gehende Trennung des Primitivstreifens in zwei Keimstreifen und damit zugleich die Bilateralität der Embryonalanlage signalisirende Moment.

Die *disjunctive* Form der Primitivstreifenbildung erscheint selten, bei den Wirbelthieren überhaupt nicht rein und ungemischt, vielmehr schliesst sich die *conjunctive* Form bei denselben, indem sie ein mehr oder minder ausgedehntes Gebiet von hinten her der schon bestehenden Anlage hinzufügt, enge an die vorher-

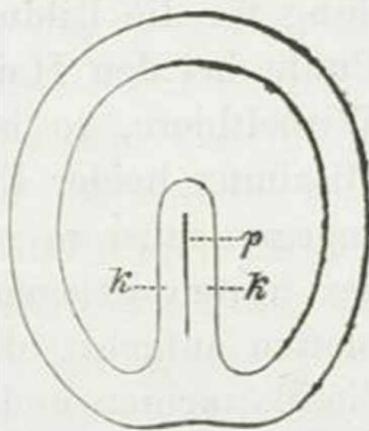
gehende Form an. Beide Formen bilden demnach keine absoluten Gegensätze, sondern gehen in einander über.

In grösserer Reinheit tritt bei gewissen Klassen die *conjunctive* Form der Primitivstreifbildung auf. Sie besteht darin, dass zwei vorher getrennte, unter Umständen weit von einander abliegende Keimstreifen durch *Zusammenrücken* (*Kowalewsky*) sich miteinander verbinden, zur Bildung des Primitivstreifens. Die Primitivrinne erscheint hier noch als der Ausdruck der früheren tieferen Trennung. Auch hier greift dieselbe weder auf den vorderen noch auf den hinteren Rand des Primitivstreifens über. Vielmehr sind bei dieser wie bei jener Bildungsform des Primitivstreifens die Keimstreifen aufzufassen als ein Substanzgürtel, welcher Urmund und Primitivrinne zwischen sich fasst.

In Fig. I ist von *Euaxes* ein Stadium des *conjunctiven* Primitivstreifens dargestellt, in welchem die beiden Keimstreifen *k*, die vorher weiter auseinanderlagen, zum grossen Theil zum Primitivstreifen zusammengesunken sind. Am hinteren



I.



II.

Fig. I. *Euaxes*-Embryo, n. *Kowalewsky*.

Fig. II. Hühner-Embryo.

*k* Keimstreifen. *p* Primitivrinne. *r* Urmundrest.

Ende des Embryo stehen sie noch auseinander, den Resttheil des Urmundes hier zwischen sich fassend. Der vordere Theil des Urmundes ist durch das Zusammenrücken der Keimstreifen schon zur Primitivrinne umgewandelt.

Fig. II zeigt ein frühes Stadium des *disjunctiven* Primitivstreifens des Hühnchens. Vorige Figur giebt die Bauchansicht des Wurms, diese die Rückenansicht des Hühnchens. In eine bereits bestehende Substanzplatte hat sich durch eine dorso-ventrale, soeben erst entstandene leichte Einfaltung oder Impression im Bereich der Längsaxe des Primitivstreifens die Primitivrinne gebildet, zu deren Seiten nunmehr die beiden Keimstreifen liegen. Man würde sich aber sehr täuschen, wenn man glauben wollte,

diese jetzt vorliegenden Keimstreifen, welche vorne einen deutlichen Schlussbogen zeigen, bildeten durch weiteres Wachstum den ganzen Embryo. Vielmehr nimmt der Primitivstreifen insbesondere dadurch an Länge zu, dass während vieler Brütstunden von hinten her immer neue Bezirke der Keimscheibe an den anfänglichen Primitivstreifen sich anlegen und zu dessen Verlängerung zusammenrücken; ein Umstand, der sogar bis auf den hintersten Rand der Keimscheibe seinen Einfluss zu äussern vermag. In entsprechender Weise verlängert sich die Primitivrinne nach hinten. Diese allmähig vor sich gehende Verlängerung der Anlage nach rückwärts kann man als durch Conjunction bewirkt dem äusserlich in disjunctiver Form auftretenden anfänglichen Theil des Primitivstreifens gegenüberstellen.

Nicht der gesammte Urmundrand, sondern nur ein Theil der Keimstreifen gelangt demnach beim Hühnchen zur Verwendung für die Bildung des Primitivstreifens. Aehnlich in diesem Punkt bei den Haien. Werfen wir einen Blick auf die übrigen Wirbelthiere, so ist offenbar auch bei den Säugethieren eine Mischung beider Formen der Primitivstreifenbildung vorhanden; dagegen muss es noch als zweifelhaft erscheinen, ob bei diesen der hinten gelegene Urmundrest in die Bildung der Medullarplatten aufgeht. Eine Mischung beider Formen zeigen wiederum die Batrachier und Amphioxus; bei beiden rücken die Ränder des hinten gelegenen Urmundrestes in die Medullarplatte ein. Reine conjunctive Form der Primitivstreifenbildung sehen wir dagegen bei den Haien und Knochenfischen. Es versteht sich von selbst, dass die intussusceptionelle Ausdehnung des Primitivstreifens in beiden Formen ausserdem ein Moment des Wachstums des Primitivstreifens darstellt, ohne aber einen Unterschied zu begründen.

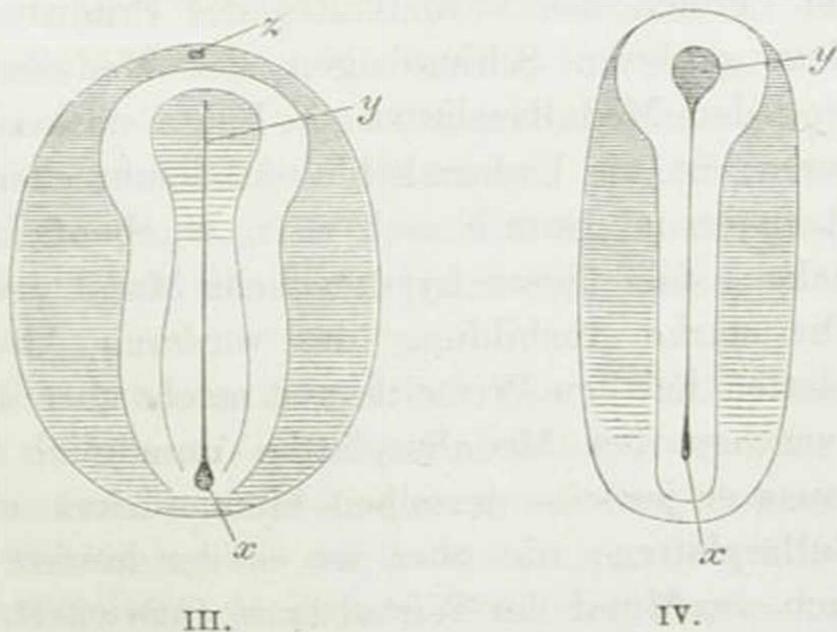
Von Wirbellosen ist noch *Lumbricus* zu betrachten, wobei sich ergibt, dass, ähnlich wie bei den Fröschen, eine Mischform der Primitivstreifenbildung anzunehmen ist.

Beide Formen nun, die disjunctive und conjunctive, stellen keinen inneren, morphologischen Gegensatz dar, sondern nur verschiedene, selbst vielfältig ineinander übergehende Erscheinungsmodi eines und desselben Grundplans, hervorgerufen durch Modificationen der Furchung und schliesslich insbesondere äusseren Verschiedenheiten des Eies. Es können nicht bloß disjunctive mit disjunctiven, conjunctive und conjunctive Formen mitein-

ander verglichen werden, sondern auch disjunctive mit conjunctiven Formen und umgekehrt. Weiterhin sind aber nicht bloß die Primitivstreifen beider Art untereinander vergleichbar, sondern ebenso sehr auch die Ergebnisse der Weitergestaltung der Primitivstreifen beider Art. Es ist zum Zweck grösserer Bestimmtheit der zu vergleichenden Bilder des Primitivstreifens nur nöthig, beide Formen auch äusserlich ineinander überzuführen. Wenn gleich die disjunctive Form als die einfachere und ursprüngliche erscheinen mag, so ist es doch leichter und für den vorliegenden Zweck übersichtlicher, die disjunctive Form in die conjunctive überzuführen, was in genügender Weise dadurch geschieht, dass man die disjunctive Primitivrinne sich noch weiter vertiefen lässt, ja dass man sie spaltet bis zum Entoderm oder in die Urdarmhöhle hinein und vom Urmundende bis zum Kopf- oder Schwanzende ihrer Länge.

Zwischen *Euaxes* und dem Hühnchen, Fig. I und II, ist die Vergleichung theilweise schon durchgeführt. Ebenso leicht gelingt dieselbe zwischen *Euaxes* und dem Frosch, Fig. I und III. In beiden Fällen wird man auch nicht im Zweifel sein können, den vorderen Schlussbogen des Primitivstreifens der *Euaxes*, den vorderen Schlussbogen des Primitivstreifens des Hühnchens und des Frosches als homologe Bildungen zu betrachten, desgleichen die hinteren Schlussbogen einander gleichzusetzen. Es besteht dagegen keine Veranlassung, den vorderen Schlussbogen der *Euaxes* dem hinteren Schlussbogen der genannten Wirbelthiere zu parallelisieren. Bei Letzteren wie bei *Euaxes* ist der am längsten offene Urmundrest *r* am hinteren Körperende gelagert.

Zwischen den Primitivstreifen vom Frosch und jenen des *Lumbricus*, Fig. III und IV, würde dieselbe Parallele zu ziehen sein. Ich stelle nicht das Vorderende



III. Frosch-Embryo, dorsal.  
IV. Regenwurm-Embryo, ventral. Schema.  
*x* hinteres, *y* vorderes Ende der Primitivrinne.  
*z* Stelle des späteren Froschmundes.

der Primitivrinne (Urmundrest) des Lumbricus (Fig. IV, *y*) mit dem Hinterende der Primitivrinne (Urmundrest) des Frosches (Fig. III, *x*) zusammen, sondern erachte die beiden Vorderenden nebst den zugehörigen Schlussbogen einander homolog, ebenso die beiden Hinterenden. Dieselbe Vergleichung findet alsdann zwischen Euaxes und Lumbricus statt, und darf man sich nur die Primitivrinne des Lumbricus vom Kopf- bis zum Schwanzende geschlitzt vorstellen, um sie für die Vergleichung geeigneter zu machen. Bei Lumbricus bleibt, wenn anders die Thatsachen mit hinreichender Genauigkeit erforscht sind, der Urmundrest am Vorderende des Primitivstreifens als bleibender Mund des Wurmes von vornherein offen, während der Mund bei Euaxes erst vermittelst einer Durchbrechung des Darmdrüsenblattes vollständig werden kann. Dies aber gründet sich, ohne das Wesen zu verändern, einfach auf den Umstand, dass Lumbricus eine invaginierte, Euaxes eine epibolische Gastrula entwickelt.

Dass bei den Wirbelthieren der Urmundrest, nicht der Urmund, für die Embryonalanlage (theils benützt, theils unbenützt) am Hinterende des embryonalen Körpers zu liegen kommt, während er gerade bei Lumbricus am Vorderende in den bleibenden Mund übergeht, dies Verhältniss ist nicht so bedeutungsvoll, als es anfänglich scheinen möchte, und kann nicht dazu benützt werden, eine Homologie der entgegengesetzten Enden der Medullarplatten zu begründen. Wäre die Mundöffnung der Wirbelthiere ebenfalls noch zu irgend einer Zeit ihrer Entwicklung im Bereich des Vorderendes der Primitivrinne gelegen und von dem vorderen Schlussbogen der Medullarplatten umfasst, statt vor den Medullarplatten, in Folge stärkerer Ausbildung der letzteren, in die Urdarmhöhle durchzubrechen, so würden wir bei Amphioxus, beim Frosch u. s. w. ebenfalls zu sehen Gelegenheit haben, dass dieser hypothetische Mund am längsten offen bliebe. Die starke Ausbildung der vorderen Abschnitte der Medullarplatten bei den Wirbelthieren macht aber die Bildung des Mundes zwischen den Medullarplatten unmöglich und in Folge dessen muss er jenseits derselben hinausrücken und zwar vor die Medullarplatten; nie aber ist es der hintere Urmundrest, aus dem sich der Mund der Wirbelthiere entwickelt. Dieser vielmehr verschliesst sich ja gleichfalls und wird bezüglich seiner Ränder als hinterer Schlussbogen ebenso in die Bildung des Medullarrohrs aufgenommen, wie weiter vorwärts gelegene Abthei-

lungen. Ob dieser oder jener Theil des grossen, von den Medullarplatten umfassten Schlitzes länger oder weniger lang offen bleibt, früher oder später oder überhaupt nicht sich schliesst, liegt in den Verhältnissen des Mechanismus und in den Zielen der Entwicklung der einzelnen Abschnitte desselben begründet, schwerlich aber wird man hieraus zu dem Versuch einer Homologisirung der entgegengesetzten Medullarenden zu schreiten genöthigt sein. Das Verhalten der *Euaxes* gegenüber den Wirbelthieren giebt hierfür eine wichtige Unterstützung.

Indessen ist noch ein Anderes zu berücksichtigen. Bei *Lumbricus* und anderen die invagirierte Gastrula entwickelnden Thierformen, z. B. *Amphioxus*, würde man mit Unrecht blos den letzten Rest der Einstülpungsöffnung, wie er kurz vor dem völligen Verschluss oder zur Zeit seiner Gestaltung zum bleibenden Mund beschaffen ist, zur Vergleichung heranziehen. Der Urmund ist vielmehr zur Zeit seiner ersten Bildung bedeutend grösser und entspricht einem grössten Kreis des kugligen Keims. Erst allmählig wird er enger und enger und gelangt zu seinem definitiven Ende. Legt man seine anfängliche Grösse und Lagerung, und dementsprechend seine Substanzränder zu Grunde, so erscheint es garnicht unmöglich, vom Rande des Urmundes aus eine conjunctive Form der Primitivstreifenbildung zu construiren, so dass Kopfende des *Lumbricus* und *Amphioxus* als homologe Bildungen zur Anschauung gelangen. So erklärt es sich auch vielleicht, dass die invagirierte Gastrula der Wirbelthiere den Primitivstreifen nicht durch reines Zusammenrücken der den Urmund umschliessenden Keimstreifen ausbildet, sondern durch eine Mischform, indem das Zusammenrücken der vorderen Theile des Primitivstreifens durch die allmähliche Urmundverengerung gewissermassen verdeckt und der directen Anschauung unzugänglich gemacht wird, während bei *Lumbricus* das vordere Ende der Primitivrinne als Mund offen bleibt.

Während also bei *Kowalewsky* dem *x* der Fig. III das *y* der Fig. IV entspricht und ebenso die zugehörigen Schlussbogen der Primitivstreifen d. i. das Gehirn des Gliederwurmes dem hinteren Rückenmarksende des Wirbelthieres, würde man nach dem Vorausgegangenen eine solche 180° betragende Drehung des einen Embryo um eine verticale Axe zur Vergleichung nicht vorzunehmen haben, vielmehr würde in beiden Figuren *x* dem *x*, *y* dem *y* homolog, nicht nur analog sein. Mit anderen Worten, das

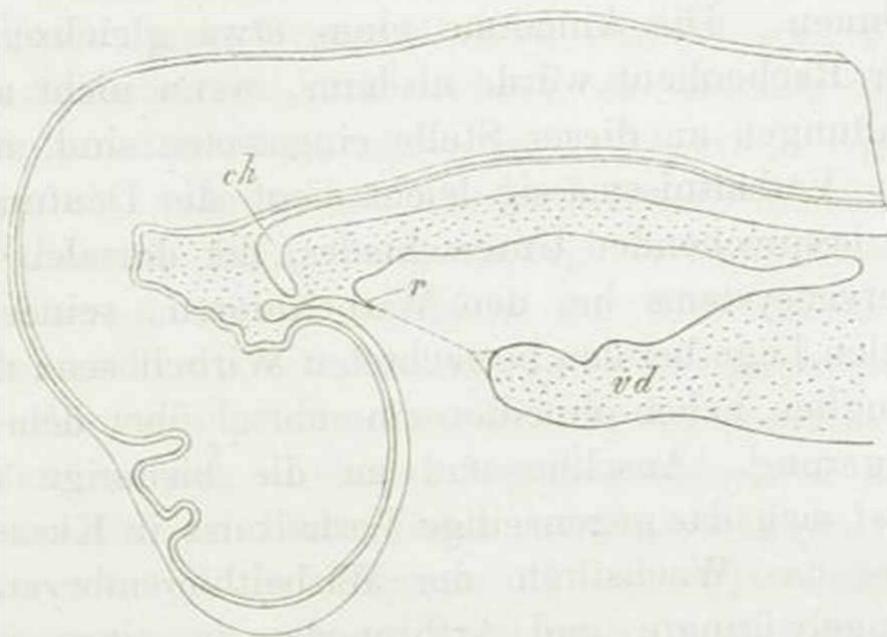
Gehirn der Wirbelthiere ist als das Homologon des Gehirns der Wirbellosen zu betrachten. Als Gehirn der Wirbellosen erscheinen aber nicht blos die oberen, sondern auch die unteren Schlundganglien, wie schon *Leydig* aus vergleichend anatomischen Gründen angegeben hatte. Dies ergibt sich aus der Berücksichtigung der Region des Medullarrohrs der niederen Wirbelthiere, in welcher das Vorderende der Primitivrinne, als das Homologon der Schlundpforte der Ringelwürmer, sich befindet. Die Bauchkette der letzteren entspricht weiterhin dem Rückenmark der Wirbelthiere. Spinale und sympathische Ganglien spielen in dieser Beziehung nur eine untergeordnete Rolle und kann von deren Heranziehung Umgang genommen werden. Der Uebergang des Gehirnes in das Rückenmark zeigt bei vielen Gliederthieren eine weitgehende Trennung; bei den Wirbelthieren geschieht er so allmähig, dass eine wirkliche Grenzlinie nicht zu geben ist.

Bevor ich mich zur Erörterung der dorsalen Lage der Keimstreifen bei den Wirbelthieren, ihrer ventralen Lage bei den Gliederthieren wende, ist jener von *Dohrn* aufgestellten, für den ersten Anblick vielleicht seltsam erscheinenden Hypothese unsere Aufmerksamkeit zu widmen, nach welcher bei den Wirbelthieren der Oesophagus ursprünglich zwischen den Kleinhirnschenkeln, in der Rautengrube des verlängerten Markes eine dorsale Mündung gehabt habe.

Müssen die Wirbelthiere, den descendenztheoretischen Standpunkt zugegeben, wirklich jemals als solche einen dorsalwärts mündenden Darmcanal besessen haben? Der Annahme nach würde dieser ursprüngliche Mund weit hinter die vordere Chordaspitze zu liegen kommen. Ich suchte oben das Homologon des Schlundes der Ringelwürmer seiner Lage nach in dem Vordertheil der Primitivrinne der niederen Wirbelthiere. Diese Stelle würde dem dritten Ventrikel des weiter entwickelten Gehirnes entsprechen, in dessen ventraler Verlängerung dem Infundibulum cerebri, wie *Leydig* schon behauptet hatte. Obgleich zwischen dem dritten Ventrikel und dem Vorderdarm eine directe Communication wohl bei keinem embryonalen Wirbelthier mehr nachweisbar ist, wird dieser Oertlichkeit doch das grössere Gewicht aus den angeführten Gründen beizumessen sein. Andererseits aber glaube ich nicht annehmen zu müssen, dass die Wirbelthiere jemals als solche einen das Gehirn durchbohrenden Oesophagus wie die Gliederthiere gehabt haben. Stammen die Wirbelthiere

von Anneliden ähnlichen Vorfahren ab, so werden sie zwar nothwendig als annelidenähnliche Geschöpfe einen Nervenschlundring und einen ihn durchsetzenden Oesophagus gehabt haben müssen, indessen nicht mehr als Wirbelthiere. Vielmehr erreichten sie ihre Wirbelthiernatur zum grossen Theil eben dadurch, dass die frühere Durchbohrung der Medullarplatten verstrich und damit ein Hauptcharakter der Annelidennatur vernichtet wurde. Als neuer Mund der Wirbelthiere war nach *Dohrn's* schöner Annahme eine eigentliche Neubildung nicht nöthig, insofern die neue Mundöffnung früher als Kiemenöffnung vorhanden gewesen sein konnte.

Was die *Rathke'sche* Tasche betrifft, so hielt man dieselbe bekanntlich bis vor kurzer Zeit als ein Gebilde des Vorderdarms, welches mit dem Hirntrichter in Verbindung trete und die Hypophyse erzeuge. *Goette* und *Mi-*



*halkovics* haben dieselbe bei höheren Wirbel-

Fig. V. *Acanthias*-Embryo von ca. 15 Mm. Länge.  
*ch* Chorda. *r* Rachenhautfortsatz. *vd* Vorderdarmwand.  
 thieren als ein ectodermales Organ kennen gelehrt, welches jenseits des Vorderdarms seine Lage hat und mit der Ausbildung der Kopfbeuge im Zusammenhang steht. Schon *Dohrn* hatte an Hai-Embryen nach einer Communication der *Rathke'schen* Tasche mit dem Trichter gesucht, ohne zum erwünschten Ergebniss zu gelangen. Eine solche Communication besteht in der That nicht, sondern es finden sich bezüglich der Abstammung der Tasche und ihres Verhältnisses zum Gehirn völlig die Verhältnisse wieder, wie wir sie von den höheren Wirbelthieren kennen. Fig. V zeigt das Bild eines Medianschnittes durch einen *Acanthias*-Embryo von nahe 15 Mm. Länge. Die Rachenhaut ist bereits durchbrochen, eine höchst beträchtliche Kopfbeuge vorhanden. Von der Rachenhaut befindet sich noch ein Rest hinter der Tasche,

Hypophysen- oder Rachenhautfortsatz. An dessen Basis befinden sich zwischen der ecto- und entodermalen Zellenlage noch mesodermale Elemente. Die *Rathke'sche* Tasche endet hirnwärts nicht spitz, sondern mit einer kleinen Ausbuchtung. Das Vorderende der Chorda biegt in rechtem Winkel bauchwärts um und bewirkt mit abgerundeter Spitze, welche übrigens der Hinterwand der Tasche nicht unmittelbar anliegt, eine leichte Vorwärtsbiegung jener Hinterwand.

Wollte man sich auch eine Verbindung des dritten Ventrikels mit der genannten Tasche als früher einmal gegeben denken, so würde der hypothetische Canal, ohne dass die Rachenhaut einen Durchbruch erlitten, mit dem Darm nicht communicirt haben können. Die Annahme eines etwa gleichzeitigen Durchbruches der Rachenhaut würde alsdann, wenn nicht anderweitige Umgestaltungen an dieser Stelle eingetreten sind, nothwendig werden.

Verhältnissmässig leicht liegt die Deutung des letzten noch zu besprechenden Unterschiedes, der dorsalen Lage des centralen Nervensystems bei den Wirbelthieren, seiner grossentheils ventralen Lage bei den betrachteten Wirbellosen; die oberen Schlundganglien haben ohnedies eine dorsal über dem Darmrohr gelegene Lagerung. Anschliessend an die bisherige Auseinandersetzung lässt sich das gegenseitige Verhältniss in Kürze damit bezeichnen, dass das Wachsthum der Wirbelthierembryonen gegenüber den Ringelwürmern und Arthropoden in einer fortgesetzt dorsalwärts aufsteigenden Linie erfolgt, während von den genannten Wirbellosen nur der erste Versuch eines solchen Wachsthums gemacht wird.

Am schärfsten tritt das Verhältniss hervor bei der conjunctiven Form der Primitivstreifenbildung, ohne dass die disjunctive Form von der wesentlichen Uebereinstimmung ausgeschlossen wäre.

Man befände sich im Irrthum, wenn man annehmen wollte, das centrale Nervensystem der Wirbelthiere sei schon von Anfang an dorsal gelagert. Es liegt vielmehr ursprünglich ventralwärts wie bei den Gliederthieren. Dies ergibt sich sofort, wenn man bedenkt, dass auch bei den Wirbelthieren die Medullarplatten den Urmund umkreisen und dass letzterer in ventraler Ebene liegt. Die einfachsten Beispiele sind die Haie, Knochenfische, Störe, auch das Hühnchen, in frühen Embryonalstadien, wann diese Thiere nur eine von den Keimstreifen begrenzte, schwach dorsalwärts gewölbte Scheibe darstellen. Der vordere Schluss-

bogen der Keimstreifen, als »erste Embryonalanlage« der Autoren bekannt, ist das erste Stück der bereits in starkem Winkel auf den Rücken der Keimscheibe zurückgebogenen Keimstreifen. An kleineren Eiern, wie bei den Knochenfischen, ist das dorsale Ansteigen der Keimstreifen am leichtesten zu bemerken; denkt man sich aber Haifisch-, Hühnerkeimscheiben stärker gewölbt, so tritt es ebenfalls deutlich zu Tage.

Aber auch bei dem Amphioxus oder dem Frosche treffen wir ein ähnliches Verhalten der ursprünglich ventral den Urmund umkreisenden, und alsdann dorsalwärts ansteigenden Keimstreifen; am besten hervortretend, wenn man sich wiederum die Primitivrinne bis zum Urmundrest geschlitzt vorstellt. Dazu kommt, dass die ursprüngliche Lage des hinteren Urmundtheiles, nunmehrigen Urmundrestes selbst sich verändern kann, indem sie allmählig von ihrer ventralen Stelle an den Rand rückt und schliesslich sogar sich dorsalwärts wendet (Amphioxus, Frosch, Knochenfische). Bei anderen Wirbelthieren (Hühnchen, Haien) erreicht dieses dorsale Ansteigen früher sein Ende, insofern der Urmundrest z. B. bei dem Hühnchen sich schon frühzeitig von der Primitivrinne trennt und bis zur Beendigung der Entwicklung in seiner ursprünglichen ventralen Stellung verbleibt: Modificationen, die mit den grossen Ausdehnungen der Dotterkugel zusammenhängen.

Zur Erläuterung ist auf die Figuren VI und VII hinzuweisen, welche Seitenansichten eines Ringelwurm- und Wirbelthierembryo schematisch wiedergeben, so jedoch, dass die Keimstreifen beider Seiten sichtbar sind.

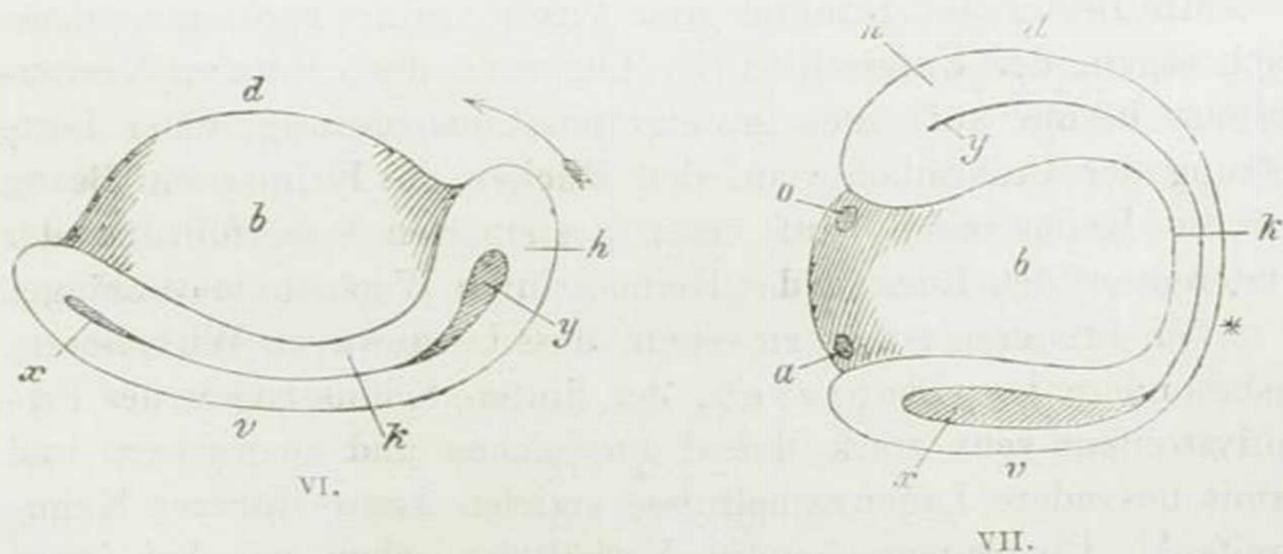


Fig. VI. Schema eines Ringelwurm-Embryo.

Fig. VII. Schema eines Wirbelthier-Embryo.

a Analöffnung. b Blastoderm. d Rücken. h Gehirn. k Keimstreifen. o Mund.  
v Bauch. x hinteres, y vorderes Ende der Primitivrinne.

*d* bedeutet in beiden Figuren den Rücken, *v* den Bauch des Embryo, *b* das Blastoderm, zunächst das Ectoderm. *xy* zeigt die Ausdehnung des Urmundes dieses Stadiums. *y* bezeichnet zugleich das Vorderende, *x* das Hinterende der Primitivrinne, den Urmundrest. *y* Fig. VI deutet auf die Mundöffnung des Wurmes, *o* Fig. VII auf die Mundöffnung des Wirbelthieres, *a* auf die Analöffnung beider. Der vordere Schlussbogen des Primitivstreifens *h* bildet die Schlundganglien und das Gehirn.

Fig. VI entspricht auch der ersten Anlage eines Haiembryo u. s. w. und darf man sich nur den ganzen Keim viel stärker dorsoventralwärts comprimirt und die Urmundränder weit auseinandergezogen und in Kreisform gebracht denken.

Fig. VII zeigt einen weiter entwickelten Wirbelthierembryo. Wir sehen noch den ventral gelagerten Urmundrest *x*, welcher vom hinteren Schlussbogen des Primitivstreifens umgeben ist. Während bei dem Gliederwurm der vordere Schlussbogen nur wenig über die ventrale Region erhaben ist, zeigt sich bei dem Wirbelthier das dorsale Ansteigen des vorderen Schlussbogens und eines grossen Theiles des Körpers des Primitivstreifens sehr stark ausgesprochen. Beim Gliederthier dagegen verbleibt er grösstentheils in seiner ursprünglichen ventralen Lage. Im weiteren Verlauf der Wirbelthierentwicklung greifen, wie oben bemerkt, verschiedene Verhältnisse Platz: der Primitivstreifen kann völlig auf den Rücken gelangen, oder ein Theil bleibt in ventraler Lage. Die Lösung eines vorderen Theils des Primitivstreifens vom hinteren ist in Fig. VII mit einem Stern angedeutet.

Mit Bezug auf Urmund und Primitivrinne kann man demnach sagen, der Unterschied der Lagerung des centralen Nervensystems beruhe auf einer gesteigerten Ueberführung, einer Fortsetzung der Urdarmhöhle auf den Rücken des Keims; mit Bezug auf die Keimstreifen, auf einer gesteigerten Ueberführung der letzteren auf den Rücken des Keims, durch Wachsthumsvorgänge.

Von Interesse ist es zu sehen, dass bei gewissen Wirbellosen, insbesondere Lepidopteren, der hintere Schlussbogen des Primitivstreifens sehr stark dorsal ausweichen und auswachsen und damit besondere Lagenverhältnisse erzielen kann (innerer Keimstreifen). Ein entsprechendes Verhältniss sehen wir bei jenen Wirbelthieren, bei welchen der hintere Schlussbogen Aufnahme in die Embryonalanlage findet, z. B. beim Frosch, dessen eigenthümliche Entwicklung des Ruderschwanzes bekannt ist.

Fassen wir die Beziehungen der Medullarentwicklung zusammen, so repräsentiren die Ringelwürmer und Arthropoden einen niederen Zustand, der von den Wirbelthieren durchlaufen und überwunden wird, während erstere in demselben stehen bleiben. Um an den Eingangs angeführten Gedanken *St. Hilaire's*, die Gliederthiere seien auf dem Rücken laufende Wirbelthiere, mit kurzen Worten anzuknüpfen, besitzt also auch das Nervensystem der Wirbelthiere ursprünglich Bauchlage und man könnte umgedreht meinen, die erwachsenen Wirbelthiere seien auf der Darmseite laufende Gliederthiere, in diesen Zustand gelangt durch dorsale Wachstumsdrehung um die Queraxe des Eies.

Eine morphologische Verwandtschaft scheint hiernach in der That durchgeführt werden zu können. Ein gewichtiger morphologischer Unterscheidungspunkt besteht indessen immerhin bezüglich der beiderlei Mundöffnungen. Nur die Annahme, dass die starke Entwicklung der Medullarplatten bei den Wirbelthieren die Ausbildung einer Mundbildung zwischen ihren beiden Schenkeln verhindert und sie nach vorne verdrängt, half über diese Schwierigkeit hinweg. Ferneren Untersuchungen der Thierentwicklung wird es zufallen, hierüber weiteres Licht zu verbreiten.

Das Bestreben, in der Mannigfaltigkeit der Entwicklungserscheinungen die leitenden architectonischen Gedanken zu erkennen, bildet das Gepräge der heutigen embryologischen Forschung. Dazu gesellt sich das weitere Vorgehen, die erkannte morphologische Verwandtschaft descendenztheoretisch zu verwerthen. Letzteres konnte erst zur Geltung gelangen, als das Beobachtungsmaterial reichlicher aufgeschlossen war. Auch das unserer Betrachtung vorgelegene Problem drängte zu einer Lösung aus einheitlichem Gesichtspunkt. Morphologische Verwandtschaft bedingt indessen nicht an und für sich auch historische Verwandtschaft. Erstere kann bestehen, ohne letztere zur nothwendigen logischen Folge zu haben. Ob thatsächlich ein historischer Zusammenhang besteht, ist das Räthsel der Erstzeugung der Arten.



# Sitzungsberichte

der

## Naturforschenden Gesellschaft

### zu Leipzig.

---

N<sup>o</sup> 2. 3. 4.      Februar. März. April.      1877.

---

Sitzung vom 13. Februar 1877.

Herr Geheimrath Prof. Dr. **Bruhns** zeigte und besprach ein neues Anemometer von *Rosenmüller* in Dresden.

Herr Geheimrath Prof. Dr. **Bruhns** sprach ferner über die kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter.

Herr Dr. v. **Zahn** sprach hiernach über die aus Metallen und schlecht leitenden Flüssigkeiten gebildeten galvanischen Ketten und *Righi's* Theorie der elektromotorischen Kräfte derselben.

Herr Prof. Dr. **Hermann Credner** berichtete sodann über ein neues Vorkommen des Alunites.

Die weissen von Braunkohlen überlagerten Quarzsande der untersten Stufe des Oligocän (der Knollensteinzone) zeichnen sich an einem Aufschlusspunkte am flachen westlichen Gehänge des Mulde-Thales oberhalb der *Harkort'schen* Chamotte-Fabrik unweit Wurzen (östlich von Leipzig) dadurch aus, dass sie erbsen- bis nuss- ja apfelgrosse, kugelige Concretionen von Alunit (Alaunstein) in grosser Häufigkeit führen. Die bisher bekannt gewordenen Vorkommnisse dieses Minerals gehören vulkanischen Gebieten an, wo sie aus der Zersetzung trachytischer Gesteine

durch Schwefelwasserstoff-Exhalationen hervorgegangen sind. Gewisse Analogien mit dem Wurzener Alunit-Vorkommen bietet das Auftreten des Löwigites (eines dem Alunite nahe verwandten, nur durch seinen grösseren Wassergehalt von ihm verschiedenen Mineralen) in Form sphaeroidischer Concretionen in dem Pochhammer Steinkohlenflötze bei Zabrze in Oberschlesien, sowie das ganz ähnliche Vorkommniss des Aluminites in den Oligocänsanden von Halle a/S. —

Herr Dr. R. Sachsse sprach schliesslich Ueber die quantitative Bestimmung von Dextrose und Invertzucker.

Vor einiger Zeit<sup>1)</sup> habe ich ein Verfahren zur quantitativen Bestimmung reducirender Zucker mit Hülfe einer alkalischen Jodquecksilberlösung beschrieben. Die damals zur Feststellung des Wirkungswerthes der Quecksilberlösung benutzte Dextrose war aus dem sog. chemisch reinen Traubenzucker des Handels bereitet worden. Letzterer ist ein ziemlich wasserhaltiges Präparat, das beim Zerreiben fast breiförmig wird. Um dieses Wasser zu entfernen, wurde daher zunächst die feuchte zerquetschte Masse so lange mit immer erneuten Mengen absoluten Alkohol behandelt, bis sie sich in eine vollkommen trockene pulverförmige Substanz verwandelt hatte. Dieselbe wurde dann zweimal aus absolutem Alkohol umkrystallisirt. Die erhaltenen Krystalle waren vollkommen weiss, schmolzen indess immer noch unter Wasserverlust im Luftbade bei 100°. Das moleculare Rotationsvermögen der bei 100° getrockneten Substanz für den gelben Strahl wurde zu 54,6° nach rechts bestimmt. Hiernach sowie nach der Art der Darstellung musste ich die Substanz für rein halten<sup>2)</sup> und trug kein Bedenken, sie den weiteren Bestimmungen zu Grunde zu legen. Wie früher mitgetheilt (loc. cit.) wurde gefunden, dass 40 CC der alkalischen Jodquecksilberlösung durch 0,1501 Dextrose reducirt werden.

1) Vgl. Diese Berichte 3. Jahrg. p. 17.

2) Die Arbeit von Tollens, Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. 9. Bd. p. 1531, nach welcher das moleculare Rotationsvermögen der wirklich reinen Dextrose zu 53,1 anzunehmen ist, erschien erst später.

In diesem Winter in Begriff meine Methode zur quantitativen Bestimmung reducirender Zucker auf einem anderweiten Untersuchungsgebiet anzuwenden, controllirte ich den früher gefundenen Wirkungswerth der Quecksilberlösung nochmals an chemisch reiner Dextrose, die, aus Invertzucker nach der Methode von Schwarz dargestellt, endlich nach monatelangem Stehen vollkommen weiss und wasserfrei aus der sauren alkoholischen Flüssigkeit auskrystallisirt war. Hierbei fand ich eine andere Zahl wie früher, die ich nunmehr auf Grund der vielfältigen sogleich mitzutheilenden Controllebestimmungen für die richtige halten muss. Die frühere Angabe, dass 40 CC der nach Vorschrift bereiteten Jodquecksilberlösung durch 0,1501 Dextrose reducirt werden, ist also irrthümlich, und es muss daher das Präparat, welches bei diesen Bestimmungen angewandt wurde, trotz der zweimaligen Umkrystallisation aus absolutem Alkohol immer noch unrein gewesen sein.

Zur Prüfung der Reinheit der aus Invertzucker erhaltenen Dextrose wurde der Zuckergehalt gleichzeitig mit Hülfe der *Fehling'schen* Flüssigkeit bestimmt. Die Bestimmungen mit Hülfe der letzteren wurden stets gewichtsanalytisch ausgeführt, wobei das ausgeschiedene Kupferoxydul schliesslich in Oxyd übergeführt und als solches gewogen wurde. Die Ueberführung des Oxydul's in Oxyd geschieht leicht und ohne Verlust, wenn man das erstere nach dem Verbrennen des Filters recht lange ( $\frac{1}{2}$  Stunde lang) bei offenem Tiegel glüht, dann mit Salpetersäure befeuchtet und auf dem Wasserbade, beziehentlich zuletzt im Luftbade so lange trocknet, bis das grüne basische Salz zum Vorschein kommt. Letzteres lässt sich dann ohne zu spritzen bei bedecktem Tiegel durch weiteres Glühen in Oxyd überführen. Ich habe anfangs versucht die von Löwe<sup>1)</sup> vorgeschlagene Glycerin-Kupferoxyd-Natronlösung anzuwenden und in einigen Fällen sehr gute (99,7 p. C. des angewandten Zucker's), in andern trotz aller Vorsicht und genauen Einhaltung der Regeln zu hohe Resultate (bis 106,3 p. C.) erhalten, so dass ich zuletzt zu der ursprünglichen *Fehling'schen* Lösung zurückkehrte.

Ich gehe nun zu der Mittheilung der einzelnen Bestimmungen über.

- 1) Angewandt 1,281 Gr. Dextrose aus Invertzucker, gelöst in 200 CC Wasser.

1) Vgl. Zeitschr. f. analyt. Chemie 9. Bd. p. 20 u. 224.

Gefunden :

- a) 16 CC gaben 0,2267 CuO = 0,1028 C<sup>6</sup>H<sup>12</sup>O<sup>6</sup>  
 b) 16 » » 0,2262 » = 0,1025 »  
 c) 16 » » 0,2282 » = 0,1035 »  
 d) 16 » » 0,2275 » = 0,1031 »

oder in Procenten des angewandten Zucker's:

- a) 100,3 p. C.  
 b) 100,0 »  
 c) 101,0 »  
 d) 100,6 »

Zur Reduction von 40 CC der Quecksilberlösung wurden verbraucht:

- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| a.      | b.      | c.      | d.      |
| 20,9 CC | 20,9 CC | 20,9 CC | 20,9 CC |

der Zuckerlösung. Dieses Volumen enthält 0,1339 Dextrose nach Berechnung.

2) Angewandt 0,9090 Dextrose, gelöst in 200 CC Wasser.

Gefunden :

- a) 23 CC gaben 0,2300 CuO = 0,1043 C<sup>6</sup>H<sup>12</sup>O<sup>6</sup>  
 b) 23 » » 0,2300 » = 0,1043 »

oder in Procenten :

- a) 99,80  
 b) 99,80

Zur Reduction von 40 CC der Quecksilberlösung wurden verbraucht: 29,5 CC

der Zuckerlösung. Dieselben enthalten 0,1341 Dextrose.

3) Angewandt 2,1925 Dextrose, desselben Präparat's, welches zu der Versuchsreihe 2 gedient hatte, gelöst in 400 CC Wasser.

Zur Reduction wurden verbraucht:

- |              |          |          |          |
|--------------|----------|----------|----------|
| a.           | b.       | c.       | d.       |
| 24,6 CC      | 24,6 CC  | 24,5 CC  | 24,6 CC  |
| mit 0,1348 » | 0,1348 » | 0,1340 » | 0,1348 » |

4) Angewandt 1,0075 Gr. desselben Präparat's, gelöst in 200 CC, verbraucht:

- 26,6 CC  
 mit 0,1340 Gr. Dextrose.

5) Angewandt 1,0145 Gr. desselben Präparat's, gelöst in 200 CC, verbraucht:

- 26,5 CC  
 mit 0,1344 Gr. Dextrose.

Als Mittelzahl aus den sämtlichen oben angegebenen Bestimmungen folgt 0,1342 Gr. Dextrose, welche also genau 40 CC der nach Vorschrift bereiteten alkalischen Jodquecksilberlösung reduciren. Man könnte vielleicht geneigt sein, die Differenz, welche zwischen dieser mit Dextrose aus Invertzucker erhaltenen Zahl, und der früher mit Hülfe von Dextrose aus Stärke Zucker gewonnenen besteht, als Andeutung einer zwischen beiden Zuckern bestehenden Verschiedenheit aufzufassen. Dass dies nicht der Fall ist, werde ich gelegentlich einer später zu veröffentlichenden anderweiten Untersuchung beweisen. Diese Differenz kann lediglich hervorgerufen sein durch einen, trotz zweimaligem Umkrystallisiren aus absolutem Alkohol und trotz des nahezu richtigen Rotationsvermögen, dem früheren Präparat anhaftenden Gehalt eines nicht reducirenden Körpers.

Die Zahl 0,1072, welche ich früher (*loc. cit.*) als Reductionswerth des Invertzucker's für 40 CC Quecksilberlösung angegeben habe, bleibt natürlich von den vorstehenden Erörterungen unberührt, und es bleibt somit auch die früher erwähnte Möglichkeit erhalten, durch Combination des *Fehling'schen* Verfahrens mit meiner Quecksilbermethode Gemische von Dextrose und Invertzucker zu analysiren. Als weitere Belege hierfür theile ich noch die Analyse eines aus reinem Rohrzucker bereiteten Invertzucker's und eines Gemisch's von diesem mit Dextrose mit.

- 1) Angewandt 3,225 Rohrzucker = 3,395 Invertzucker (nach der Vorschrift von *C. Nicol*<sup>1)</sup> invertirt), gelöst in 500 CC Wasser.

Gefunden:

- a) 12 CC gaben 0,1810 CuO = 0,0821 C<sup>6</sup>H<sup>12</sup>O<sup>6</sup>  
 b) 12 » » 0,1798 » = 0,0815 »  
 c) 12 » » 0,1795 » = 0,0814 »

oder in Procenten:

a) 100,7

b) 100,0

c) 99,9

Zur Reduction von 40 CC der Quecksilberlösung wurden verbraucht: 15,9 CC

Dieses Volumen enthält also 0,1072 Invertzucker oder 500 CC 3,371, das ist 99,3 p. C.

1) Vgl. Zeitschr. f. analyt. Chemie 14. Bd. p. 177.

2) Angewandt 0,6405 Dextrose und 0,6790 Invertzucker, zusammen in 200 CC Wasser gelöst.

a) 16 CC gaben 0,2305 CuO = 0,1045 C<sup>6</sup>H<sup>12</sup>O<sup>6</sup> (Dextr. u. Invertz.)

b) 16 » » 0,2290 » = 0,1038 »

Zur Reduction von 40 CC Quecksilberlösung wurden verbraucht:

18,3 CC

Legt man das Mittel von a und b = 0,1042 C<sup>6</sup>H<sup>12</sup>O<sup>6</sup> in 16 CC zu Grunde, so berechnen sich für 18,3 CC 0,1191 Dextrose + Invertzucker. Man hat also als erste Gleichung

$$x + y = 0,1191$$

worin  $x$  Dextrose,  $y$  Invertzucker.

Als zweite Gleichung hat man

$$x \cdot 5,365 + y \cdot 6,71 = 0,72$$

worin 5,365 der Quotient  $\frac{0,72}{0,1342}$ , 6,71 der Quotient  $\frac{0,72}{0,1072}$  und 0,72 die in 40 CC der Quecksilberlösung enthaltene Menge von Jodquecksilber ist. Durch Auflösung beider Gleichungen erhält man:

$$y = 0,0602$$

$$x = 0,0588$$

in 18,2 CC oder in 200 CC 0,6426 Dextrose und 0,6579 Invertzucker.

#### Sitzung vom 13. März 1877.

Herr Prof. Dr. His zeigte und besprach Gyps-Abgüsse menschlicher anatomischer Präparate.

#### Sitzung vom 10. April 1877.

Herr Geheimrath Prof. Dr. Hankel sprach über elektrische Induction.

Einige historische

Nach dem Tode des Königs Friedrich August II.

im Jahr 1763.

Die Zeit nach dem Tode des Königs Friedrich August II.

Die Zeit nach dem Tode des Königs Friedrich August II.

Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.

Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.

# Sitzungsberichte

der

## Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig.

---

---

N<sup>o</sup> 5. 6. 7.

Mai. Juni. Juli.

1877.

---

---

### Sitzung vom 8. Mai 1877.

Herr Prof. Dr. Hennig sprach über einen neuen Versuch, die Kräfte bei der Geburt zu messen.

### Sitzung vom 12. Juni 1877.

Herr Prof. Dr. Rauber sprach über den Ursprung des Blutes und der Binde-substanzen.

Das Blut, in den Lehrbüchern systematischer Anatomie als besonderes Organ selten behandelt, von den Physiologen längst als ein Organ betrachtet, welches vor den übrigen Organen des Körpers sich in Bezug auf seine systematische Stellung durch nichts als seine Flüssigkeit und seine ununterbrochene Bewegung unterscheidet, besitzt letztere beiden Eigenschaften nicht schon von Anfang an, sondern erwirbt dieselben erst während weiterer embryonaler Ausbildung und bildet ursprünglich ein solides, nicht flüssiges, unbewegtes Zellengewebe, wie die übrigen Organe auch. Doch stellt das Blut noch insofern einen besonderen Saft dar, als man über seinen Ursprung sehr verschiedener Meinung ist und fast jeder Autor, der die Blutfrage untersuchte, zu einem anderen Ergebniss gelangte.

Nicht ohne Anzüglichkeit richtet *Oken* in seiner Kritik von *Pander's* erster entwicklungsgeschichtlicher Schrift an Letzteren die sonderbare Frage, ob denn auch das Blut aus Faltenbildungen hervorgehe. Solche seltsame Frage richtet sich heute an Niemanden mehr, vielmehr ist zu untersuchen, ob überhaupt das Blut aus Furchungskugeln seinen Ursprung nehme, und wenn, aus welchen Gruppen derselben, aus welchem Keimblatt.

Der neueste Forscher über diesen Gegenstand, Herr Professor *Kölliker*, leitet das Blut des Hühnchens und Säugethiers vom oberen Keimblatt ab; *Goette* findet beim Hühnchen den Ursprung des Blutes in Furchungskugeln, welche vom Boden der Keimhöhle zwischen die Keimblätter hineinwandern; *Remak* von solchen, die dem mittleren Keimblatt von Hause aus angehören; ähnlich die früheren Autoren.

Herr Professor *His* leitete das Blut beim Hühnchen überhaupt nicht vom Keime ab, sondern von dem unterhalb des Keimes gelegenen weissen Dotter; dieser bilde das Blut und die Bindesubstanzen, die alsdann im Gegensatz zum Keim einen Parablast vorstellen.

Der Grund, welcher *Kölliker* veranlasste, das Blut aus dem oberen Keimblatt abzuleiten, ist darin enthalten, dass nach ihm das mittlere Keimblatt überhaupt vom oberen entspringt, während *Remak* das ganze mittlere Blatt aus dem primären unteren ableitete. *Kölliker* gelangte zu seiner Angabe durch das Studium des Primitivstreifens; er würdigte jedoch die Vorstufen des Primitivstreifens einer wie mir scheint zu geringen Beachtung und so entging ihm das richtige Verhältniss. In Bezug auf *Goette's* Anschauung lässt sich zeigen, dass das Blut sich entwickelt ohne Vermittlung der auf dem Boden der Keimhöhle liegenden Furchungskugeln. Der Grund, welcher *His* zu seiner irrthümlichen Aufstellung brachte, ist einfach in dem Umstand enthalten, dass er den Randwulst des unbebrüteten Hühnchens nicht erkannte, sondern für weissen Dotter hielt.

Dagegen hat *His* einzelne Vorstufen des Primitivstreifens berücksichtigt; er kannte z. B., dass das untere, von ihm subgerminale Fortsätze genannte untere Keimblatt im Bereich der Mittelscheibe hinten dichter gefügt sei; er vergleicht dies, wie ich sehe, mit der Lunula eines Fingernagels. Verhängnissvoll für seine Lehre aber wurde der Umstand, dass diese nur auf dem Flächenbild gesehene Lunula nach ihm rückwärts in den weissen Dotter (seinen Keimwall) übergeht, während sie in Wirklichkeit nur die nach vorn verschmächtigte Fortsetzung des gewaltigsten Keimtheiles, des Randwulstes, ist. Letzterer ist demnach nicht weisser Dotter, sondern der verdickte Theil des unteren Keimblattes selbst und die Lunula gewissermassen ein Vorstoss desselben.

Die Bezeichnung subgerminale Fortsätze für das untere Keim-

blatt involviret übrigens ausserdem noch einen logischen Widerspruch; unter dem Keim liegt nicht das, was selbst zum Keim gehört. Das untere Blatt sprosst nicht etwa vom oberen ab, sondern beide sind als gleichwerthig zu erachten.

Berücksichtigt man alle Zwischenstufen vom unbebrüteten Keim des Hühnchens bis zur Ausbildung des Primitivstreifens, d. i. die Vorgänge während der neun ersten Brütstunden, so ergibt sich, dass das mittlere Keimblatt mit Einschluss des Blutes, wie *Remak* behauptet hatte, vom primären, unteren Keimblatt entspringt. Aus einer demnächst zu veröffentlichenden grösseren Arbeit über das mittlere Keimblatt, dessen Ursprung ich in meinem Aufsatz über die Primitivrinne schliesslich noch offen gelassen hatte, um wichtigere morphologische Fragen zunächst zu berücksichtigen, seien folgende Ergebnisse hier zusammengestellt:

- 1) Das Organ des Blutes nimmt, wie jedes andere Organ, seinen Ursprung aus Furchungskugeln, nicht aus dem weissen Dotter.
- 2) Nach geschehener Blätterbildung nehmen die das Blut und die Gefässe bildenden Zellenlager die tiefste Stelle des mittleren Keimblattes ein, erstrecken sich seitlich bis zum Rand des mittleren Blattes, einwärts bis zu den Urwirbelanlagen. Letztere nehmen an der Gefässentwicklung keinen Theil.
- 3) Von diesem Gefässblatt aus sprossen die übrigen Gefässe allmählig in den embryonalen Körper dorsalwärts ein und geben auch allen Bindesubstanzen den Ursprung. Dieses vierte, zuletzt sich differenzirende Keimblatt, kann darum Haemo-Desmoblast oder Desmoblast genannt werden.
- 4) Das mittlere Keimblatt ist eine Production des primären unteren. Dies ergibt sich aus der Berücksichtigung der Mehrschichtigkeit des unteren Blattes im Gebiet des Primitivstreifens kurz vor dem Auftreten des letzteren; aus dem Mangel einer Verbindung des oberen Blattes mit dem primären unteren im Gebiete der von mir sogenannten Randplatte des Primitivstreifens in ihren jüngsten Stadien; demgemäss auch in allen zuletzt angelegten hinteren Theilen der Randplatte des Primitivstreifens späterer Stadien; endlich aus dem Umstande, dass der Primitivstreifen nicht allein durch Intussusception, sondern wesentlich durch Uebernahme hinterer Strecken der

Keimscheibe in den embryonalen Bezirk sich verlängert, welche anfänglich des mittleren Blattes entbehren und das letztere vom Randwulste aus erhalten.

- 5) Der Primitivstreifen entspricht in seinem ersten Auftreten nur der Anlage vom Halse und dem hinteren Theil des Kopfes. Dessen vorderer Theil, sowie die übrige Rumpfanlage ist bezüglich der beiden primären Blätter gleichfalls schon angelegt, aber nicht etwa durch den Primitivstreifen früher Stadien irgend abgegrenzt.
- 6) Der hintere Halbring des Randwulstes erfährt in den ersten Brütstunden eine Scheidung in zwei concentrisch gelegene Zonen, eine vordere oder innere, sowie eine hintere oder äussere.
- 7) Die Corona des Primitivstreifens ist aufzufassen als der Ausdruck einer durch Conjunction bewirkten bilateralen Entstehung des Primitivstreifens und damit auch des Mesoderm, abgesehen von früher schon angegebenen Gründen, welche Letzteres beweisen. —
- 8) Der gesammte Randwulst, nicht blos sein äusserer Saum, ist bei Vergleichen mit den Keimstreifen niederer Thiere in Rechnung zu bringen.

---

Herr Dr. Robert Sachsse sprach hiernach über die Stärkeformel und über Stärkebestimmungen.

Die Formel  $C^6H^{10}O^5$ , durch welche die Zusammensetzung der Stärke gewöhnlich ausgedrückt wird, stimmt auch mit den besten der vorhandenen Stärkeanalysen nur sehr unvollkommen überein. Aus diesem Grunde hat *W. Naegeli*<sup>1)</sup> statt der genannten die Formel  $C^{36}H^{62}O^{31}$  als passendsten Ausdruck für die procentische Zusammensetzung der Stärke vorgeschlagen. Dieselbe unterscheidet sich von der bisher üblichen, wenn sie sechsfacht wird, nur durch ein Plus von 1 Mol.  $H^2O$ , stimmt aber mit den Resultaten der vorhandenen Analysen besser überein.

Diese wenn auch geringe Umänderung der Stärkeformel hat auch ein analytisches Interesse, da sie bei Bestimmungen auf die

---

1) Beiträge zur näheren Kenntniss der Stärkegruppe p. 33.

Berechnung der Stärke Einfluss hat. Die Bestimmungen der Stärke geschehen bekanntlich in der Weise, dass man die Stärke in Zucker verwandelt, diesen bestimmt und aus seiner Menge die Stärke berechnet. Ist nun die Stärkeformel  $C^6H^{10}O^5$  mit dem Moleculargewicht 162, so rechnen sich 180 Gew.-Thle. Dextrose auf 162 Gew.-Thle. Stärke, oder 100 auf 90 um, ist dagegen die Stärkeformel  $C^{36}H^{62}O^{31}$ , so rechnen sich  $6 \times 180 = 1080$  Gew.-Theile Dextrose auf 990 Gew.-Theile, oder 108 auf 99 um. Der Unterschied zwischen den beiden Quotienten  $\frac{90}{100}$  und  $\frac{99}{108}$  ist allerdings gering, wird aber dennoch bei Stärkebestimmungen fühlbar, da Differenzen von 1—2 p. C. entstehen, je nachdem man den einen oder den andern zur Rechnung benutzt. Ich habe daher eine Entscheidung zwischen den beiden fraglichen Zahlen dadurch herbeizuführen gesucht, dass ich die Menge der überhaupt aus einem bestimmten Gewicht Stärke erzeugbaren Dextrose genau bestimmte. Es musste hieraus entweder das Verhältniss 100:90 oder 108:99 hervorgehen.

Zur quantitativen Ueberführung der Stärke in Dextrose sind verschiedene Vorschriften gegeben worden, die zu diesem Zweck sämmtlich die Anwendung von Schwefelsäure empfehlen. Die neueste dieser Vorschriften, die von *W. Pillitz*<sup>1)</sup>, schreibt Einwirkung sehr verdünnter Schwefelsäure, aber im zugeschmolzenen Rohr, bei sehr hoher Temperatur (140°) und während einer sehr langen Zeit vor (8 Stunden). Der Haupteinwurf gegen diese Methode gründet sich auf die Verwendung zugeschmolzener Röhren, die bei quantitativen Arbeiten keineswegs wünschenswerth erscheint, sowie auf die Schwierigkeit und Umständlichkeit der Operation überhaupt. Es scheint mir nun auffallend, dass man bisher immer der Schwefelsäure als invertirendem Mittel den Vorzug vor allen anderen Säuren eingeräumt hat. Jedem, der sich z. B. mit der Darstellung der Körper der Dextringruppe nach *Naegeli's* Vorschrift beschäftigt, muss es auffallen, wie ungleich schneller die Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur auf Stärke einwirkt, als Schwefelsäure. Während Stärkekörner mit verdünnter Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur in Berührung schon nach 2—3 Monaten mit Jod rothgelb werden, d. h. bis auf die Hüllen in Lösung gegangen sind, färbt sich Stärke mit Schwefelsäure von entsprechender Concentration in Berührung nach Jahren

1) Zeitschr. f. analyt. Ch. 11. Bd. p. 54.

noch violett. Ich habe deshalb behufs Umwandlung der Stärke in Dextrose einfach statt der Schwefelsäure Salzsäure von 1,125 Sp. G. angewandt.

Meine Vorschrift zur Inversion der Stärke, die ich nachher durch Zahlen belegen werde, ist die folgende: 2,5—3 Gr. bei 100—110° getrocknete Stärke werden in einem Kolben mit 200 CC Wasser und 20 CC Salzsäure 3 Stunden lang am Rückflusskühler im lebhaft kochenden Wasserbade erhitzt. Hiernach ist die Umwandlung eine vollkommene, d. h. keine Abänderung des Verhältnisses, welches zwischen Wasser, Säure, Zeit und Wärme besteht, vermag aus einem bestimmten Gewicht Stärke mehr Dextrose zu erzeugen, als bei Einhaltung obiger Regeln erzeugt wird. Die angegebenen Volumina sind indess keineswegs ängstlich genau einzuhalten. Man macht sich einfach an dem Bauch des zur Ausführung dienenden Kolben eine Marke, bis wohin die 200 CC Wasser reichen, spült die Stärke hinein und setzt dann soviel Wasser nach, bis die Marke erreicht ist. Nach Beendigung der Säurewirkung erhält man eine farblose Flüssigkeit, die bei Anwendung von Kartoffelstärke nur noch wenige Milligramme eines festen Rückstandes suspendirt enthält, welcher abfiltrirt und gewogen wird. Diese Theilchen bestehen, wie die mikroskopische Besichtigung zeigt, aus Zellmembranen, wohl auch höchst geringen Mengen stickstoffhaltiger Stoffe. Das Filtrat von diesem Rückstand wird mit Kali neutralisirt auf 500 CC gebracht und ist nun zur Bestimmung fertig. Die Bestimmungen geschahen anfangs sowohl nach dem *Fehling'schen* Verfahren (gewichtsanalytisch) als nach meiner Quecksilbermethode<sup>1)</sup>, später, als sich die Uebereinstimmung beider Methoden zeigte, nur nach der letzteren.

Die angewandte Kartoffelstärke enthielt 0,21 p. C. Aschenbestandtheile in der trockenen Substanz. Bei 100—110° getrocknet verloren die verschiedenen Proben folgende Mengen Wasser in Procenten der lufttrockenen Substanz:

17,3 17,7 17,8 17,7 18,0 17,6 17,9 17,8 17,8

Ich fand beim Trocknen keine Schwierigkeit, worüber anderwärts<sup>2)</sup> geklagt wird. Die Wasserbestimmungen schneiden sehr scharf ab, so dass man über den Zeitpunkt, wenn alles Wasser entwichen ist, keineswegs in Unsicherheit bleibt.

1) Vergl. diese Berichte 3. Jahrg. p. 17. 4. Jahrg. p. 22.

2) Vergl. *Naegeli* loc. cit. p. 33.

Ich gehe nun zur Mittheilung der Beleganalysen über:

1) Angewandt 2,8545 trockene Stärke, nach der Inversion blieb ein Rückstand von 0,009 = 0,3 p. C. Von dem auf 500 CC gebrachten Filtrat gaben:

18 CC 0,2472 Gr. Cu O = 0,1121 Gr. Dextrose

18 « 0,2476 « « = 0,1123 « «

18 « 0,2460 « « = 0,1115 « «

Mittel 0,11197 Gr. Dextrose

oder 3,1103 Gr. in 500 CC.

Zur Reduction von 40 CC der Quecksilberlösung wurden verbraucht:

21,6 CC 21,6 CC.

Da dieses Volumen demnach 0,1342 Gr. Dextrose enthält<sup>1)</sup>, so sind in 500 CC enthalten 3,1065 Gr. Dextrose, was mit der obigen mit Hülfe des *Fehling'schen* Verfahrens gefundenen Zahl sehr nahe übereinstimmt (Differenz nur 0,0038)<sup>2)</sup>. Ich benutze

1) Vgl. diese Berichte 4. Jahrg. p. 25.

2) In dieser Uebereinstimmung der nach zwei Methoden gefundenen Resultate liegt auch die Gewähr, dass bei der Umwandlung von Kartoffelstärke nur Dextrose und kein anderer Zucker entsteht. Würde dabei etwa noch Invertzucker entstehen, der gegen *Fehling'sche* Flüssigkeit sich wie Dextrose verhält, von dem aber zur Reduction von 40 CC der Quecksilberlösung statt 0,1342 nur 0,1072 nöthig sind (vgl. diese Ber. 3. Jahrg. p. 19, 4. Jahrg. p. 25), so müsste man natürlich nach der Quecksilbermethode höhere Resultate erhalten als nach der Kupfermethode, sobald man als Grundlage der Berechnung die Zahl 0,1342 benutzen wollte. Diese Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der Kupfer- und Quecksilbermethode scheint nun, wie hier vorläufig mitgetheilt werden soll, nicht bei allen Stärkearten einzutreten. Herr stud. chem. *Müller* fand nämlich in den folgenden käuflichen Stärkearten nach der Kupfermethode I und nach der Quecksilbermethode II folgende Mengen Stärke:

	I	II
Maranta-Stärke	98,99	98,66
Mais- «	98,40	98,02
Reis- «	96,87	99,06
Weizen- «	94,40	99,29

Während also bei der Maranta- und Mais-Stärke, wie bei der Kartoffelstärke nach beiden Methoden sehr nahe dieselben Zahlen erhalten werden, treten bei Reis- und namentlich bei Weizenstärke sehr bemerkbare Differenzen auf. Es würde dies also heissen, dass aus den zwei letztgenannten Stärkearten neben Dextrose noch ein anderer, Quecksilber in stärkerem Maasse reducirender Zucker entstehen müsse, während bei Maranta- und Mais-Stärke das Inversionsproduct nur, wie bei Kartoffelstärke Dextrose wäre. Nach diesem

daher das Mittel beider Zahlen 3,1084 Gr. Dextrose in 500 CC, zur weiteren Berechnung. Rechnet man diese Zahl auf Stärke um, so erhält man die Werthe 2,8493 Gr. oder 2,7975 Gr., je nachdem man bei der Berechnung die Formel  $C^{36}H^{62}O^{31}$  oder  $C^6H^{10}O^5$  zu Grunde legt oder procentisch und mit Hinzunahme des unlöslichen Rückstands und der Asche:

99,8 p. C. $C^{36}H^{62}O^{31}$	98,0 p. C. $C^6H^{10}O^5$
0,3 « Rückstand	0,3 « Rückstand
0,2 « Asche	0,2 « Asche
100,3	98,5

- 2) Angewandt 2,6215 Gr. Stärke. Unlöslicher Rückstand 0,008 = 0,3 p. C. 40 CC. der Quecksilberlösung = 23,5 CC der auf 500 CC gebrachten Zuckerlösung, das ist 2,8553 Gr. Dextrose oder 2,6173 Gr.  $C^{36}H^{62}O^{31}$  oder 2,5698  $C^6H^{10}O^5$ , procentisch:

99,8 $C^{36}H^{62}O^{31}$	98,0 $C^6H^{10}O^5$
0,3 Rückstand	0,3
0,2 Asche	0,2
100,3	98,5

- 3) Angewandt 2,5725 Gr. Stärke. Rückstand 0,0065 = 0,25 p. C. 40 CC Quecksilberlösung = 24,0 CC Zuckerlösung. Hieraus:

99,4 $C^{36}H^{62}O^{31}$	97,7 $C^6H^{10}O^5$
0,25 Rückstand	0,25
0,2 Asche	0,2
99,85	98,15

- 4) Angewandt 2,7695 Gr. Stärke. Rückstand 0,0055 = 0,2 p. C. 40 CC = 22,3 CC Zuckerlösung. Hieraus:

99,4 $C^{36}H^{62}O^{31}$	97,6 $C^6H^{10}O^5$
0,2 Rückstand	0,2
0,2 Asche	0,2
99,8	98,0

verschiedenen Verhalten von Stärkearten verschiedener Abstammung bei der Inversion müsste man wohl chemische Unterschiede zwischen ihnen gelten lassen. Uebrigens sind schon anderweite Beobachtungen da, dass Stärke je nach der Abstammung sich gegen Reagentien verschieden verhalten kann. (Vergl. das Verhalten gegen Jod bei *Naegeli* loc. cit. p. 44.) Die in dieser Anmerkung mitgetheilten Zahlen sind nicht einmal sondern mehrmals erhalten worden, so dass Erklärung der Differenzen durch Annahme von Bestimmungsfehlern ausgeschlossen ist.

5) Angewandt 2,6985 Gr. Stärke. Rückstand 0,0085 = 0,3 p.C.

40 CC = 22,9 CC Zuckerlösung. Hieraus:

99,4 C<sup>36</sup>H<sup>62</sup>O<sup>31</sup> 97,5 C<sup>6</sup>H<sup>10</sup>O<sup>5</sup>

0,3 Rückstand 0,3

0,2 Asche 0,2

99,9 98,0

6) Angewandt 2,8445 Gr. Stärke. Rückstand 0,0055 = 0,2 p.C.

40 CC = 21,8 CC Zuckerlösung. Hieraus:

99,2 C<sup>36</sup>H<sup>62</sup>O<sup>31</sup> 97,4 C<sup>6</sup>H<sup>10</sup>O<sup>5</sup>

0,2 Rückstand 0,2

0,2 Asche 0,2

99,6 97,8

7) Bei den folgenden Bestimmungen wurde die Wägung des unlöslichen Rückstandes unterlassen. Ich gebe hier nur die procentischen Werthe, wie sie sich je nach den verschiedenen Stärkeformeln berechnen:

1) 99,4 C<sup>36</sup>H<sup>62</sup>O<sup>31</sup> 97,6 C<sup>6</sup>H<sup>10</sup>O<sup>5</sup>

2) 99,3 „ 97,5 „

3) 99,2 „ 97,4 „

Endlich gebe ich noch einige Bestimmungen, bei welchen die früher angegebene Vorschrift zur Inversion variirt wurde. Es ist hieraus zu ersehen, dass ein Abweichen von derselben theils schädlich, theils unnöthig ist.

8) Angewandt 2,8565 Gr. Stärke. Zwei Stunden am Rückflusskühler mit 200 CC Wasser und 20 CC Salzsäure erhitzt.

40 CC = 22,0 CC Zuckerlösung. Hieraus:

97,8 C<sup>36</sup>H<sup>62</sup>O<sup>31</sup> 96,1 C<sup>6</sup>H<sup>10</sup>O<sup>5</sup>

9) Angewandt 2,6465 Gr. Stärke. Drei Stunden mit 10 CC Salzsäure und 200 CC Wasser im Wasserbade erhitzt.

40 CC = 24,2 CC Zuckerlösung. Hieraus:

96,0 C<sup>36</sup>H<sup>62</sup>O<sup>31</sup> 94,3 C<sup>6</sup>H<sup>10</sup>O<sup>5</sup>

10) Angewandt 2,7425 Gr. Stärke. Vier Stunden mit 10 CC Salzsäure und 200 CC Wasser im Wasserbade erhitzt.

40 CC = 22,6 CC Zuckerlösung. Hieraus:

99,2 C<sup>36</sup>H<sup>62</sup>O<sup>31</sup> 97,4 C<sup>6</sup>H<sup>10</sup>O<sup>5</sup>

11) Angewandt 2,7445 Gr. Stärke. Mit 20 CC Salzsäure und 200 CC Wasser 2 Stunden im Wasserbade erhitzt, dann

noch 1/2 Stunde über freiem Feuer am Rückflusskühler lebhaft gekocht. 40 CC = 22,6 CC Zuckerlösung. Hieraus:

$99,2 \text{ C}^{36}\text{H}^{62}\text{O}^{31}$   $97,4 \text{ C}^6\text{H}^{10}\text{O}^5$

- 12) Angewandt 2,8015 Gr. Stärke. Mit 20 CC Salzsäure und 200 CC Wasser 4 Stunden im Wasserbade erhitzt. Die Lösung war in diesem Falle deutlich gelblich. Der Rückstand betrug  $0,0185 = 0,66 \text{ p. C.}$  40 CC = 22,5 CC Zuckerlösung. Hieraus:

97,5	$\text{C}^{36}\text{H}^{62}\text{O}^{31}$	95,8	$\text{C}^6\text{H}^{10}\text{O}^5$
0,66	Rückstand	0,66	
0,2	Asche	0,2	
<hr style="width: 50%; margin: 0;"/>		<hr style="width: 50%; margin: 0;"/>	
98,36		96,66	

Wie aus den vorstehenden Analysen erhellt, ist das Verhältniss der aus der Stärke entstehenden Dextrose zu jener unter allen Umständen wie 108:99, d. h. man erhält richtige Resultate, wenn man die Dextrose auf die Stärkeformel  $\text{C}^{36}\text{H}^{62}\text{O}^{31}$  umrechnet, während andererseits bei Benutzung der Formel  $\text{C}^6\text{H}^{10}\text{O}^5$  immer eine unerklärliche 1—2 p. C. betragende Differenz bleibt. Unter diesen Umständen und namentlich auch mit Berücksichtigung der Eingangs dieses Aufsatzes erwähnten Thatsache, dass von den vorhandenen besten Stärkeanalysen keine befriedigend auf die Formel  $\text{C}^6\text{H}^{10}\text{O}^5$ , wohl aber viele auf die Formel  $\text{C}^{36}\text{H}^{62}\text{O}^{31}$  passen, wird es zweckmässig sein, die alte Stärkeformel aufzugeben und in Zukunft die von *Naegeli* zuerst aufgestellte Formel  $\text{C}^{36}\text{H}^{62}\text{O}^{31}$  als richtigsten Ausdruck der Zusammensetzung der Stärke gelten zu lassen, namentlich die letztere auch bei analytischen Arbeiten der Berechnung zu Grunde zu legen.

Zum Schluss dieses Aufsatzes füge ich noch eine andere Bemerkung bei: Rührt man Stärke, die bei  $100\text{—}110^\circ$  entwässert worden ist, nach dem vollständigen Erkalten mit etwa so viel Wasser zusammen, dass ein dünner Brei entsteht, so bemerkt man schon durch das Gefühl eine sehr kräftige Wärmeentwicklung. Stellt man ein Thermometer in die Masse, so steigt dasselbe von etwa  $15^\circ$  bis  $40^\circ$  und darüber. Nun wird zwar leicht beim Eindringen von Wasser in trockene poröse Körper eine Temperaturerhöhung von einigen Graden erzeugt, auch wenn an chemische Wirkung nicht zu denken ist, eine so bedeutende Temperaturerhöhung, wie sie an der Stärke zu beobachten ist, dürfte sich indess wohl kaum auf derartige Ursachen zurückführen lassen, sondern eher die Vermuthung einer zwischen Stärke und Wasser stattfindenden chemischen Verbindung rechtfertigen. Luft-

trockene Kartoffelstärke enthält, wie die oben angeführten Wasserbestimmungen ausweisen, im Durchschnitt 17,7 p. C. Wasser. Nimmt man dieses Wasser als chemisch gebundenes an, wofür die Wärmeentwicklung bei seiner Aufnahme spricht, so würde dies fast genau einem Hydrat  $C^{36}H^{62}O^{31} \cdot 12H^2O$  entsprechen, welches gerade 17,9 p. C. Wasser fordert.

Zum Schluss zeigte und besprach Herr Stöhrer einen neuen Projectionsapparat.

### Sitzung vom 10. Juli 1877.

Herr Prof. Dr. W. Knop sprach über Beziehungen der aus den specifischen Gewichten und Moleculgewichten berechneten Moleculvolumen zu den von tetraedrigen und oktaedrigen Körpermoleculen abgeleiteten.

Vor Kurzem habe ich unter dem Titel »Körpermolecul« eine Abhandlung herausgegeben<sup>1)</sup>, in welcher ich nachzuweisen versuchte, dass die Moleculen der neueren Chemie durch Zusammenlegen von Tetraedern und Oktaedern atomistisch nachgebildet werden können.

Während man von anderen Seiten bei räumlichen Constructionen der Atomgruppen, welche unsere chemischen Formeln ausdrücken, gewöhnlich kugelförmiger Modelle von Atomen sich bediente, liegt meinen Constructionen die Voraussetzung zu Grunde, es haben:

#### Von den Metalloiden:

Tetraedrische Atome: Wasserstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor — ferner Stickstoff, Phosphor, Arsen, Antimon, Bor (10 Elemente).

Oktaedrische Atome: Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur, Silicium — und Kohlenstoff (6 Elemente).

#### Von den Metallen:

Tetraedrische Atome: Die einwerthigen Metalle: Silber, Lithium, Thallium, Natrium, Kalium, Cäsium, Rubidium (7 Elemente).

1) Leipzig bei L. Staackmann. 1876.

Ferner die zweiwerthigen Metalle: Beryllium, Yttrium, Erbium, Cer, Lanthan, Didym, Kupfer, Zink, Cadmium, Magnesium, Quecksilber, Blei, Calcium, Strontium, Barium (15 Elemente).

Die dreiwertigen Metalle: Gold und Wismut (2 Elemente).

Die vierwertigen Metalle: Palladium, Rhodium, Ruthenium, Platin, Osmium, Titan, Iridium, Zinn, Zirconium, Thorium (10 Elemente).

Die fünfwertigen Metalle: Tantal und Niobium (2 Elemente).

Das sechswertige: Aluminium (1 Element).

Oktaedrische Atome: Vanadin, Molybdän, Wolfram und Indium, Chrom, Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel und Uran (10 Elemente).

Die Atome der heutigen Chemie müssen bei solcher Behandlung alle schon als Molecule betrachtet werden und zwar:

Das Tetraeder wie ein aus 4 Mikrotetraedern zusammengesetzter Körper, deren Kanten  $0,5$  Länge haben, wenn die Kante  $K$  des Normaltetraeders  $= 1$  gesetzt wird.

Das entsprechende Normaloktaeder von den Kanten  $K = 1$  setzt man aus 6 Mikrooktaedern von den Kanten  $= 0,5$  zusammen.

Die Valenzen der tetraedrischen Molecule werden dadurch körperlich nachgebildet, dass man zum Aufbau der Molecule ebensoviele Normaltetraeder verwendet als die Valenz Einheiten zählt.

Bei den oktaedrischen Metallen drückt man die Zweiwerthigkeit dadurch aus, dass man nur einem Flächenpaar am Oktaeder Anziehungen zuschreibt, die Sechswerthigkeit erklärt man durch die Annahme, dass ein Flächenpaar indifferent sich verhalte, während alle übrigen 6 Flächen anziehen, und die Zwei- und Sechswerthigkeit aus einem Wechsel dieser beiden Arten von Anziehungen an einem und demselben Oktaeder, unter dem Einflusse verschiedener Reactionen.

Angenommen wird ferner, dass die anziehenden Kräfte, welche die Chemie mit dem Ausdruck Affinitäten bezeichnet, in den Eckpunkten der Tetraeder und Oktaeder concentrirt liegen. Für Substanzen, welche rhombisch und in einem der klinometrischen Systeme krystallisiren, muss die Voraussetzung gemacht werden, dass diese Affinitätspunkte sich den Kanten entlang vom Ende der Kante her verschoben haben, und um die Zersetzungen und

Explosionen zu erklären, auch noch zugelassen werden, dass die anziehenden Kräfte nach und nach oder auch plötzlich in abstossende umschlagen können.

Die zu einem Molecul vereinigten Atome mögen einander sehr nahe stehen, immerhin müssen wir so viel Zwischenraum zwischen ihnen, jedenfalls zwischen den Moleculen, lassen, dass sie Wärmebewegungen machen und in diesen Zwischenräumen Aetherbewegungen stattfinden können.

In Massen denkt man sich die Tetraeder und Oktaeder so geordnet, dass die Eckpunkte der aus beiden zusammengefügteten Polyeder Raumgitter darbieten. Die Gestalt der Krystalle, welche man an einer Substanz beobachtet, muss aus dem Raumgitter, das ihr zukommt, abgeleitet werden, wobei ich einen besonderen Werth auf die Gestalt der zu den Raumgittern zu verwendenden Molecule lege, wenn sich aus derselben die Nothwendigkeit der Spaltbarkeit nach Tetraeder-, Oktaeder-, Würfel-, Rhomboeder-, Prismenflächen etc. nachweisen lässt.

Es mag hierbei zugegeben werden, dass die ganze Behandlung durch Annahme von mehr oder weniger irregulären Polyedern, oder von Kugeln, in deren Oberflächen die Affinitätspunkte so vertheilt liegen, wie die Ecken darin eingeschriebener Tetraeder und Oktaeder, sich allgemeiner halten liesse. Vor der Hand sehe ich aber von dieser Frage ab, weil das Wesentliche der von mir eingeschlagenen Methode gerade in den Beschränkungen liegt, welche die Annahme jener beiden Polyeder als Gestalt der Atome mit sich bringt, Beschränkungen, welche der Willkür bei der Construction der Molecule nur einen gewissen Spielraum lassen.

Da bei einer solchen Grundanschauung alle Molecule als Aggregate von Tetraedern und Oktaedern erscheinen, so ist es leicht, das Volum zu berechnen, welches die Molecule einnehmen. Ein Oktaeder ist genau 4mal so gross als ein Tetraeder. Setzt man daher das Volum eines Tetraeders von den Kanten = 1 auch = 1, so erhält man den durch Materie erfüllten Raum des Moleculs, indem man zur Summe der in demselben enthaltenen Tetraeder das Vierfache der Summe der zugleich darin enthaltenen Oktaeder hinzuaddirt.

Es rechtfertigt sich hiernach von selbst, wenn ich eine Prüfung unternehme und festzustellen suche, wie weit die auf dem eben angegebenen Wege von Körpermoleculen abgeleiteten Moleculvolumen mit den aus den specifischen Gewichten berechneten

übereinstimmen, um so mehr als uns durch *Herm. Kopp's* Berechnungen der Moleculvolumen (derzeit Atomvolumen genannt) einer ansehnlichen Anzahl von Flüssigkeiten bei ihren Siedepunkten zuverlässige Mittel zu Gebote stehen<sup>1)</sup>, eine solche Vergleichung anstellen zu können.

Bei Feststellung der Gewichtsmengen, welche die chemischen Formeln ausdrücken sollen, geht man jetzt allgemein von dem von *Avogadro* 1811 begründeten Gesetz aus, dass in gleichen Räumen der Gase und Dämpfe eine gleiche Anzahl von Moleculen stehen. Zum Messen dieser Räume ist man übereingekommen, den Raum = 2 Raumeinheiten zu setzen, welchen das aus 2 Atomen Wasserstoff zusammengesetzte Wasserstoffmolecul  $\text{H}_2$  einnimmt. Denselben Raum füllen dann aus: das Molecul des dampfförmigen Wassers  $\text{H}_2\text{O}$ , Alkohols  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  u. s. w., aller unzersetzt flüchtigen Körper.

Diese Wahl und der Umstand, dass man zur Einheit der Atomgewichtstabellen das Atomgewicht eines wirklich vorhandenen Elementes statt einer unbenannten Einheit genommen hat, ist ein Missgriff, den die Chemiker in Zukunft sicherlich ausgleichen werden. Man wird an die Spitze der Atomgewichtstabellen später eine unbenannte 1 schreiben, und dem Wasserstoff H das Atomgewicht 0,5 beilegen und zum Messen der Räume nicht mehr zwei Volume, sondern die Raumeinheit nehmen, wie es sonst überall üblich ist und *Avogadro* es schon vor Jahren vorschrieb.

Demgemäss sind also in Zukunft ohne Veränderung der jetzigen Schreibweise alle Atomgewichte und Moleculgewichte zu halbiren, so dass:

das Atom Wasserstoff	$\text{H} = 0,5$
das Molecul Wasserstoff	$\text{H}_2 = 1$
das Molecul Wasser	$\text{H}_2\text{O} = 9$
das Molecul Holzgeist	$\text{CH}_4\text{O} = 16$
das Molecul Weingeist	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 23$
das Atom Chlor	$\text{Cl} = 17,73$
das Molecul Chlor	$\text{Cl}_2 = 35,46$

Gewichtstheile bedeutet. Das Volum, welches die Gewichtsmengen der so geschriebenen Moleculen (nicht Atome) in Gasform oder Dampfform einnehmen, = 1 gesetzt, so dass  $\text{H}_2, \text{Cl}_2$  sowie

1) *Hermann Kopp*. Annalen der Ch. und Ph. Bd. 92, p. 1. Band 100, p. 19. Band 105, p. 390 (1854—1858).

$H_2O$  und  $CH_4O$  etc. die Raumeinheit ausfüllen, erscheinen die Zahlen, welche die spec. Gewichte der Dämpfe ausdrücken, ohne weiteres als deren Moleculgewichte.

Ich gebe zu, dass es gegenwärtig nicht wünschenswerth erscheinen mag, diese Aenderungen einzuführen, weil sie beim Gebrauch der Lehrbücher und Zeitschriften zu Verwirrungen mit den eben verlassenen Moleculgewichten  $HO$  statt  $H_2O = 9$  u. s. w. häufig Veranlassung geben würden, indessen sieht man doch im Voraus, dass der Zeitpunkt unausbleiblich kommen muss, wo man zur Feststellung der in der Chemie gebräuchlichen Gewichte und zum Messen räumlicher Grössen auf die zweckmässigste Einheit zurückkommen wird.

Für diese Abhandlung liegt kein Hinderniss vor, von einer solchen Vereinfachung sogleich Gebrauch zu machen, und ich bemerke daher bezüglich aller unten in Anwendung kommenden Zahlen, dass bei unveränderter Schreibweise der gegenwärtig üblichen Formeln alle Atomgewichte und Atomvolumen, sowie alle Moleculgewichte und Moleculvolumen halb so hoch als jetzt üblich, also  $H = 0,5$  Gewichtstheilen und  $0,5$  Volum und  $H_2O = 9$  Gewichtstheilen und  $= 1$  Volum genommen werden.

Man hat in einer Periode der Chemie, welche bereits einige Jahrzehnte hinter uns liegt, den Beziehungen, in welchen die specifischen Gewichte der Elemente und chemischen Verbindungen zu ihren Atomgewichten und Moleculgewichten stehen, ein lebhaftes Interesse geschenkt, wie das ein Rückblick auf die Zeit, in welcher *Herm. Kopp* die Ausdehnungscoefficienten der unten aufgeführten Flüssigkeiten bestimmte, um deren Moleculvolumen beim Siedepunct berechnen zu können, ausweist.

Das Verhältniss, in welchem das spec. Gewicht  $= S$  einer Substanz zum Moleculgewicht  $= M$  derselben steht, hat man, wenn es in der Form  $S:M$  erscheint, die Atomzahl, und wenn es umgekehrt in der Form  $M:S$  gegeben wird, das Atomvolumen genannt, für welchen Namen in Bezug auf die Körpermoleculen jetzt der Ausdruck Moleculvolumen angenommen werden muss. Der Quotient  $M:S$  drückt aus, wie vielmal das Gewicht der Raumeinheit im Gewicht des ganzen Moleculs, also zugleich auch: wie vielmal die Raumeinheit im Volum des Moleculs enthalten, oder wie gross dieses ist.

Nach diesen Vorbemerkungen will ich zu der beabsichtigten Prüfung übergehen, wie weit die Moleculvolumen der Chemie mit

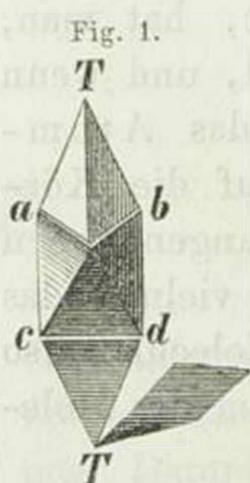
denjenigen Volumen übereinstimmen, welche man erhält, wenn man die Räume zusammenaddirt, welche die zum Aufbau eines Moleculs verbrauchten Anzahlen von Tetraedern und Oktaedern einnehmen. Ich sondere hierbei die Gase und Dämpfe von den starren Substanzen.

### Abtheilung A.

#### Die Moleculvolume der Gase, Dämpfe und Flüssigkeiten.

Für Gase oder Dämpfe bedarf es keiner anderen Molecul als für Flüssigkeiten. Die Voraussetzung, von welcher die mechanische Theorie der Wärme ausgeht, dass in Gasen die Molecul in weiteren Abständen als in Flüssigkeiten stehen und innerhalb der letzteren geradlinige Bewegungen machen, reicht vollständig aus, um die Verschiedenheit des Dampfes von der Flüssigkeit zu erklären und es liegt keinerlei Bedürfniss vor, die Gestalten der Molecul der Flüssigkeiten zu ändern, wenn sie Dampfgestalt annehmen. Ein Cubikzoll Wasser giebt nahezu 1728 Cubikzoll  $= 12^3$  einfachen Dampf, lässt man die Gestalt des Moleculs für flüssiges und dampfförmiges Wasser unverändert, so stehen im einfachen Dampf die Molecul 12mal so weit von einander ab als im flüssigen Wasser. Construiren wir nun zuerst:

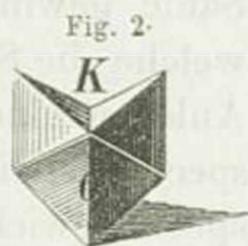
Das Wassermolecul  $H_2O = 9$  aus einem Sauerstoffoktaeder und zwei Wasserstofftetraedern, so ist dieses auf zweierlei Weise möglich und zwar, wie es den Worten *Avogadro's* entspricht, einmal so, dass ein halbes Molecul Sauerstoff mit zwei halben Moleculen Wasserstoff vereint wird und ein andermal in der Weise, dass ein ganzes Wasserstoffmolecul mit einem halben



Sauerstoffmolecul verbunden erscheint, wie es die beiden folgenden Figuren darstellen, die erste Figur: Das Wasserrhomboeder, ein Sauerstoffoktaeder ( $abcd$ ) von zwei Wasserstofftetraedern  $T$  und  $T$  in die Mitte gefasst, oder das Wasserstoffmolecul  $HH$  durch die Zwischenlagerung des Sauerstoffoktaeders ( $abcd$ ) in zwei Hälften getheilt. Da nun ein Sauerstoffoktaeder  $=$  einem halben Molecul  $OO$  ist, so entspricht diese Construction der ersten Regel von *Avogadro*. Dieses Rhomboeder hat Kanten von  $109^{\circ} 28'$  und  $70^{\circ} 32'$ . Die beiden Wasserstofftetraeder oder halben Wasser-

stoffmolecule H und H stehen um die Entfernung einer trigonalen Oktaederzwischenaxe von einander entfernt, und diese hat gerade dieselbe Länge, wie die Höhe der Tetraeder = 0,8165, wenn die Kante eines solchen Tetraeders = 1 genommen ist. Diese Form stellt, weil alle Ecken vom Sauerstoffoktaeder in Anspruch genommen sind, das Wasser als eine neutrale (gesättigte) Verbindung dar. Die zweite Form des Wassermoleculs vergegenwärtigt:

Der Wasserdiaster. Denkt man sich die beiden Wasserstofftetraeder HH zuerst mit je einer Kante unter sich verbunden, so dass sie ein ganzes Wasserstoffmolecul repräsentiren (ein Kreuztetraeder, wie ich es in meiner Brochüre zum Unterschied vom Doppeltetraeder genannt habe) und damit eine Kante von einem Oktaeder *O* gedeckt, so hat man eine andere Gestalt, welche das Wassermolecul als eine ungesättigte Verbindung darstellt. Denn am Oktaeder haben je zwei zu einander parallele Flächen gleiche Berechtigung, es können also die den beiden besetzten Flächen gegenüber liegenden auch noch anziehen. Der Diaster ist daher der körperliche Ausdruck für chemisch gebundenes Wasser.



Nun kann man sich vorstellen, in einer Wassermasse hätten sich Wasserdiaster mit Wasserdiastern verbunden, denn das Sauerstoffoktaeder *O* eines zweiten Wasserdiasters lässt sich ohne weiteres in den Keil *K* eines ersten einschieben, den die beiden Wasserstofftetraeder zwischen einander offen lassen, und in derselben Weise lassen sich beliebig viele Diaster zu einem unabsehbar langen Prisma zusammenfügen.

Auf p. 21 meiner Brochüre, *Körpermolecule*, habe ich die Frage, ob man das Rhomboeder oder den Diaster für die Gestalt des Wassermoleculs im flüssigen Wasser ansehen soll, offen gelassen, auf p. 22 aber, besonders weil die Molecule der Alkohole und Aether auch durch Diasterprismen ausgedrückt werden müssen, der Anordnung nach Diastern den Vorzug gegeben.

Indem ich damals die Gestalten eines einzelnen isolirten Rhomboeders und eines einzelnen Diasters im Auge hatte, habe ich nicht bemerkt, dass die Zusammenfügung von Rhomboedern an Rhomboeder genau dasselbe Diasterprisma liefert, nur mit der Abweichung, dass an dem Ende des aus Rhomboedern zusammen-

gelegten Prisma nicht 2 Tetraeder vorhanden sind, sondern nur 1 Tetraeder hier sich vorfindet. Es ist jedenfalls frappant zu sehen, wie die nach den beiden Vorschriften *Avogadro's* construirten, ganz verschieden gestalteten Wassermolecule zu gar keiner Zweideutigkeit Veranlassung geben, vielmehr zu genau derselben Lagerung im Inneren einer Wassermasse führen, und dieses um so mehr, als ich bereits p. 22 meiner Brochüre nachgewiesen habe, wie man durch Zusammenlegen von 6 Exemplaren solcher Wasserrhomboeder auch das Krystallelement zu einer regulären sechsseitigen Säule gewinnt, deren Masse wegen der vielen Zwischenräume, welche die Strahlen des Sechssterns bilden, sobald man sie durch Anlegen einer grossen Anzahl von Rhomboedern verlängert hat, specifisch leichter sein muss als Wasser, wie das Verhältniss der spec. Gewichte von Eis und Wasser es fordert.

Für den vorliegenden Zweck ist es ganz einerlei, ob wir die Gestalt des Wassermoleculs als Rhomboeder oder als Diaster auffassen, denn das eine wie andere nimmt den Raum von 6 Tetraedern ein, das Sauerstoffoktaeder davon den Raum von 4 Tetraedern.

Wenn wir nun das von *Kopp* für Wasser von  $100^{\circ}$  berechnete Moleculvolum durch 6 dividiren, so müsste der Quotient  $9,4 : 6 = 1,5666 \dots$  den cubischen Inhalt unseres Normaltetraeders ausdrücken, wenn zwischen den Rhomboeder- oder Diasterprismen gar keine Zwischenräume wären.

Da nun aber solche Zwischenräume nothwendig noch angenommen werden müssen, so umfasst jener Quotient auch noch einen aliquoten Theil derselben, und da überhaupt kein Zusammenhang zwischen der Grösse eines Normaltetraeders und der Raumeinheit existirt, nach welcher die specifischen Gewichte festgestellt werden, so hat der absolute Werth von  $Q = 1,5666 \dots$  auch gar keine Bedeutung.

Dagegen ist einleuchtend, dass wir, wenn die Annahme zulässig bleiben soll, dass alle chemischen Verbindungen in Aggregaten von Tetraedern und Oktaedern bestehen, bei Substanzen, deren Molecule in vergleichbaren Zuständen mit denen des Wassers sich befinden, für den Quotienten  $Q$  immer einen Werth finden müssen, der von  $1,5666 \dots$  nur so weit abweicht, als es die bei der Bestimmung der spec. Gewichte und der Ausdehnungscoefficienten der Substanzen unvermeidlichen Fehler bedingen.

Wenn nun irgendwie anzunehmen ist, dass die Molecule

verschiedener Materien in vergleichbaren Zuständen sich befinden, so ist es gewiss für den Augenblick erlaubt, wo Flüssigkeiten aus dem tropfbaren in den gasförmigen Zustand übergehen wollen, also bei den Siedepuncten, und es müssen also die von *Herm. Kopp* für Flüssigkeiten beim Siedepunct berechneten Moleculvolumen das beste Material darbieten, das zu einer Untersuchung in unserer Richtung benutzt werden kann.

Die Ergebnisse, zu welchen diese Untersuchungen geführt haben, stelle ich in folgenden Tabellen zusammen.

In allen diesen Tabellen bedeutet:

M das Moleculgewicht, bezogen auf  $H = 0,5$  und  $H_2 = 1$  Gewichtstheil.

S das specifische Gewicht.

M:S das Moleculvolumen, bezogen auf das Volumen  $H = 0,5.V$  und  $H_2 = 1.V$ . Es ist die Hälfte von dem bisher angenommenen. Das des Wassers von  $0^\circ$  also  $= 9$  statt 18.

Okt. bedeutet die Anzahl Oktaeder, welche die Formel zur Construction der Molecule vorschreibt.

A die Anzahl der Tetraederräume, welche in einem Molecul durch Materie ausgefüllt sind, jedes Oktaeder mit 4 multiplicirt und zu dem Product noch die Anzahl der in demselben Molecul enthaltenen Tetraeder hinzuaddirt.

Q den Quotienten, den man erhält, wenn man das Moleculvolumen durch A dividirt, eine Zahl, die nicht viel von dem Werthe 1,566, den Q für Wasser liefert, abweichen soll.

#### Tabelle I.

Aus Kohlenstoffoktaedern, Sauerstoffoktaedern und Wasserstofftetraedern construirte Molecule. Dazu die schweflige Säure, bestehend aus einem Schwefeloktaeder und zwei Sauerstoffoktaedern, und eine Verbindung derselben. Alle beim Siedepunct.

	Formel	M	$\frac{M}{S}$	Okt	A	Q
Wasser	$H_2O$	9	9,4	1	6	1,5666 . . .
Holzgeist	$CH_4O$	16	21	2	12	1,75
Ameisensäure	$CH_2O_2$	23	21	3	14	1,50
Weingeist	$C_2H_6O$	23	31	3	18	1,72
Aldehyd	$C_2H_4O$	22	28	3	16	1,75
Essigsäure	$C_2H_4O_2$	30	32	4	20	1,60
Essigsäureanhydr.	$C_4H_6O_3$	51	56	7	34	1,61
Aceton	$C_3H_6O$	29	38,5	4	22	1,75
Propionsäure	$C_3H_6O_2$	37	43	5	26	1,65
Buttersäure	$C_4H_8O_2$	44	53	6	32	1,65
Amylalkohol	$C_5H_{12}O$	44	62	6	36	1,72
Valeraldehyd	$C_5H_{10}O$	43	59	6	34	1,73
Valeriansäure	$C_5H_{10}O_2$	51	65	7	38	1,71
Bittermandelöl	$C_7H_6O$	53	59	8	38	1,55
Benzalkohol	$C_7H_8O$	54	62	8	40	1,55
Benzoessäure	$C_7H_6O_2$	61	63,5	9	42	1,50
Cuminol	$C_{10}H_{12}O$	74	94,5	11	56	1,68
Phenol	$C_6H_6O$	47	51,5	7	34	1,50
Cymol	$C_{10}H_{14}$	67	92	10	54	1,70
Naphtalin	$C_{10}H_8$	64	74,5	10	48	1,55
Schweflign. Aethyl	$C_4H_{10}SO_3$	69	74,5	8	42	1,77
Schweflige Säure	$SO_2$	32	22	3	12	1,83
Butyl	$C_8H_{18}$	57	92,5	8	50	1,84
Valerians. Amyl	$C_{10}H_{20}O_2$	86	122	12	68	1,80
Aether	$C_4H_{10}O$	37	53	5	30	1,76
Ameisens. Methyl	$C_2H_4O_2$	30	31,5	4	20	1,57
Ameisens. Aethyl	$C_3H_6O_2$	37	42,5	5	26	1,63
Essigs. Methyl	$C_3H_6O_2$	32	42	5	26	1,62
Essigs. Aethyl	$C_4H_8O_2$	44	53,5	6	32	1,67
Butters. Methyl	$C_5H_{10}O_2$	51	63	7	38	1,65
Propions. Aethyl	$C_5H_{10}O_2$	51	63	7	38	1,65
Valerians. Methyl	$C_6H_{12}O_2$	58	74,5	8	44	1,69
Essigs. Butyl	$C_6H_{12}O_2$	58	74,5	8	44	1,69
Butters. Aethyl	$C_6H_{12}O_2$	58	74,5	8	44	1,69
Ameisens. Amyl	$C_6H_{12}O_2$	58	74,5	8	44	1,69
Valerians. Aethyl	$C_7H_{14}O_2$	65	87	9	50	1,74
Essigs. Amyl	$C_7H_{14}O_2$	65	87	9	50	1,74
Benzoës. Methyl	$C_8H_8O_2$	68	74,5	10	48	1,55
Benzoës. Aethyl	$C_9H_{10}O_2$	75	86,5	11	54	1,60
Benzoës. Amyl	$C_{12}H_{16}O_2$	96	124	14	72	1,72
Zimmts. Aethyl	$C_{11}H_{12}O_2$	88	105,5	13	64	1,64
Salicyls. Methyl	$C_8H_8O_3$	76	78	11	52	1,50
Oxals. Methyl	$C_4H_6O_4$	59	58	8	38	1,52
Oxals. Aethyl	$C_6H_{10}O_4$	73	83,5	10	50	1,67
Kohlens. Aethyl	$C_5H_{10}O_3$	59	69,5	8	42	1,65
Bernsteins. Aethyl	$C_8H_{14}O_4$	87	104,5	12	62	1,68

Im Ganzen 46 verschiedene Flüssigkeiten.

Wenn die Construction aller dieser Molecule absolut richtig wäre, so dürfte man wohl kaum eine grössere Annäherung der unter Q verzeichneten Werthe mit dem  $= 1,5666 . . .$  erwarten, als sie hier vorliegt, wenn man bedenkt, dass bei der Bestimmung der specifischen Gewichte und der Ausdehnungscoefficienten gewisse Fehler unvermeidlich und auch die Reindarstellung der Sub-

stanzen, deren specifisches Gewicht in Betracht kommt, nicht absolut vollkommen erreicht werden kann.

Eine stärkere Abweichung bis 1,8 zeigt sich beim Valeriansäure-Amyl und bei dem Butyl, allein bei dem Ameisensäure-Amyl finden wir  $Q$  wiederum = 1,69 und beim Amylalkohol und den übrigen Amylverbindungen  $Q$  bis etwas über 1,7 anwachsen, und was das Butyl anbetrifft, so ergiebt sich bei dem Essigsäure-Butyl für  $Q$  der Werth von 1,69. Möglich also, dass jene Abweichungen durch nicht völlige Reinheit der Substanzen bedingt sind, von welchen die specifischen Gewichte genommen wurden.

Eine fernere Abweichung des Quotienten  $Q$  bis auf 1,8 zeigen die schweflige Säure und das Schwefligsäure-Aethyl. Von den Schwefelverbindungen aber werde ich unten bei Besprechung der Tabelle III nachweisen, dass ihre Molecule überhaupt Erweiterungen erfahren, welche eine Vergrößerung der Quotienten  $Q$  nach sich ziehen, so dass diese Abweichungen als gesetzmässig bedingte und nicht als Widersprüche gegen die für schwefelfreie Substanzen gültigen Regeln angesehen werden müssen.

#### Tabelle II.

#### Chlor, Brom und Jod enthaltende Flüssigkeiten beim Siedepunct.

Wenn man in derselben Weise, wie es behufs der ersten Tabelle geschehen ist, die Quotienten  $Q$  für die Substanzen der folgenden Tabelle berechnet, so fallen sie überall, wo der Einfluss der Atome Cl, Br, J nicht unter dem einer grösseren Anzahl von Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatomen verschwindet, alle viel zu gross aus.

Wenn alle die Fälle, wo bei den Haloidverbindungen die Quotienten  $Q$  zu weit von dem Werthe 1,566 abweichen, wirklich als Ausnahmen von der für Tabelle I aufgestellten Regel sich erwiesen, so würde man zu dem Schluss kommen, dass keinerlei Zusammenhang zwischen den Moleculvolumen und den Volumen der Tetraeder-Oktaederaggregate stattfindet und die Construction derselben fallen lassen müssen.

Es fragt sich aber, ob die Haloidverbindungen ebenso dicht geschichtet sind, wie die nur aus Kohlenstoff- und Sauerstoff-oktaedern und Wasserstofftetraedern zusammenlegbaren Körpermolecule, ob nicht etwa die Atome Cl, Br, J grössere Abstossungen

gegen einander als die Atome C, O und H ausüben, und daher naturgesetzlich weiter von einander abstehen und auch den Moleculen, in welchen sie vorkommen, vorschreiben, sich weiter von einander aufzustellen, als die anderen Molecule.

Um über diese Frage ins Klare zu kommen, betrachte ich zunächst einige Verbindungen des Chlors, Broms und Jods mit einwerthigen Elementen, nämlich das Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber und dazu die flüssige Chlorwasserstoffsäure und das flüssige Chlor. Ich stelle zunächst unter M die Moleculgewichte der zu untersuchenden Substanzen, unter S deren specifische Gewichte und unter M:S die aus diesen berechneten Moleculgewichte zusammen. Die Spalte, welche mit der Ueberschrift Z versehen ist, giebt an, wie viel mal grösser der Raum ist, den die beiden Atome Silber + Chlor, Brom oder Jod einnehmen, als der Raum, der bei den Substanzen der vorigen Tabelle von 2 Wasserstofftetraedern ausgefüllt wird.

Z ist nämlich  $\frac{M}{S \cdot 1,566}$  oder das Moleculvolum dividirt durch den Normalquotienten. Derselbe kann auch hier beibehalten werden, weil die ganze Differenz zwischen diesem und dem von Wasser von  $0^\circ$  nur  $1,566 - 1,5$  beträgt.

2 Tetraeder	M	2 Tetraeder	M	S	M:S	Z
Cl Cl	35,46	Ag Cl	71,5	5,5	13	8,3
Br Br (Siedep.)	80	Ag Br	94	5,8	16,2	10,3
J J	127	Ag J	117,5	5,5	21,3	13,6
H H	0,5 + 0,5	H Cl	18,23	1,30	14,0	8,9
Ag Ag	54 + 54	Cl Cl	35,4	1,38	25,7	16,4

Zieht man betreffs der letzten Spalte für die Silberverbindungen 1, nämlich einen Tetraederraum für das Atom Ag und auch 1 von dem Quotienten für HCl, nämlich den Raum ab, den das eine Wasserstofftetraeder in HCl einnimmt, so erhält man der Reihe nach aus den Zahlen

8,3 für Chlorsilber	den Quotienten	7,3
10,3 für Bromsilber	»	9,3
13,6 für Jodsilber	»	12,6
8,9 für Chlorwasserstoff	»	7,9
16,4 für flüssiges Cl Cl (ohne Abzug)		16,4

Man erkennt, dass der Quotient 9,3 nicht weit abfällt von dem arithmetischen Mittel von  $7,3 + 12,6$ , so wie ja das Mole-

culargewicht des Bromsilbers 94 ziemlich genau das arithmetische Mittel  $= \frac{1}{2} (71,5 + 117,5)$  ist. Ebenso erkennt man, dass das aus den Moleculgewichten und den specifischen Gewichten berechnete Moleculvolum des Bromsilbers 16,2 auch noch einigermaßen dem arithmetischen Mittel aus dem Moleculvolum des Chlorsilbers und Jodsilbers  $= \frac{1}{2} (13 + 21)$  nahe kommt.

Für die gestellte Frage, ob sich nachweisen lässt, dass die Chlor-, Brom- und Jodatome grössere Abstossungen gegen einander ausüben, als Kohlenstoff-, Sauerstoff- und Wasserstoffatome gegen ihres Gleichen, entscheidet schon ein Blick auf die specifischen Gewichte und Moleculgewichte des Chlor-, Brom- und Jodsilbers.

Denn bei so grossen Verschiedenheiten der Gewichte  $\text{Ag Cl} = 71,5$ ,  $\text{Ag Br} = 94$  und  $\text{Ag J} = 117,5$  sind die specifischen Gewichte fast gleich, alle drei  $= 5,5$  bis  $5,8$ . Daraus folgt aber unwiderleglich, dass die Jodatome eine grössere Erweiterung der Abstände eines Moleculs  $\text{Ag J}$  von einem zweiten Molecul  $\text{Ag J}$  bedingen als die in dem entsprechenden Bromsilber, und dass das Brom wiederum weitere Abstände unter den Bromsilbermoleculen bedingt als das Chlor unter den Moleculen des Chlorsilbers.

Ziehen wir nun noch das Molecul des flüssigen Chlors und das der flüssigen Salzsäure hinzu, und erwägen, dass im Dampf von  $\text{Cl Cl}$  und  $\text{H Cl}$  und  $\text{H}_2\text{O}$  diese Molecul alle den gleichen Raum einnehmen, dass infolge dessen ein Volum Chlor 35,46, ein Volum Chlorwasserstoff 18,23 und ein Volum Wasserdampf nur 9 mal so viel wiegt als ein Volum Wasserstoff  $\text{H H} = 1$ , so ist klar, dass infolge irgend welcher besonderen Eigenschaften alle drei Atome  $\text{Cl}$ ,  $\text{Br}$ ,  $\text{J}$  in grösseren Abständen auch in Flüssigkeiten zu einander stehen, als die Wasserstoff- und Sauerstoffatome im flüssigen Wasser, denn nach der Condensation der Dämpfe oder Gase des Moleculs  $\text{Cl Cl}$  und des Moleculs  $\text{H Cl}$  hat ersteres das spec. Gewicht von nur 1,38 und die flüssige Salzsäure das spec. Gewicht 1,30 gegen Wasser  $= 1$  angenommen.

Schliessen wir an vorige unorganische Verbindungen nun noch eine kohlenstoffhaltige, etwa das Jodäthyl an, so findet sich aus diesem:  $Z$  für Jod  $= 14$  statt 13, nämlich (wenn wir auch hier  $Z = M:S \cdot 1,566$  setzen):

	M	M:S	Okt	Z
$\text{C}_2\text{H}_5\text{J}$	78	43	2	27

Denn da nach den Principien, von denen wir ausgehen, die Gruppe  $\text{C}_2\text{H}_5$  den Raum von  $8 + 5 = 13$  Tetraedern einnimmt,

so bleibt für das eine Jodtetraeder J der Raum von  $Z = 27 - 13$  oder von 14 Tetraedern übrig, während wir aus dem Jodsilber für den Raum desselben einen Atoms J den Werth 12,6 in runder Zahl von 13 und für den Raum von einem Atom Cl den Werth 7,3 in runder Zahl von 7 fanden.

Nehmen wir nun, weil man es mit Flüssigkeiten und nicht mit festen Substanzen zu thun hat, den vom Jodäthyl abgeleiteten Werth 14 für Jod und für Chlor die runde Zahl 7 und für Brom das arithmetische Mittel aus  $7 + 14 = 10,5$  an, so weichen diese Werthe nicht viel von denen ab, welche oben für Chlor, Brom und Jod aus den Silberverbindungen abgeleitet wurden, denn wir nehmen für

Chlor 7, Brom 10,5 Jod 14  
statt: Chlor 7,3 Brom 9,3 Jod 13.

Wenn sich nun bei Einführung dieser Zahlen bei der Berechnung der Tetraederräume A für die Haloidverbindung wieder nahe an 1,566 hinanreichende Quotienten Q berechnen, so ist die Erweiterung des Moleculvolums kein Zufall, sondern eine durch besondere Eigenschaften der Haloide naturgesetzlich begründete.

Man erhält nun bei den Haloidverbindungen für Q Werthe, welche dem Normalquotienten  $Q = 1,566$  für Flüssigkeiten beim Siedepunct sich nähern, wenn man, wie es in folgender Tabelle geschieht,  $Cl = 7$ ,  $Br = 10,5$ ,  $J = 14$  Tetraederräumen setzt.

	Formel	M	M: S	Okt	A	Q
Chlorsilber	Ag Cl	71,5	13	—	8	1,625
Bromsilber	Ag Br	90,4	16,2	—	11,5	1,47
Jodsilber	Ag J	117,5	21,3	—	15	1,60
Brom beim Siedep.	Br Br	80	29	—	21	1,40
Chlor, flüssig	Cl Cl	35,46	25	—	14	1,78
Chlorwasserstoff, fl.	H Cl	18,23	13,65	—	8	1,76

Flüssigkeiten mit den von *H. Kopp* berechneten Moleculvolumen beim Siedepunct.

Chlorkohlenstoff	$C Cl_4$	77	52	1	32	1,61
Choroform	$CH Cl_3$	59,7	42	1	26	1,61
Triäthylbichlorid	$C_2 (H Cl_3) Cl_2$	101	71	2	44	1,61
Chlorkohlenstoff	$C_2 Cl_4$	83	58	2	36	1,61
Bichlorethylbichlorid	$C_2 (H_2 Cl_2) Cl_2$	84	60	2	38	1,59
Jodmethyl	$CH_3 J$	71	34	1	21	1,62
Chlormethylchlorid	$C (H_2 Cl) Cl$	42,5	32	1	20	1,60
Brommethyl	$CH_3 Br$	47,5	29	1	17,5	1,66
Ethylbibromid	$C_2 H_4 Br_2$	94	50	2	33	1,51
Bichlorethyl	$C_2 (H_2 Cl_2)$	48,5	40	2	24	1,66
Chloräthylchlorid	$C_2 (H_4 Cl) Cl$	49,5	43	2	26	1,65
Ethylbichlorid	$C_2 (H_4) Cl_2$	49,5	43	2	26	1,65
Jodäthyl	$C_2 H_5 J$	78	43	2	27	1,60

	Formel	M	M : S	Okt	A	Q
Bromäthyl	$C_2H_5Br$	54,5	39	2	23,5	1,65
Chloräthyl	$C_2H_5Cl$	32,25	37	2	20	1,85
Chlorbutylen	$C_4H_8Cl_2$	63,5	66	4	38	1,72
Jodamyl	$C_5H_{11}J$	99	76,0	5	45	1,71
Bromamyl	$C_5H_{11}Br$	75,5	74,5	5	41,5	1,79
Chloramyl	$C_5H_{11}Cl$	53	68	5	38	1,80
Chloracetyl	$C_2(H_3Cl)O$	39,25	37	3	22	1,68
Chlorbenzoyl	$C_7(H_5Cl)O$	70	67	8	44	1,52
Chlorzinn	$SnCl_4$	130	66	—	36	1,83
Chlortitan	$TiCl_4$	96	64	—	36	1,77
Bromphosphor	$PBr_3$	135,5	54,3	—	32,5	1,66
Bromantimon	$SbBr_3$	184,5	58,4	—	32,5	1,80
Bromsilicium	$SiBr_4$	174	74	1	46	1,61

Zusammen 32 Haloidverbindungen.

Tabelle III.

### Schwefelhaltige Flüssigkeiten beim Siedepunct.

Ganz ähnlich wie die Chlorverbindungen, zeigen auch die Schwefelverbindungen, dass das Schwefelatom Erweiterungen der Molecule, an denen es Antheil nimmt, naturgesetzlich bedingt, und die folgende Tabelle lehrt, dass diesen Erweiterungen Rechnung getragen wird, wenn man den Raum, den das Schwefeloktaeder in Anspruch nimmt (durch Vergrößerung der Zwischenräume, zwischen den Moleculen) doppelt so hoch berechnet, als denjenigen, den das Kohlenstoff- und Sauerstoffoktaeder beansprucht, also für jedes S nicht 4 sondern 8 zählt, um die A Tetraederräume zu finden, welche das Molecul ausfüllt.

	Formel	M	M : S	Okt	A	Q
Schwefelkohlenstoff	$CS_2$	38	31	3	20	1,55
Zweif. Schwefelmethyl	$C_2H_6S_2$	47	50,5	4	30	1,68
Mercaptan	$C_2H_6S$	31	38	3	22	1,73
Schwefelmethyl	$C_2H_6S$	31	38	3	22	1,73
Schwefeläthyl	$C_4H_{10}S$	45	60	5	34	1,76
Amylmercaptan	$C_5H_{12}S$	52	70	6	40	1,75
Schweflgs. Aethyl	$C_4H_{10}SO_3$	69	74,5	8	46	1,62
Schweflige Säure	$SO_2$	32	22	3	16	1,38
Chlorschwefel	$SCl$	33,73	23	1	15	1,53

Zusammen 8 Flüssigkeiten, weil die schweflige Säure schon oben aufgezählt worden.

Ich mache ganz besonders auf die letzte Flüssigkeit, den Chlorschwefel  $SCl$  aufmerksam, weil er zeigt, dass für A nur dann der Werth von 15 herauskommt, wenn nicht allein  $S=8$  zählt, sondern auch der Raum des einen Chloratoms  $Cl$  gleich 7 Tetraedern gesetzt wird, wie es bei den Chlorverbindungen der Tabelle 2 geschehen ist.

In der schwefligen Säure ist ein Schwefeloktaeder mit 2 Sauerstoffoktaedern verbunden anzunehmen. Die beiden O dominiren über das eine S und daher fällt die Rechnung in Tabelle III zu klein, die in Tabelle I zu gross aus.

#### Tabelle IV.

Das Quecksilber und Stickstoff, Phosphor, Arsen, Antimon und Zinn enthaltende Flüssigkeiten bei gewöhnlicher Temperatur.

Die specifischen Gewichte der Substanzen, welche in dieser Tabelle zusammengestellt sind, lassen sich nicht für deren Siedepunkte berechnen, weil ihre Ausdehnungscoefficienten nicht bekannt sind. Bedenkt man indessen, dass der Quotient für Wasser von  $0^{\circ}$  bis  $100^{\circ}$  sich nur von 1,5 bis 1,566 ändert, so müssen auch die bei gewöhnlicher Temperatur ermittelten specifischen Gewichte noch brauchbar für unsere Vergleichenungen sein.

Die Substanzen, welche ich in dieser vierten Tabelle zusammengestellt habe, geben nun unter allen die bemerkenswerthesten Resultate.

Die Construction der Molecule dieser Substanzen führt hier nämlich zu Körpern, welche wegen Auftretens grösserer Vacuolen einen viel grösseren Raum einnehmen als die zum Aufbau der Molecule zu verwendenden Bausteine.

Das Ammoniak  $\text{NH}_3$  wird körperlich dargestellt durch 3 Wasserstofftetraeder, auf deren Spitze ein Stickstofftetraeder so aufgesetzt ist, dass alle 4 Tetraeder wieder ein Tetraeder, das Makrotetraeder  $T_2$  oder  $T^2$  (es ist weiter unten Fig. 3 abgebildet) darstellen. Dieses schliesst aber eine Oktaedervacuole ein und hat also ein 8mal so grosses Volum als ein Tetraeder. Vier zum Makrotetraeder zusammengestellte Tetraeder müssen also nicht 4 sondern 8 bei der Summation zu A zählen.

Das Molecul des vierwerthigen Zinns  $\text{Sn} = 59$  habe ich auch für ein Makrotetraeder erklärt, für dasselbe muss also auch wie vorstehend gezählt werden.

Stickstoffverbindungen, welche dem Ammoniaktypus angehören, wie Aethylamin, müssen ebenso wie Ammoniak behandelt werden und wegen der chemischen Aehnlichkeit derselben mit den Phosphor-, Arsen- und Antimonbasen, dem Boräthyl, wird man in diesen je drei Wasserstofftetraeder immer mit einem Bor-,

Phosphor-, Arsen-, Antimontetraeder zum Makrotetraeder vereinigt annehmen und demnach für das Volum der Gruppen:

$\text{NH}_3$ ,  $\text{BH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{SbH}_3$  den Raum von 8 Tetraedern für die Spalte A in Rechnung bringen müssen.

Die Nitrile dagegen, die Aniline, die eine andere Constitution haben, unter welchen das Anilin beispielsweise aus einer nitrirten Verbindung hergestellt werden kann, brauchen jener Anordnung nicht zu unterliegen, man wird deren Stickstofftetraeder und ihre Wasserstofftetraeder alle als einfache Tetraeder zu nehmen haben.

Am auffallendsten ist das für das Quecksilbermolecul berechnete Resultat.

Ein flüssiges tetraedrisches Metallmolecul wird, wie ich p. 4 der Brochüre dargelegt habe, durch Zusammenfügen von Tetraedern zu einer Rosette körperlich nachgebildet.

Die vollständigste Rosette\* fordert 5 Tetraeder, die, sobald man sie alle so zusammengelegt hat, dass von jedem Exemplar eine vertical gehaltene Kante durch das Centrum der Rosette geht, für das Auge am Rande durch ein reguläres Fünfeck abgeschlossen erscheint. Die Centriwinkel des regulären Fünfecks betragen  $72^\circ$ , die Kantenwinkel der Tetraeder aber nur  $70^\circ,32'$ . Hat man also 5 Tetraeder zur Rosette zusammengelegt, so haben diese einen Spielraum von im Ganzen  $7^\circ$  und  $20'$  innerhalb dessen sie beweglich bleiben und so ein flüssiges Molecul darstellen können.

Der ganze Raum, den der Umfang der Rosette begrenzt, wird aber auch noch in Anspruch genommen, wenn nur 4 oder 3 oder 2 Tetraeder um eine centrale Axe Wärmebewegungen machen.

Für das Quecksilber kann man nun nicht willkürlich eine dieser Rosetten wählen, denn seine Valanz schreibt vor, dass sein Molecul nur 2 Tetraeder enthalten darf, weil es zweiwerthig ist. Demnach ergibt sich für das Molecul des flüssigen Quecksilbers, dass die 2 darin enthaltenen Tetraeder, weil sie den ganzen Rosettenraum = 5 Tetraedern (streng genommen ein noch um ein sehr Kleines, nämlich im Verhältniss von 1,0279:1 grösseren Raum) einnehmen, für fünf Tetraederräume genommen werden müssen, um die Zahl A zu erhalten, durch welche wir das aus dem spec. Gewicht und Moleculgewicht berechnete Moleculvolum dividiren.

Es ist nun gewiss bemerkenswerth, dass unter Einhaltung aller dieser geforderten Consequenzen, der Quotient  $M:SA$  wieder

nahe an den Normalquotienten  $Q = 1,566$  für alle folgenden Flüssigkeiten hinan kommt, wie die Zusammenstellung hierunter ausweist:

	Formel	M	S	M:S	Okt	A	Q
Quecksilber bei 0°	Hg = hg <sub>2</sub>	100	13,595	7,355	0	5	1,471
Dasselbe bei 50°	Hg = hg <sub>2</sub>	100	13,474	7,422	0	5	1,484
Dasselbe bei 100°	Hg = hg <sub>2</sub>	100	13,35	7,491	0	5	1,498
Dasselbe bei 150°	Hg = hg <sub>2</sub>	100	13,23	7,557	0	5	1,511
Dasselbe bei 200°	Hg = hg <sub>2</sub>	100	13,11	7,626	0	5	1,525
Dasselbe bei 250°	Hg = hg <sub>2</sub>	100	12,99	7,696	0	5	1,539
Dasselbe bei 300°	Hg = hg <sub>2</sub>	100	12,87	7,762	0	5	1,553
Dasselbe bei 350°	Hg = hg <sub>2</sub>	100	12,757	7,839	0	5	1,568
Dasselbe beim Siedep. 360°	Hg — hg <sub>2</sub>	100	12,736	7,857	0	5	1,570
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	8,5	0,6234	13,63	0	8	1,700
Aethylamin	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> NH <sub>3</sub>	22,5	0,696	32,3	2	20	1,600
Amylamin	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> NH <sub>3</sub>	43,5	0,750	58	5	38	1,526
Triäthylphosphin	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> PH <sub>3</sub>	59	0,812	73	6	44	1,613
Triäthylarsin	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> A <sub>5</sub> H <sub>3</sub>	81	1,151	70	6	44	1,590
Triäthylstibin	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> SbH <sub>3</sub>	104,5	1,324	79	6	44	1,790
Triäthylborin	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> BH <sub>3</sub>	49	0,696	70	6	44	1,590
Zinntetraäthyl	C <sub>8</sub> H <sub>20</sub> Sn	117	1,187	98	8	60	1,63
Benzonitril	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> NH <sub>3</sub>	51,5	—	61	7	38	1,605
Anilin	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	46,5	—	53	6	32	1,65
Diäthylanilin	C <sub>10</sub> H <sub>15</sub> N	74,5	—	95	10	56	1,70

Zusammen 12 Flüssigkeiten.

Wollte man bei Aufstellung dieser Tabelle die Gruppe NH<sub>3</sub> in den Aminen und Verwandten 4 statt 8 zählen lassen, so würden die Q auf 1,8 bis 2 steigen. Setzte man bei dem Benzonitril und Anilin umgekehrt 8 statt 4, so würden die Q auf 1,4 sinken. Bei den einzelnen Verbindungen, für welche A sehr gross wird, wie beim Zinntetraäthyl und Diäthylanilin, verschwindet die Differenz selbstverständlich, so dass diese nichts entscheiden.

#### Tabelle V.

Das bei gewöhnlicher Temperatur halbfeste Antimonchlorür nebst dem entsprechenden Arsenchlorür und Phosphorchlorür.

Die starren Substanzen zeigen, wie unten zum Schluss weiter dargethan werden soll, sehr häufig auch lockerere Anordnungen als Flüssigkeiten. Eis, Eisen, Wismut etc. dehnen sich bei der Erstarrung ansehnlich aus. Dem entsprechend findet man auch beim Chlorantimon bereits  $Q = 2,29$  also viel grösser als 1,566, während der Forderung, dass AsCl<sub>3</sub> und PCl<sub>3</sub> dasselbe Gefüge haben müssen wie SbCl<sub>3</sub> Genüge geleistet wird, insofern auch bei diesen Körpern Q grösser als 2 ausfällt. Dazu kommt noch,

dass man bei Mineralien häufig Erweiterungen der Molecule findet, wenn die Elemente, welche darin enthalten sind, für Q grosse Zahlen geben, und zu diesen Elementen gehören gerade Sb, As und P. Man vergleiche die Tabelle der Elemente unten am Schluss:

	Formel	M	M:S	Okt	A	Q
Chlorantimon, fest	Sb Cl <sub>3</sub>	117,75	50,35	—	22	2,29
Chlorarsen	As Cl <sub>3</sub>	90,75	47,4	—	22	2,15
Chlorphosphor	P Cl <sub>3</sub>	68,55	47,0	—	22	2,13

Zusammen 3 chlorhaltige Körper.

Ich bemerke ausdrücklich, dass ich bei dem Aufsuchen der Flüssigkeiten, für welche das spec. Gewicht bekannt ist, alle bis jetzt mir begegneten in vorstehenden Tabellen aufgezählt und nicht etwa eine Anzahl, welche für Q abweichende Werthe gegeben hätte, ausgeschieden habe. Wenn die Erweiterungen der Molecule, welche die vorstehenden drei Flüssigkeiten berechnen lassen, aus einem Hange, die Structur fester Substanzen anzunehmen oder aus dem erweiternden Einflusse der Elemente P, As, Sb nicht genügend erklärt erscheinen sollten, so sprächen diese drei Fälle unter hundertundeinem gegen die Behauptung: dass die Berechnung der Moleculvolume aus dem Volum der zur Construction der Körpermolecule verbrauchten Anzahl von Oktaedern und Tetraedern annäherungsweise dieselben Resultate giebt, wie die Berechnung aus den specifischen Gewichten und Moleculgewichten.

#### Tabelle VI.

#### Quecksilberäthyl, Zinkäthyl und Bleitriäthyl.

Der Quotient Q fällt auch bei diesen Körpern zu gross aus, er steigt auch auf 2 und darüber, wenn man alle Tetraeder einfach Eins bei der Berechnung von A zählen lässt.

Für diese drei Körper lässt sich aber nachweisen, dass grosse Zwischenräume zwischen je zwei Moleculen sich einstellen, wenn wir unseren Constructionen folgen.

Denn alle drei Formeln fordern mehr Tetraeder als die Zwischenräume zwischen den Kohlenstoffoktaedern, wenn wir aus den Wasserstofftetraedern und Kohlenstoffoktaedern Diasterprismen gebildet haben, aufnehmen können. Um überhaupt die Construction dieser Molecule zu ermöglichen, habe ich die Metalltetraeder und beim Bleitriäthyl dazu noch 4 Wasserstofftetraeder in ihre

Mikrotetraeder auflösen und diese in die Mikrovacuolen der Kohlenstoffoktaeder einfügen müssen. Das Molecul aller dieser drei Metallverbindungen schliesst dabei an dem einen wie anderen Ende mit dem offenen Keil K des Diasters Fig. 2 ab. Construiert man aus solchen Moleculen nun die Lagerung der Molecule in der Raumeinheit, so bleiben zwischen je zwei Moleculen ansehnliche Hohlräume. Da sich aber kein Mittel darbietet, abzuschätzen oder gar zu berechnen, wie weit die Molecule an den Enden von einander abstehen, so muss man von der Verwerthung der Moleculvolume dieser drei Verbindungen absehen, nur so viel leitet sich als Consequenz aus der Construction ab, dass Q hierbei, wenn wir es in derselben Weise wie oben berechnen, grösser wird als 1,566, was allerdings und zwar sehr wesentlich der Fall ist, denn wir finden für:

	Formel	M	S	M:S	A	Q
Zinkäthyl	$C_4H_{10}Zn$	61,5	1,18	52	28	1,85
Quecksilberäthyl	$C_4H_{10}Hg$	129	2,44	52,8	28	1,88
Bleitriäthyl	$C_{12}H_{30}Pb_2$	294	1,47	200	82	2,44

In den vorstehenden Tabellen habe ich für die Genauigkeit der Quotienten Q einen Spielraum von 1,4 bis 1,8 gelassen. Abweichungen um diesen Betrag von den Normalquotienten = 1,5 bis 1,566, ziehen Schwankungen des Moleculvolums oder der Zahl A bis zu einem Zehntel des wahren Volums nach sich. Dieser Spielraum wäre nicht unbedeutend, wenn Q die Grösse eines Normaltetraeders ausdrücken sollte. Dem aber ist nicht so.

Die Atomistik fordert nicht, dass die Atome, indem sie untereinander sich verbinden, oder von Wärmewirkungen beeinflusst werden, ihre eigene Grösse ändern, sie setzt vielmehr voraus, dass, wo es sich um Aenderung von Moleculvolumen handelt, die Molecule andere Entfernungen unter einander annehmen, dabei mögen auch die Atome, aus denen die Molecule bestehen, sich einander einerseits nähern, andererseits von einander entfernen können.

Ganz im Einklange mit der atomistischen Vorstellung lasse ich die Grössen der Tetraeder und Oktaeder auch unverändert und leite Gewichtsveränderungen der Raumeinheit einer Flüssigkeit aus Veränderungen der Molecularabstände ab.

Der Zusammenhang, in welchen die Werthe M, S, A zu einander stehen, ist den vorstehenden Tabellen gemäss:

$$M = AS. 1,5 \quad \text{bezogen auf Wasser von } 0^\circ.$$

$$M = AS. 1,566 \quad \text{bezogen auf Wasser von } 100^\circ.$$

*Herm. Kopp* fand schon, dass die Atomvolumen isomerer Verbindungen gleich sind. Die vorstehenden Ausdrücke geben als Grund für diese Erscheinung und auch bezüglich polymerer Verbindungen an, dass sobald  $M$  übergeht in  $2M$ ,  $3M$  u. s. f. auch immer  $A$  in derselben Progression  $2A$ ,  $3A$  u. s. f. wächst. Man bemerkt, dass vorstehende Gleichungen ganz unabhängig von unseren Constructionen geworden sind, sie enthalten nur abstracte Beziehungen unter Zahlen. Bis auf ein Zehntel des Werthes von  $A$  auf- wie abwärts vom wahren Werthe findet man  $A$ , indem man jedes  $H = 1$ , jedes  $C = 4$ , jedes  $O = 4$ , jedes  $S = 8$  und ein  $Cl = 7$ ,  $Br = 10,5$ ,  $J = 14$  zählen lässt. Bringt man die zweite Gleichung in die geeignete Form, um darnach das Moleculvolumen irgend einer Flüssigkeit bei ihrem Siedepunct zu berechnen, und setzt demgemäss:

$$\frac{M}{S} = A \cdot 1,566$$

so wird man selbst bei Formeln, welche für  $A$  grössere Zahlen geben, meistens mässige Abweichungen von den von *Kopp* gefundenen Moleculvolumen finden.

Beispielsweise fordert die Formel für Zimmtsäureäthyl für  $A$  den Raum von 64 Tetraedern. Es ist aber  $64 \cdot 1,566 = 100$ , während das von *Kopp* berechnete Moleculvolumen 105 beträgt, so dass die Berechnung der Moleculvolumen aus dem Normalquotienten und den unter  $A$  zu verstehenden Zahlen, wie es mir scheint, einen gewissen Werth hat.

Die Differenz beträgt hier nur 5 Einheiten. Eine Volumendifferenz von zehn Procenten aber wird bedingt, durch eine geringe Vergrösserung der Moleculardistanzen, denn das Verhältniss  $1 : \sqrt[3]{1,1}$  ist entwickelt  $= 1 : 1,032$ .

Bedenkt man nun, dass die Veränderungen der specifischen Gewichte durch Wärme und der mittelst derselben berechneten Moleculvolumen Functionen der Moleculardistanzen sind, so wird man bei einer so geringen Differenz von 32 Tausendsteln zugeben müssen, dass die Moleculvolumen der Flüssigkeiten eine verhältnissmässig grosse Uebereinstimmung mit den aus den Tetraeder-Oктаederconstructionen abgeleiteten Volumen erkennen lassen.

### Abtheilung B.

#### Die Moleculvolume der starren Substanzen.

Wir kennen von sehr vielen Mineralien die specifischen Gewichte und Moleculgewichte, allein die Zahl derjenigen Mineralien, welche rein genug sind, um unserem Zweck zu dienen, ist nicht sehr gross. Indessen habe ich eine ähnliche Vergleichung, wie ich sie im Vorstehenden beschrieben habe, auch mit den Elementen und ausserdem noch mit mehr als zweihundert Mineralien angestellt.

Das Endresultat dieser Vergleichung heisst kurz: die Atomvolume der starren Substanzen liefern im Ganzen kein brauchbares Material, um darnach über die Zulässigkeit unserer Tetraeder- und Oktaederconstructions ein Urtheil fällen zu können.

Denn für ein und dasselbe Mineral weichen die specifischen Gewichte je nach dem Fundort oder wohl richtiger, je nach der Art, wie seine Masse erstarrte, oder aus einer Flüssigkeit auskrystallisirte, unter einander oft um einige Einheiten ab.

Wenn man ein grosskrystallinisches Metall, etwa Wismut, Antimon und grobkrystallinische Salzmassen auf dem Bruch beobachtet, so erkennt man schon mit blossem Auge, wie dieselben unregelmässig in den verschiedensten Richtungen von Bändern und Streifen unter einander regelmässiger verbundener Krystallindividuen durchzogen werden, dass also zu den Volumen regelmässig geordneter Krystall- und Massenelemente noch andere aus Unregelmässigkeiten herzuleitende Zwischenräume sich hinzugesellen.

Aus der Anschauung des Bruches von Mineralien und Salzmassen erschliesst man ohne weiteres, dass solche Unregelmässigkeiten noch viel weiter in das Gefüge derselben sich fortsetzen, als man es beobachten kann, und dass aus diesem Grunde die wahren specifischen Gewichte der starren Substanzen niemals mit derselben Genauigkeit, wie die der Flüssigkeiten ermittelt werden können.

Ganz solchen Beobachtungen und Schlussfolgerungen entsprechend machen die Zahlen, welche ich für  $Q$  bei den Elementen und starren Verbindungen derselben erhalte, im Ganzen den Eindruck, als würden vorhandene Regelmässigkeiten durch zufällige Störungen verkümmert.

Im Allgemeinen fallen bei solchen Substanzen die Werthe

von Q nahezu gleich mit 1,5 (dem Normalquotienten für Wasser von 0<sup>o</sup>) aus oder kleiner.

Bei Oxyden, seien diese Basen, Sesquioxyde, Hyperoxyde oder Metallsäuren, beträgt Q gewöhnlich 0,5 bis 1,5.

Bei verwandten Mineralien findet man auch annäherungsweise dieselben Werthe für Q, wenigstens giebt es unter deren spec. Gewichten meistens Zahlen, mit welchen sich eine solche Annäherung herstellen lässt. So geben die Spinelle für Q Werthe von 0,5 bis 0,85, die Sulphate nahe an 1 liegende und die Carbonate von 0,6 bis 1,1 schwankende.

Die Silicate geben für Q Werthe von 0,7—1,1.

Chlor, Brom, Jod machen ebenso wie bei Flüssigkeiten auch bei starren Verbindungen ihren erweiternden Einfluss geltend.

Wenn Elemente für Q grosse Zahlen liefern, Rubidium giebt 28, Kalium 22,6, Natrium 11,93, Barium 18,5, Strontium 8,6, Calcium 6, starres Quecksilber 3,5, Blei 4,6, so finden sich auch häufig, obschon nicht immer, Erweiterungen der Molecule bei den Verbindungen, in welchen diese Elemente vorkommen.

Diese Erweiterungen, welche Elemente auf das Molecul ihrer Verbindungen ausüben, zeigen eine gewisse Regelmässigkeit. Zieht man z. B. von den Moleculvolumen der Haloidverbindungen des einwerthigen Kaliums die aus den Silberverbindungen oben abgeleiteten Werthe für ein Tetraeder: Cl=7—8, Br=10,5, J=13—14 ab, so erhält man aus den drei Verbindungen; KCl, KBr, KJ für den Raum, den das Kalium in den Moleculen aller drei verschiedenen Haloidverbindungen einnimmt, ziemlich nahe übereinstimmende Werthe, nämlich 12 bis 14.

	M	S	M:S	Minus	
KCl	37,3	1,92	19,4	7	= 12,4
KBr	59,3	2,4	24,8	10,5	= 14,3
KJ	83	3	27,6	14	= 13,6

Ebenso findet man für Quecksilber nahezu übereinstimmende Werthe, wenn man seinen Antheil am Volum seiner Haloidverbindungen berechnet, einmal aus den Chlorüren, Bromüren und Jodüren, ein andermal aus den zugehörigen Chloriden, Bromiden und Jodiden, z. B.:

	M	S	M:S	Minus	
HgCl	117,5	6,5	18	7	11
HgCl <sub>2</sub>	135	5,4	25	14	11

Dagegen stösst man auf Abweichungen in den Werthen des Raums, den das Quecksilber in dem Moleculvolum seiner Haloid-

verbindungen einnimmt, wenn man dieselben einmal, wie es hier so eben geschehen ist, aus den Chlorverbindungen, darauf, wie folgt, aus den Brom- und Jodverbindungen berechnet. Aus den Bromüren erhält man nämlich nahezu übereinstimmend 9 und aus den Jodverbindungen 7 bis 8 statt 11. Das zweiwerthige Quecksilber verhält sich in dieser Beziehung also anders als das einwerthige Silber und einwerthige Kalium.

Formel	M	S	M:S	Minus	
Hg Br	140	7,3	19	10,5	8,5
Hg Br <sub>2</sub>	180	5,9	30	21	9
Hg J	163,5	7,6	21	14	7
Hg J <sub>2</sub>	227	6,3	36	28	8

Die Schwefelmetalle haben, wie schwefelhaltige Flüssigkeiten, erweiterte Molecule, wenn das Atom des Metalls durch ein Tetraeder dargestellt werden muss. Q schwankt durch die Reihe solcher Schwefelmetalle von 1,5 bis 3,5.

Ist das Metallatom dagegen oktaedrisch zu nehmen, wie das des Eisens, Mangans, Nickels, Kobalts etc., so zeigen sich solche Erweiterungen nicht mehr. Q schwankt bei solchen Schwefelmetallen von 0,7 bis 1,5.

Wenn sich die für die Mineralsalze berechneten Werthe von Q nun auch nicht eignen, um Beziehungen der Moleculvolumen zu den Volumen der Körpermoleculen festzustellen, so ist es immerhin möglich, dass eine Vergleichung derselben unter einander und mit dem für die Elemente berechneten Werthe von Q einen Nutzen haben kann, was der Fall sein würde, wenn sich die Erweiterungen, welche die Moleculvolumen der Elemente im Verhältniss zu dem Kleinsten unter ihnen durch verschiedene Lagerung der Tetraeder und Oktaeder gesetzmässig ableiten liesse.

Die Untersuchung über diese Frage wird jedenfalls immer mit Schwierigkeiten verbunden bleiben, weil bei den Erweiterungen, welche durch verschiedene Lagerung der Bausteine gesetzmässig veranlasst werden können, noch andere, durch Störung der Krystallisation im Momente des Erstarrens hinzugesetzte Unregelmässigkeiten zu berücksichtigen sind, deren Einfluss auf die Grösse der Veränderungen von Q nicht ermittelt werden kann.

Wie verschieden die Dichten einer und derselben Substanz durch Tetraeder- und Oktaederaggregate hergestellt werden können, sollen die folgenden Constructionen darlegen.

Dagegen lässt man auf Abweichungen in der Richtung der Achsen des Quecksilber in dem Wasserstoff sein Einflus

## Tetraederaggregate.

Das dichteste Tetraederaggregat, das herzustellen möglich ist, erhält man, indem man zuerst fünf Tetraeder zur vollständigen Rosette zusammenlegt.

Besetzt man darauf die fünf Tetraederflächen, welche die Rosette oben und ebenso die fünf Tetraederflächen, welche sie unten darbietet, mit Tetraedern, und füllt endlich alle noch vorhandenen Lücken auch mit Tetraedern aus, so schliesst sich das ganze Aggregat mit dem zwanzigsten Tetraeder zu einem kugelförmigen Körper ab. Derselbe ist demgemäss:

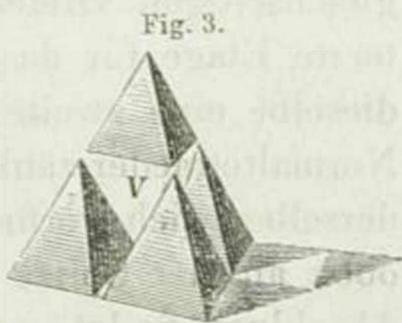
Ein Ikosi-Tetraeder (nicht Ikositetraeder). Es hat 12 Ecken und zwischen denselben 20 Tetraederflächen. Die sechs Axen, welche die Ecken zu zwei verbinden, haben die Länge von 2 Tetraederkanten, die Ecken lassen sich also sämmtlich in eine Hohlkugel einschreiben.

Der cubische Inhalt dieses Körpers ist etwas grösser als die Summe der Räume, welche die 20 Tetraeder einnehmen, aber nur um ein Geringes, weil die Spalten, die je fünf der in diesem Körper zusammenliegenden Tetraeder zwischen sich lassen, zusammen nur  $7^{\circ}$  und  $20'$  ausmachen. Diesen Zwanzigflächner kann man von neuem mit Tetraedern besetzen, den daraus hervorgehenden Körper wieder u. s. f.

Denkt man sich nun in einer Flüssigkeit zuerst Millionen von Tetraedern in solcher Weise zusammengedrängt, lässt sie darauf weiter auseinandertreten und endlich zunächst bis zu regelmässigen Raumgittern sich anordnen, in welchen sich alle Individuen nur mit den Ecken berühren, so erfolgt eine Ausdehnung des Aggregates, die man berechnen kann.

Nehmen wir zuerst den einfachsten Fall an, es setzten jedesmal 20 Tetraeder eines Ikositetraeders in 5 Makrotetraeder sich um.

Das Makrotetraeder besteht aus vier wiederum zum Tetraeder zusammengefügtten Normaltetraedern, welche eine oktaedrische Vacuole  $V$  umschliessen. Da diese Vacuole, wie das massive Oktaeder, genau viermal so gross ist als ein Normaltetraeder, so ist der ganze Raum, den das Makrotetraeder einnimmt, achtmal so gross als ein Normaltetraeder.



Bezeichnet hier und in der Folge  $R$  immer den Raum, den das ganze Aggregat einnimmt, und  $A$  die Anzahl der Normaltetraeder, welche zum Aufbau des ganzen Aggregates verwandt werden, so nimmt, wenn wir das Volum des Normaltetraeders zur Raumeinheit annehmen, für das Makrotetraeder der Quotient  $R:A$  den Werth  $= 2$  an.

Setzen sich also in einer Flüssigkeit nach Anordnung des Ikosi-Tetraeder zusammengefügte Normaltetraeder im Augenblicke des Erstarrens derselben in Makrotetraeder um, so würde das aus letztern hervorgehende Aggregat ein viel grösseres Volum einnehmen als das ursprüngliche besass.

Vom Makrotetraeder ausgehend lassen sich nun aber zweierlei Raumgitter construiren. Das eine umfasst die Reihe der crescenten Tetraeder. Die einzelnen Glieder dieser Reihe sollen, während das Normaltetraeder mit dem Zeichen  $T$  oder  $T_1$  versehen wird, durch  $T_2, T_3 \dots, T_n$ , ausgedrückt werden, je nachdem sie in jeder Kante 2, 3  $\dots$   $n$  Normaltetraeder zählen lassen.

Die Glieder der anderen Reihe »der Makrotetraeder« dagegen werden, je nach dem Grade der Makrotetraedrie, d. h. je nachdem dieselbe 2, 3  $\dots$   $(n-1)$  mal wiederholt worden, um ein Grosstetraeder zweiter, dritter  $\dots$   $n$ -ter Ordnung zu erzeugen, mit  $T^2, T^3 \dots T^n$  bezeichnet. Das Anfangsglied  $T_2$  der ersten Reihe ist dabei identisch mit dem Anfangsgliede  $T^2$  der zweiten Reihe, es ist gleichfalls das Makrotetraeder Fig 3.

Die Tetraeder-Raumgitter  $T_n$  erhält man, indem man zuerst  $(n+1)\frac{n}{2}$  Normaltetraeder zu einem gleichseitigen Dreieck so zusammenstellt, dass sie sich mit den Ecken der Grundflächen berühren. Ein solches Dreieck lässt in jeder Kante  $n$  Normaltetraeder erkennen, denn der vorstehende Ausdruck ist die Summe aller ganzen Zahlen von 1 bis  $n$ . Benutzt man diese zum gleichseitigen Dreieck zusammengefügte Tetraederschaar als unterste Etage für das zu errichtende Grosstetraeder und setzt auf dieselbe eine zweite ähnliche Etage, welche an den Kanten  $(n-1)$  Normaltetraeder zählt, auf diese eine dritte, in deren Kanten  $(n-2)$  derselben sich vorfinden und construirt so fort, bis der Körper oben an der Spitze durch ein einzelnes Normaltetraeder seinen Abschluss findet, so hat man für jede beliebige Zahl  $n$  die Vorschrift, nach welcher das entsprechende crescente Tetraeder aufgebaut werden kann.

Da die Winkel der crescenten Tetraeder dieselben bleiben wie die des Normaltetraeders, die Kanten immer die Länge  $= n$  annehmen, wenn  $n$  Normaltetraeder darin liegen, weil wir die Kanten der letzteren  $= 1$  gesetzt haben, so findet man leicht, weil die Höhen aller hierher gehörigen Grosstetraeder mit wachsendem  $n$  in der Kante immer  $= n \cdot 0,8165$  (d. i. die Höhe eines Normaltetraeders) annehmen, dass der ganze Raum  $R$ , den das crescente Tetraeder  $T_{(n)}$  einnimmt,  $= n^3$  ist, sobald auch das Volum von einem  $T = 1$  gesetzt worden.

Die Anzahl der in einem crescenten Tetraeder enthaltenen Normaltetraeder erhält man durch Summation der Trigonalzahlen. Zählt man an den Kanten  $n$  Normaltetraeder und ist  $A$  die Anzahl aller in  $R$  vorhandenen Exemplare, so hat man:

$$A = \frac{n \cdot (n+1) \cdot (n+2)}{6}$$

Nimmt man nun  $n$  sehr gross, so gross, dass auf den Unterschied von  $n$  im Vergleich mit  $(n+1)$  und  $(n+2)$  nichts mehr ankommt, so wird der Ausdruck für:

$$A = \frac{n^3}{6},$$

und das Verhältniss  $R:A$  also  $= \frac{6 \cdot n^3}{n^3}$  oder constant  $= 6$ .

Das aus vier Tetraedern zusammengesetzte Makrotetraeder giebt entsprechend der Formel  $R = 2^3$  oder  $= 8$  für den körperlichen Inhalt und  $A = \frac{2 \cdot (2+1) \cdot (2+2)}{6} = 4$  also  $R:A = 8:4$  oder  $= 2$ .

Von da an steigt aber der Werth von  $R:A$  mit jeder Einheit, um welche die Anzahl  $n$  der in einer Kante der crescenten Tetraeder sichtbaren Tetraeder zunimmt. Ich lasse hiernach eine Tabelle folgen, die den Zuwachs überblicken lässt, bis zu dem Werth von  $n$ , bei welchem  $R:A$  der constanten 6 sich schon ansehnlich nähert:

$T$  bedeutet in der folgenden Tabelle wie oben ein Normaltetraeder.

$T_2, T_3 \dots T_n$  crescente Tetraeder, welche in den Kanten zwei, drei  $\dots n$  Normaltetraeder zählen lassen.

$A$  die Anzahl der im ganzen Grosstetraeder enthaltenen  $T$ .  
 $R$  das Volum des ganzen Aggregates.

$R:A$  das Verhältniss der Raumerfüllung.

Die Rechnung ergibt alsdann für:

Formel	A Pyramidalzahlen	R	R:A
T	1	1	1
T <sub>2</sub>	4	8	2
T <sub>3</sub>	10	27	2,7
T <sub>4</sub>	20	64	3,2
T <sub>5</sub>	35	125	3,571
T <sub>50</sub>	22100	125000	5,6561
T <sub>100</sub>	171700	100 <sup>3</sup>	5,818
T <sub>1000</sub>	167 167000	1000 <sup>3</sup>	5,982
T <sub>10000</sub>	166716670000	10000 <sup>3</sup>	5,9982

Das aus einfachen Tetraedern zusammengefügte crescente Tetraeder hat zweierlei Vacuolen. Einmal oktaedrische und, so oft drei solcher oktaedrische Vacuolen mit den Ecken zusammenstossen, noch eine tetraedrische, deren Spitze nach unten gerichtet ist, wenn man die Normaltetraeder des Aggregates alle mit den Spitzen nach oben gerichtet vor sich hat.

Man kann aus diesem tetraedrischen ohne weiteres ein penttetraedrisches dichteres Raumgitter ableiten, indem man die Grundfläche eines jeden zum Raumgitter T<sub>(n)</sub> verwandten Normaltetraeders noch mit einem Tetraeder besetzt, das in die darunter liegende oktaedrische Vacuole, mit der Spitze nach unten gerichtet, hinabreicht.

Es ist unerlässlich das Tetraederraumgitter einmal mit Modellen sich vorzuconstruiren, falls man über die Brauchbarkeit der ganzen Methode ein Urtheil gewinnen will. Hat man es vor sich, so erkennt man, wie alle diejenigen Oktaederaggregate, welche ich in der Brochüre »ebene« genannt habe, sich in die Vacuolen des Raumgitters einfügen lassen. Betrachtet man eine einzelne Etage für sich, in welcher man alle Vacuolen mit Oktaedern und Tetraedern ausgefüllt hat, so hat man Reihen von Rhomboeder- oder Diasterprismen vor sich. Die ebenen Ternen und Quaternen der Säuren, etwa der Salpetersäure, schwefligen Säure, Kohlensäure, lassen sich überall in eine solche Etage so einfügen, dass sie seitwärts an Wasserrhomboeder oder Diaster anschliessen, während diejenigen Säuren, welche durch pyramidale Quaternen und Quintern dargestellt werden, zwei übereinanderliegende Etagen in Anspruch nehmen.

Auf solche Weise lässt sich die Löslichkeit der Molecule  $\text{NH}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SH}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SH}_2\text{O}_4$  u. s. w. in Wasser und die Beschaffenheit verdünnter Säuren körperlich darstellen.

Makrotetraeder-Raumgitter  $T^n$ . Die zweite Art tetraedrischer Raumgitter erhält man, indem man zuerst 4 Normaltetraeder zusammenfügt. Bezeichnet man dieses, weil es in den Kanten zwei Tetraeder zählen lässt, mit:  $T^2$  so erhält man das Makrotetraeder zweiter Ordnung, welches mit dem crescenten  $T_2$  identisch ist.

Fügt man vier  $T^2$  von neuem zu einem Grosstetraeder zusammen, so erhält man:

$T^3$ , das Makrotetraeder dritter Ordnung, aus vier derselben:  $T^4$ , das Makrotetraeder vierter Ordnung und so fort, so dass  $T^n$  ein tetraedrisches Raumgitter bezeichnet, welches durch  $(n-1)$ -fache Wiederholung der Makrotetraedrie hervorgegangen ist.

Bei solcher Anordnung enthält das erste Makrotetraeder  $T^2$  eine Vacuole, welche genau durch ein Oktaeder ausgefüllt wird.

Die vier im  $T^3$  enthaltenen  $T^2$  aber schliessen eine achtmal so grosse Vacuole ein, welche ein Makrooktaeder ausfüllen würde, und in der hiermit bezeichneten Progression wächst der Quotient  $R:A$  sehr rasch in einem fort, so dass man durch makrotetraedrische Anordnung materieller Normaltetraeder das spezifische Gewicht der daraus bestehend gedachten Substanz in's Unendliche vermindern kann.

Folgende Tabelle lässt erkennen, wie rasch eine solche Verdünnung der Materie durch Makrotetraedrie zunimmt. Die Zeichen sind so eben und bei voriger Tabelle erklärt.

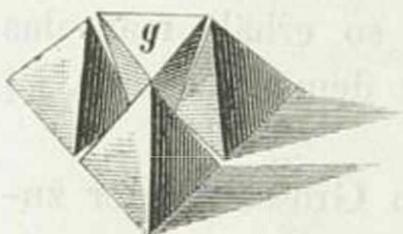
	A	R	R:A
T	1	1	1
$T^2$	4	8	2
$T^3$	16	64	4
$T^4$	64	512	8
$T^5$	256	4096	16
$T^6$	1024	32768	32
$T^7$	4096	262144	64

Es giebt nun aber noch verschiedene andere Tetraederaggregate, deren äussere Umrisse nicht wieder dieselbe Gestalt, wie die Bausteine sie besitzen, annehmen. Wenn man solche Aggregate unter sich raumgitterartig ordnet, so bedingen die einzelnen Schichten derselben auch ganz andere Spaltbarkeiten als vorige Körper. Einige der bemerkenswerthesten solcher Aggregate sind die folgenden.

Das Tetratetraeder (siehe p. 66). Man erhält es, wenn man die Spitze des Makrotetraeders umkehrt, und dieselbe mit den

drei Ecken ihrer Grundfläche  $g$  den Spitzen der drei Tetraeder anheftet, welche die Basis des Makrotetraeders ausmachen.

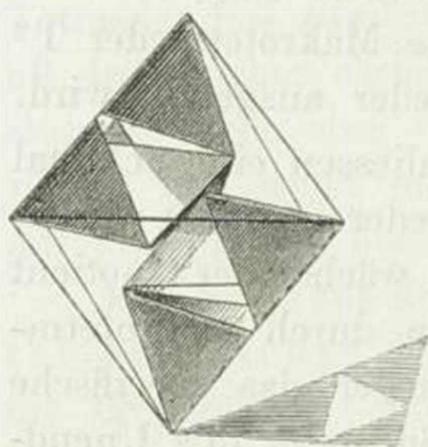
Fig. 4.



Dieses Aggregat nimmt  $\frac{7}{8}$  vom Volum eines Makrotetraeders ein, davon sind  $\frac{4}{8}$  durch Tetraeder ausgefüllt und  $\frac{3}{8}$  leer. Es ist also das Verhältniss  $R:A = 7:4$  oder  $= 1,75$ .

Das Oktetraeder erhält man, indem man zwei Tetratetraeder mit den Oberflächen  $g$  so zusammenfügt, dass die sechs Ecken dieser beiden Flächen sich in gleichen Abständen kreuzen.

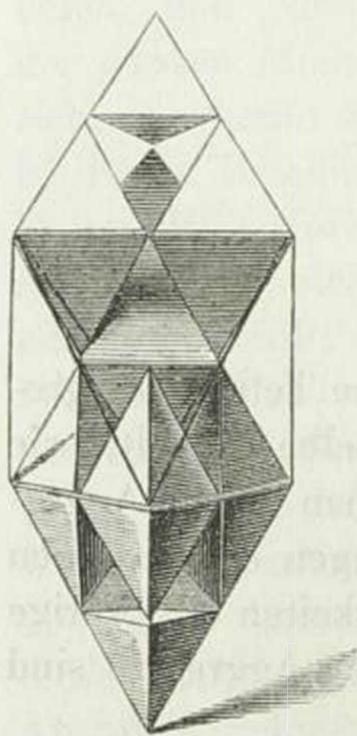
Fig. 5.



Die sechs Ecken dieses Körpers und die zwölf geraden Linien, welche je 2 derselben verbinden, liegen gerade so im Raume, wie die Ecken und Kanten am Makrooktaeder. Da letzteres achtmal so gross ist als ein Oktaeder, und dieses wiederum  $= 4$  Tetraedern ist, so nimmt es den Raum von zweiunddreissig Tetraedern ein. Da es nun acht Tetraeder enthält, so ist: für das Oktetraeder der Quotient  $R:A = 4$ .

Das Hekkaidekatetraeder entsteht, wenn man ein Flächenpaar des Oktetraeders noch mit Makrotetraedern besetzt. Es nimmt also den Raum von einem Makrooktaeder und zwei Makrotetraedern ein, es enthält 16 Tetraeder.

Fig. 6.



Daher ist das Verhältniss  $R:A$  für diesen Körper  $= 48:16$  oder  $= 3$ .

Diese beiden Körper ermöglichen es, Raumgitter aus Tetraedern herzustellen, welche die Structur und äussere Begrenzung des Oktaeders im ersten Falle, und im zweiten des Rhomboeders bekommen, beispielsweise um von den tetraedriscen Atomen des Phosphors, Arsens und Antimons für P auf das Oktaeder und für As und Sb auf ein Rhomboeder zu kommen. Die Abweichungen der Winkel des greifbaren Krystalls von denen der Bausteine müssen

bei solcher Annahme aus Verschiebungen der letzteren beim Aufbau der Raumgitter erklärt werden.

Der Oktaster ein Körper, den man erhält, wenn man die acht Flächen eines Oktaeders oder einer oktaedrischen Vacuole, jede mit einem Tetraeder besetzt.

Dieser Körper berührt mit seinen acht Ecken die Innenflächen eines Hohlwürfels von den Kanten  $K = 1,4142$  (die Kante eines Tetraeders und Oktaeders  $= 1$  gesetzt, es ist die Länge einer Oktaederaxe). Der cubische Inhalt  $K^3$  ist  $= 2,8284$  oder genau  $= 24 \cdot 0,11785$  oder 24mal so gross als ein Tetraeder.

Da der Oktaster acht Tetraeder enthält, so ist das Verhältniss  $R:A = 24:8$  oder  $= 3$ .

Legt man eine durch  $n^3$  bezeichnete Anzahl von Oktastern regelmässig zusammen, so bilden sie ein Würfelraumgitter mit einer primären Spaltbarkeit nach den Würfelflächen und einer secundären nach den Oktaederflächen.

Bei der Construction der Salze bekommen NaCl, KCl, RbCl, AgCl eben diesen Oktaster zum Molecul.

#### Oktaederaggregate.

Ganz analog wie Tetraeder, lassen sich auch Oktaeder zu zwei verschiedenen Raumgittern zusammenfügen, von welchen das eine, welches wir einfach Oktaeder-Raumgitter nennen wollen, die Reihe der crescenten Oktaeder  $O_2, O_3 \dots O_m$  umfasst. Die Indices, welche diesen Symbolen angehängt werden, zeigen an, wie viel Normaloktaeder man in den Kanten solcher crescenter Grossoktaeder zählt.

Das andere Raumgitter, welches zum Unterschied vom vorigen Makrooktaeder-Raumgitter heissen mag, und dessen Glieder durch die Zeichen  $O^2, O^3 \dots O^m$  von einander unterschieden werden, besteht aus Makrooktaedern zweiter, dritter  $m$ -ter Ordnung, je nachdem sie durch zwei-, drei- ( $m-1$ )mal wiederholte Makrooktaedrie zu Stande gekommen sind.

Die Anfangsglieder  $O_2$  und  $O^2$  der beiden verschiedenen Reihen sind auch hier, identisch, das aus sechs Normaloktaedern zusammengefügte Makrooktaeder.

Die Oktaeder-Raumgitter  $O_m$ . Setzt man ein Grossoktaeder zusammen aus einer Etage von  $m^2$  einzelnen Normaloktaedern, die man, eine Axe vertical gerichtet, in ein Quadrat geordnet hat, und aus zwei quadratischen Pyramiden, welche an den Grundkanten  $n = (m-1)$  Normaloktaeder zählen lassen und

deren einzelne Etagen an den Kanten der Reihe nach immer ein Exemplar weniger enthalten, bis die Pyramide oben ebenso wie die unten mit einem Exemplar in der Spitze abschliesst, so findet man durch Rechnung leicht, dass das Volum eines solchen Oktaeders  $m^3$  mal so gross ist, als das Volum eines Normaloktaeders, dessen Kanten  $= 1$  gesetzt worden.

Die Anzahl  $A$  aller der in einem solchen crescenten Oktaeder enthaltenen Normaloktaeder:

$a$ : im Grundkantenquadrat  $= (n + 1)^2$  Normaloktaeder,

$p$ : in jeder der beiden daran anschliessenden Pyramiden  $= \frac{(2n + 1) \cdot (n + 1) \cdot n}{6}$  gesetzt,

ist  $= a + 2 \cdot p$  oder  $A = (n + 1)^2 + \frac{2}{3} (2n + 1) \cdot (n + 1) \cdot n$ .

Nehmen wir nun auch hier  $n$  so gross, dass auf den Unterschied von  $n$  und  $n + 1$  nichts mehr ankommt, so erhalten wir:

$$A = n^2 + \frac{2}{3} n^3$$

Für  $\frac{R}{A}$  also den Werth  $\frac{n^3}{n^2 + \frac{2}{3} n^3} = \frac{3n^3}{3n^2 + 2n^3}$ .

Dividirt man nun noch Zähler und Nenner dieses Bruchs durch  $n^2$ , so erhält man  $\frac{R}{A} = \frac{3n}{3 + 2n}$ .

Ist nun  $n$  sehr gross, so können die im Nenner dieses Bruchs ausgedrückten 3 Einheiten auch noch vernachlässigt werden, wonach der Ausdruck:

$$\frac{R}{A} \text{ auf: } \frac{3n}{2n} \text{ oder } \frac{3}{2} = 1,5$$

sich zusammenzieht, welcher ausweist, dass das Verhältniss, in welchem das Volum  $R$  des ganzen crescenten Oktaeders zu dem mit Materie ausgefüllten Raum steht, constant  $= 1,5$  wird, sobald die Anzahl der in einer Kante zusammenliegenden Oktaeder unendlich gross wird.

Die oktaedrischen Raumgitter haben nur einerlei Vacuolen, nur tetraedrische.

Die folgende Zusammenstellung giebt einen Ueberblick über die Raschheit, mit welcher die Quotienten  $R:A$  sich dem Grenzwert  $1,5$  nähern.

Die unter  $R$  zusammengestellten Volume sind Vielfache vom Volum des Normaloktaeders, letzteres  $= 1$  oder  $= 4$  Tetraederräumen gesetzt.

Für $n+1$ Normaloktaeder, in den Kanten	Im Grundkanten- quadrat	A	R	R:A
$n=0$	1	1	1	1
$n=1$	2	4	6	1,333
$n=2$	3	9	19	1,422
$n=3$	4	16	44	1,4545
$n=4$	5	25	85	1,470564
$n=5$	6	36	146	1,480
$n=99$	100	$100^2$	6667000	$100^3$ 1,49992
$n=999$	1000	$1000^2$	666 667000	$1000^3$ 1,4999992
$n=9999$	10000	$10000^2$	666 666 6670000	$10000^3$ 1,499999992

Das Makrooktaeder-Raumgitter  $O^m$  erhält man, wenn zuerst sechs Normaloktaeder  $O$  zum Makrooktaeder zweiter Ordnung  $O^2$ , das in den Kanten zwei Normaloktaeder zählen lässt, zusammengefügt werden, aus sechs  $O^2$  darauf das Makrooktaeder dritter Ordnung  $O^3$  zusammensetzt und so  $(m-1)$  mal fortgefahren wird.

Da auch hier mit wachsendem Exponenten neue, immer achtmal grössere Vacuolen im Raumgitter auftreten, so wächst der Quotient  $R:A$  mit steigendem  $m$  unendlich fort. Durch Makrooktaedrie kann man also eine jede Materie, deren Molecule man darnach raumgitterartig anordnet, unendlich verdünnen.

Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht über den Zuwachs der Quotienten  $R:A$  mit immer wiederholter Makrooktaedrie.

$O$  oder  $O^1$  bedeutet ein Normaloktaeder = 4 Tetraederräumen.

$T$  bedeutet wie vorhin den Raum, den ein Normaltetraeder ausfüllt.

A	R	R:A
$O^1 = O = 4 T$	4 T	1
$O^2 = 6 \cdot O = 24 T$	32 T	1,33 . . . .
$O^3 = 36 \cdot O = 144 T$	256 T	1,77
$O^4 = 216 \cdot O = 864 T$	2048 T	2,37
$O^5 = 1296 \cdot O = 5184 T$	16384 T	3,16
$O^6 = 7776 \cdot O = 31104 T$	131072 T	4,21
$O^7 = 46656 \cdot O = 186624 T$	1048576 T	5,62

Ich schliesse an diese Aggregate noch die beiden folgenden an, weil sich die Structur mancher krystallinischer Mineralien aus raumgitterartiger Anordnung so gestalteter Molecule ableiten lässt.

Das Oktooktaeder. Man besetzt alle 8 Flächen eines Oktaeders oder einer oktaedriscen Vacuole mit je einem Oktaeder.

Der Körper, der auf diese Weise entsteht, berührt mit seinen Ecken die Innenflächen eines Hohlwürfels und es lehrt dieses Aggregat von 9 Oktaedern, oder von 8 um eine oktaedrische Vacuole gestellten Oktaedern, wie Oktaeder Raumgitter von würfelförmiger Spaltbarkeit bilden können. Die acht äusseren Oktaeder lassen einspringende Winkel von  $31^{\circ} 36'$  zwischen sich.

Der Oktodiaster entsteht wenn man auf jede der acht Flächen eines Oktaeders oder einer oktaedrischen Vacuole einen Diaster so aufsetzt, dass letzterer dem Modell mit einer der beiden unten am Diaster (S. oben Fig. 2) noch freien Flächen des Oktaeders O sich anschliesst.

Dieser Körper ist ein lockeres Aggregat, dessen 8 Hauptecken die Innenflächen eines rechtwinkligen Parallelepipeds berühren. Ordnet man eine grössere Anzahl derselben raumgitterartig, so erkennt man, wie diese Anordnung einen dreifach rechtwinkligen Blätterdurchgang mit sich bringt.

Durch den Oktodiaster kann man die rechtwinklig spaltbaren Sulphuride der zweiwerthigen Metalle darstellen, beispielsweise das Molecul des Bleiglanzes  $PbS$  oder  $Pb_2S$ . Die beiden Tetraeder  $p_2$  bilden ein Kreuztetraeder und dieses mit dem Schwefeloktaeder einen Diaster. Acht solcher Diaster um eine oktaedrische Vacuole gestellt, liefern darauf das Bleiglanzmolecul.

Es ist denkbar, dass mit Hülfe dieser Körpermoleculen noch manche Moleculvolumen starrer Substanzen sich bestimmen lassen werden.

Auf jede Eventualität hin gebe ich hier zum Schluss dieser Abhandlung noch die Berechnungen der Quotienten Q für die Reihe der flüssigen und starren Elemente.

#### Tabelle VII.

##### Die Moleculvolumen der Elemente.

Die Elemente, mit Ausschluss der permanent gasförmigen, sind bei der folgenden Zusammenstellung so geordnet, dass die Metalloide den Anfang machen und diejenigen derselben die ersten Plätze einnehmen, welche in Reactionen auf Metalle die grösste negative Energie äussern. Für diese: Jod, Brom, Chlor, berechnen sich die höchsten Werthe für Q unter den Metalloiden, nämlich 12,5 bis 12,8. Bei fallendem Q lassen sich Sb, P, As dergestalt

an diese anschliessen, dass sie unter sich wiederum eine zusammengehörige Gruppe bilden. Beim Diamant, mit welchem die Metalloide sich den Metallen der Eisengruppe anreihen, sinkt Q, ebenso wie bei letzteren, auf 0,4.

In der folgenden Gruppe des Wolframs, Molybdäns und Vanadins steigt der Werth von Q wieder bis etwas über 1, er schwankt von 1 bis 1,76 in den weiterhin folgenden Gruppen der sechs-, fünf-, vier- und dreiwertigen tetraedrischen Metalle, um in der Reihe der zweiwertigen Metalle wieder zu steigen und am Ende derselben, und zugleich am Ende der Reihe der einwertigen Metalle, welche jenen bei dieser Zusammenstellung eingeschoben worden sind, beim Rubidium, dem chemisch positivsten Metall, das an der Luft von selbst sich entzündet, das absolute Maximum von 28 zu erreichen. Bei dieser Anordnung bilden die oktaedrischen Metalloide und Metalle eine unter sich geschlossene Gruppe, welche oben am negativen Ende der Elementenreihe von tetraedrischen Metalloiden und unten, an ihrem positiven Ende, von tetraedrischen Metallen eingefasst wird. Sprünge finden sich bei dieser Anordnung nur zweimal, nämlich beim Zinn und Wismut, indem beide ziemlich genau einen doppelt so hohen Werth für Q berechnen lassen als die ihnen gleichwertigen Metalle, von welchen beide aber auch in ihren Eigenschaften ebenso wesentlich verschieden sind. Auch bei dem weichen Indium bemerkt man eine deutliche Zunahme von Q im Vergleich mit den Werthen, welche die übrigen zähen und festen Metalle der Eisengruppe dafür liefern.

M bedeutet das Gewicht des Moleculs (Atoms) bezogen auf  $H = 0,5$ .

S das specifische Gewicht.

M:S das Volum des Moleculs.

A die Anzahl der im Molecul enthaltenen Tetraederräume, das Volum von einem Oktaeder = 4 Tetraedern gerechnet.

Q den Quotienten  $M:(SA)$ .

1,5 ist der Werth, den Q für Wasser von  $0^0$  annimmt.

Ich mache noch besonders aufmerksam auf das Zinn in der Elemententabelle. Wenn dessen Molecul in einem Makrotetraeder nächsthöherer Ordnung besteht, als das der übrigen vierwertigen Metalle, so bleibt beim Zinn A immer im Verhältniss von 8:4 zu dem A derselben, und es wird dann für Zinn  $Q = 8,082:8$  also = 1,01 fast übereinstimmend mit den Werthen von Q der ganzen Gruppe.

## 1. Ordnung. Tetraedrische Metalloide.

	M	S	M:S	A	Q	Q: 1,5
J starr	63,5	4,95	12,83	1	12,83	8,5
Br flüss.	40	3,18	12,5	1	12,5	8,3
Cl flüss.	17,73	1,38	12,5	1	12,5	8,3
Sb	61	6,72	9,08	1	9,08	6,05
P gelb	15,5	1,897	8,17	1	8,17	5,47
P roth	15,5	2,10	7,38	1	7,38	4,92
As	37,5	5,63	6,66	1	6,66	4,44
B	5,5	2,68	2,05	1	2,05	1,37

## 2. Ordnung. Oktaedrische Metalloide.

Te	64	6,3	10	4	2,5	1,66
Se monocl.	39,75	4,28	9,28	4	2,32	1,55
Se	39,75	4,80	8,26	4	2,045	1,36
S monocl.	16	1,97	8,10	4	2,025	1,35
S rhomb.	16	2	8	4	2	1,33
Si	14	2,49	5,62	4	1,4	0,933
C Graphit	6	1,84	3,2	4	0,8	0,533
C Graphit	6	2,33	2,5	4	0,625	0,417
C Diamant	6	3,52	1,704	4	0,426	0,27

## 3. Ordnung. Dioktaedrische Metalle.

Ur = ur <sub>2</sub>	60	18,4	3,261	8	0,408	0,272
Ni = ni <sub>2</sub>	29,5	8,9	3,315	8	0,4144	0,276
Co = co <sub>2</sub>	29,5	8,5	3,471	8	0,434	0,29
Fe = fe <sub>2</sub>	28,0	7,8	3,59	8	0,449	0,3
Mn = mn <sub>2</sub>	27,5	7,2	3,82	8	0,478	0,318
Cr = cr <sub>2</sub>	26,24	6,8	3,86	8	0,482	0,321
In = in <sub>2</sub>	37,8	5,094	5,1	8	0,637	0,423

## 4. Ordnung. Monoktaedrische Metalle.

Va = va <sub>1</sub>	25,65	5,5	4,664	4	1,166	0,776
W = w <sub>1</sub>	92	17,6	5,227	4	1,307	0,871
Mo = mo <sub>1</sub>	48	8,6	5,581	4	1,395	0,930

## 5. Ordnung. Sechswerthige, tetraedrische Metalle.

Al <sub>2</sub> = al <sub>6</sub>	27,5	2,6	10,58	6	1,76	1,16
-----------------------------------	------	-----	-------	---	------	------

## 6. Ordnung. Fünfwertige, tetraedrische Metalle.

Ta = ta <sub>5</sub>	91	10,78	8,442	5	1,688	1,125
Nb = nb <sub>5</sub>	47	6,4	7,344	5	1,469	0,979

## 7. Ordnung. Vierwertige, tetraedrische Metalle.

Rh = rh <sub>4</sub>	52,2	12,1	4,314	4	1,08	0,72
Pd = pd <sub>4</sub>	53,25	11,8	4,513	4	1,13	0,75
Ru = ru <sub>4</sub>	52,0	11,4	4,561	4	1,14	0,76
Pt = pt <sub>4</sub>	99,0	21,5	4,60	4	1,15	0,766
Os = os <sub>4</sub>	99,6	21,4	4,65	4	1,16	0,77
Ir = ir <sub>4</sub>	99,0	21,15	4,68	4	1,17	0,78
Ti = ti <sub>4</sub>	25	5,28	4,734	4	1,18	0,786
Sn = sn <sub>4</sub>	59	7,3	8,082	4	(1). 2	(0,666). 2

Dazu Zr. Thor.

## 8. Ordnung. Dreiwertige, tetraedrische Metalle.

Au = au <sub>3</sub>	98	19,3	5,08	3	1,692	1,13
Bi = bi <sub>3</sub>	104	9,9	10,51	3	(1,75). 2	(1,166). 2

9. u. 10. Ordnung. Zweiwerthige tetraedrische Metalle, darunter am positiven Ende der Elementenreihe die einwerthigen mit einem Tetraeder als Atom.

	M	S	M:S	A	Q	Q:1,5
Be = be <sub>2</sub>	4,65	2,1	2,215	2	1,108	0,738
Cu = cu <sub>2</sub>	31,7	8,91	3,546	2	1,773	1,18
Zn = zn <sub>2</sub>	32,5	6,8	4,78	2	2,39	1,59
Cd = cd <sub>2</sub>	56	8,5	6,59	2	3,295	2,2
Mg = mg <sub>2</sub>	12	1,75	6,86	2	3,429	2,28
Starres Hg = hg <sub>2</sub>	100	14,4	6,94	2	3,475	2,314
Pb = pb <sub>2</sub>	103,5	11,3	9,158	2	4,58	3,05
Ag = ag	53,985	10,55	5,12	1	5,12	3,41
Li = li	3,5	0,593	5,90	1	5,90	4,00
Ca = ca <sub>2</sub>	20	1,58	12,66	2	6,33	4,22
Tl = tl	102	11,86	8,6	1	8,6	5,73
Sr = sr <sub>2</sub>	43,75	2,54	17,22	2	8,6	5,74
Na = na	11,5	0,964	11,93	1	11,93	7,95
Ba = ba <sub>2</sub>	68,5	1,85	37,02	2	18,51	12,41
K = k	19,55	0,865	22,6	1	22,6	15,0
Rb = rb	42,7	1,52	28,09	1	28,09	18,7

Zu den einwerthigen noch das Cs und zu den zweiwerthigen noch Y, Er, Ce, La, Di.

Eine Vereinigung der einwerthigen Metalle mit den zweiwerthigen ist bei unserer Anschauung aus dem Grunde erlaubt, weil wir, so lange das Wasserstoffmolecul durch die Formel HH oder H<sub>2</sub> ausgedrückt wird, auch die Formeln der einwerthigen Metallmolecul MM oder M<sub>2</sub> schreiben müssen. Dass in der vorstehenden Tabelle die Atome der einwerthigen Metalle statt der Molecul aufgenommen worden sind, ist nur geschehen, um sie unter den zweiwerthigen sogleich kenntlich zu machen.

Was nun das Ergebniss dieser Untersuchung anbetrifft, so war bei Anlage derselben nicht zu erwarten, dass ein exacter Beweis für die etwaige Richtigkeit der Annahme von tetraedrischen und oktaedrischen Atomen auf dem eingeschlagenen Wege gefunden werden könne. Dazu haben die Zahlen, welche die specifischen Gewichte ausdrücken, und mithin auch die Quotienten M:S nicht den hinreichenden Grad von Genauigkeit.

*Herm. Kopp's* Arbeiten weisen nach, dass mit Hülfe der vorhandenen specifischen Gewichte von Flüssigkeiten die Moleculvolume häufig um mehrere Einheiten verschieden sich berechnen. Beispielsweise findet er das Moleculvolum des Jodamyls 152,5 bis 158,8.

Berechnet man mit Hülfe der oben aufgestellten Gleichung

$$M = A S \cdot 1,566$$

$$\text{oder } S = \frac{M}{A \cdot 1,566}$$

die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten beim Siedepunct, so erhält man für S Zahlen, die auch oft bedeutend von den gefundenen specifischen Gewichten abweichen.

Wenn ich ungeachtet dieser Erwägungen dennoch die Untersuchung durchgeführt habe, so hat dieses den Grund, dass ich es schon für einen Gewinn hielt, zu wissen, ob aus den anzustellenden Vergleichen der von *Herm. Kopp* berechneten Moleculvolume und den von mir durch Construction der Molecule abgeleiteten, ein entscheidender Widerspruch gegen die Annehmbarkeit dieser Construction sich erhebe.

Dieses ist meines Erachtens nicht der Fall. Die weitesten Abweichungen, welche ich für die Werthe von Q bei Flüssigkeiten von dem Normalquotienten 1,566 für Wasser beim Siedepuncte zugelassen habe, entsprechen einer Vergrößerung der Moleculardistanzen von 1 bis 1,032. Wenn man in Anschlag bringt, dass das Volum des Wassermoleculs sechs Tetraederräume ausmacht und aus einem Oktaeder und zwei Tetraedern construirt wird, und weiter, dass Moleculvolume bis zu 72 Tetraedern in der ersten Tabelle enthalten sind, und dass um diese zu erhalten, die Anzahl der oktaedrischen und tetraedrischen Atome weiten Schwankungen unterliegen, dass die oktaedrischen bald nur in Kohlenstoff, bald nur in Sauerstoff, am häufigsten in beiderlei verschiedenen Substanzen bestehen, so kann man kaum erwarten, dass die Moleculardistanzen alle ganz genau dieselben sein sollten, wie sie unter den einfachen Wassermoleculen sich herausstellen.

Es ist im Gegentheil viel wahrscheinlicher, dass die Summe aller Attractionen in Flüssigkeiten, welche eine grosse Anzahl Kohlenstoffatome und eine geringe Anzahl Sauerstoffatome enthalten, etwas anders ausfällt, als bei Flüssigkeiten, welche gegen die vorhandenen C eine grössere Anzahl O führen, allgemein: dass die Verschiedenheit der Materie einen Einfluss auf die Attractionen und Repulsionen im Inneren einer Flüssigkeit habe und somit auch die Moleculardistanzen mit bestimme.

Nimmt man demgemäss an, dass der obigen Formel je nach dem Vorwalten der Atome C, H, O etc. in einem Molecul noch corrigirende Coefficienten beigefügt werden müssten, so weisen die in vorstehenden Tabellen enthaltenen Werthe von Q aus, dass in allen Fällen die Moleculardistanzen nur eine geringfügige Correctur bedürfen, um mit dem Normalquotienten = 1,566 in Uebereinstimmung zu treten. Bei den Jod, Brom, Chlor und Schwefel enthaltenden Flüssigkeiten wurde oben von solchen Coefficienten Gebrauch gemacht.

Herr **Stöhrer** zeigte und besprach hiernach nochmals seinen neuen Projectionsapparat.

# Sitzungsberichte

der

## Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig.

---

N<sup>o</sup> 8. 9. 10. October. November. December. 1877.

---

Sitzung vom 9. October 1877.

Herr Dr. R. Sachsse sprach  
über eine neue Reaction des Chlorophylls.

Vor einiger Zeit habe ich die Hypothese aufgestellt, dass das Chlorophyll nicht, wie es gewöhnlich aufgefasst wird, die Ursache, sondern vielmehr eine der ersten Folgen der Assimilation sei<sup>1)</sup>, oder mit andern Worten, dass das Chlorophyll das erste (oder eins der ersten) Assimilationsproducte der Pflanze sei, aus dem durch weitere Veränderungen dann successive Stärke oder Zucker entstände. Diese Annahme würde eine Stütze erhalten, wenn es gelingen sollte, künstlich aus Chlorophyll Kohlehydrate darzustellen, und ich habe mich daher seit einiger Zeit mit Versuchen beschäftigt, das Chlorophyll in der angedeuteten Richtung zu zersetzen. Bei denselben habe ich einige Umwandlungsproducte des Chlorophylls erhalten, die sich chemisch werden untersuchen lassen, denn wenn auch ihre Herstellung in grösseren Mengen behufs analytischer Untersuchung, wegen der geringen Menge des in den Organen der Pflanze vorhandenen Chlorophylls, sehr zeitraubend sein dürfte, so scheint sie doch nach meinen bisherigen Untersuchungen nicht unmöglich. Unter diesen Zersetzungsproducten aber ist eins, welches, wie weiter unten gezeigt werden soll, mehrere der wesentlichsten Reactionen der Dextrose besitzt.

Die Möglichkeit in das Auge fassend, dass der in der Hypothese vorausgesetzte Umwandlungsprocess des Chlorophylls in

---

<sup>1)</sup> *Sachsse*, Chemie u. Physiologie d. Farbstoffe, Kohlehydrate u. Proteinsubstanzen p. 54, vgl. auch diese Zeitschrift 2. Jahrg. p. 115.

Kohlehydrate in einer weiteren Reduction des ersteren bestehen könnte, habe ich auf das möglichst gereinigte Chlorophyll Natrium einwirken lassen.

Zur Herstellung einer Lösung von möglichst reinem Chlorophyll habe ich mich des gewöhnlichen Weges bedient. Frische Blätter von *Sambucus nigra* wurden erst mit Wasser ausgekocht, dann ausgepresst und mit gewöhnlichem Spiritus einige Zeit gekocht. Nach dem Erkalten wurde filtrirt und die Blätter zuletzt durch abermaliges Auspressen von der alkoholischen Lösung möglichst befreit. Diese alkoholische Lösung wurde mit ungefähr dem gleichen Volumen leichten Benzins geschüttelt, wobei die bekannte Trennung in die obere dunkelgrüne und die untere vergleichsweise gelbgrüne Schicht eintritt. Erstere wurde mit dem Scheidetrichter sehr sorgfältig getrennt und diente allein zum Versuch. — Die auf diese Weise behandelten Blätter sehen immer noch stark grün aus, wirft man sie noch mit Alkohol durchfeuchtet sofort in leichtes Benzin, so erhält man eine zweite sehr intensiv gefärbte Lösung von ebenfalls sehr reinem Chlorophyll, die gleichfalls zum Versuch dienen kann.

Man wirft nun in die klare Benzinlösung etwas Natrium und überlässt sie bei gewöhnlicher Temperatur einige Tage sich selbst. Nach dieser Zeit findet man an dem Boden des Gefäßes abgelagert, oder in der Flüssigkeit suspendirt eine dunkelgrüne schmierige Masse, während die Flüssigkeit rein goldgelb geworden ist. Dieser Niederschlag löst sich mit der grössten Leichtigkeit mit dunkelgrüner Farbe in Wasser auf. Man giesst oder filtrirt daher die Benzinlösung ab, nimmt den Rest des Natriums heraus, löst die grüne Masse in Wasser auf, trennt sie von der geringen Menge nach aufschwimmenden Benzins und filtrirt klar.

Dampft man die Lösung ein, so erhält man einen festen pulverisirbaren Rückstand, der sich auf erneuten Wasserzusatz wiederum vollkommen klar löst. Die Lösung wird durch Metallsalze gefällt. Kupfer- und Bleisalze geben sofort einen voluminösen grünen Niederschlag, der sich filtriren lässt und auf dem Wasserbade zu einer festen grünen Masse eintrocknet. Die Fällung ist so vollständig, dass in dem Filtrat des Niederschlags keine Spur des grünen Körpers mehr vorhanden ist, wie durch Untersuchung der optischen Eigenschaften des Filtrats nachgewiesen werden kann. Kalk- und Barytsalze fallen ebenfalls, doch scheinen hier die Niederschläge im Ueberschuss des Fällungs-

mittels etwas löslich zu sein, wenigstens sind hier immer die Filtrate deutlich grün gefärbt.

Die grünen Metallsalzniederschläge bieten noch nicht die Bürgschaft für vollkommene Reinheit. Der grüne durch die Einwirkung des Natriums auf die Benzin-Chlorophylllösung entstehende Niederschlag, von dem man ausgeht, kann kohlensaures Natron enthalten, welches entstehen kann durch die Reaction des Natriums auf den in dem Benzin aufgelösten Alkohol im Verein mit dem ebenfalls nicht ganz zu vermeidenden Wasser und der Kohlensäure der Luft. Selbstverständlich muss dann der Niederschlag, der durch Fällung dieses sodahaltigen Präparats mit schwefelsaurem Kupfer entsteht, kohlensaures Kupfer als Verunreinigung enthalten. Aus diesem Grund habe ich von diesen Metallsalzniederschlägen noch keine Elementaranalyse ausgeführt, sondern mich nur auf die Bestimmung des Kupferoxyds und des Stickstoffs beschränkt. Der Kupferniederschlag hinterliess beim Glühen 44,25 p. C. Kupferoxyd und gab 1,36 p. C. Stickstoff. Rechnet man dies auf die kupferoxydfreie Substanz um, so erhält man für diese 2,45 p. C. Stickstoff.

Folgende sind die Daten dieser Bestimmungen:

- 1) 0,6150 Gr. des bei 100° getrockneten Kupferniederschlags gaben 0,2850 Gr. CuO.
- 2) 1,1990 Gr. des Kupferniederschlags, entsprechend 0,6684 Gr. kupferoxydfreier Substanz gaben 0,1160 Gr. Pt.

Suspendirt man den Kupferniederschlag in Alkohol und leitet dann einen Strom Schwefelwasserstoff ein, so entsteht Schwefelkupfer, und man erhält eine intensiv grün gefärbte Lösung. Beim Eindampfen derselben bleibt eine grüne schmierige Masse zurück. Zur Herstellung dieses Präparats kann man natürlich den mit kohlensaurem Kupfer verunreinigten Niederschlag benutzen, da die Anwesenheit desselben in diesem Fall keine schädlichen Folgen haben kann. Ich musste die Darstellung dieses Präparats in grösseren Mengen auf nächsten Sommer verschieben, da das winterliche Chlorophyll höchst unangenehme Eigenschaften besitzt, wenigstens sobald es in grösseren Massen verarbeitet werden soll (vgl. unten).

Die optische Untersuchung des durch Natrium aus Chlorophyll entstehenden grünen, in Wasser löslichen Körpers — derselbe sei vor der Hand der Kürze wegen als Natriumverbindung bezeichnet — hat Folgendes ergeben: Die Lösung besitzt eine rein

smaragdgrüne intensive Färbung und zeigt namentlich auch den bekannten olivenfarbenen Stich nicht, der dem sogenannten modificirten Chlorophyll eigenthümlich ist. Sie hat eine schwache aber deutliche röthliche Fluorescenz. Die Untersuchung der Absorption mit Hülfe eines *Sorby-Browning'schen* Mikrospectralapparates ergab ein Spectrum, welches dem des unveränderten Chlorophylls noch sehr nahe liegt.

Bei sehr starken Schichten sieht man, wie bei dem Chlorophyll, nur Licht von der Brechbarkeit vor der *Fraunhofer'schen* Linie B. Auch das Spectrum der nachfolgenden Concentration hat noch grosse Aehnlichkeit mit einem Chlorophyllspectrum entsprechender Concentration. Man sieht den ganzen Raum zwischen den Linien B und D verdunkelt, dann folgt kurz hinter D ein schwaches Band, kurz vor E wiederum ein solches jedoch etwas stärkeres, beide nach Lage den Bändern III und IV des unveränderten Chlorophylls entsprechend, und endlich beginnt kurz hinter b die totale Endabsorption. Letztere löst sich bei fortschreitender Verdünnung in ein Band zwischen b und F, IV b des modificirten Chlorophylls entsprechend, und eine je nachdem näher oder weiter von F beginnende Endabsorption auf.

Bei sehr schwacher Concentration wird der Raum zwischen B und C fast frei. Erst kurz vor C beginnt ein Band und setzt sich über diese Linie hinaus eine kurze Strecke nach D hin fort. Das Band hinter D ist verschwunden, das vor E und das zwischen b und F sehr schwach geworden. In äusserst verdünnten Lösungen endlich bemerkt man nur noch einen schwachen Streifen, dessen Mitte durch die Linie C gebildet wird. Alle übrigen Linien mit Ausnahme der sehr nahe an G erst beginnenden Endabsorption sind verschwunden.

Hiernach unterscheidet sich das Spectrum dieses in Wasser löslichen Farbstoffs sehr wesentlich sowohl von dem des unveränderten Chlorophylls, als von dem des sogenannten modificirten, mit dem es sonst noch die meiste Aehnlichkeit besitzt. Die unterscheidenden Merkmale liegen erstlich in der Beschaffenheit des Bandes I in Roth, welches bei dem wahren Chlorophyll zwischen B und C liegt, bei dem modificirten sogar etwas nach dem rothen Ende, nach B hin, verschoben erscheint, während es in dem Spectrum der Natriumverbindung auf C erscheint. Es ist allerdings bei Vergleichung beider Spectren nicht zu vergessen, dass man die beiden Farbstoffe in verschiedenen Lösungsmitteln ver-

theilt hat, und dass das Dispersionsvermögen der Lösungsmittel in der Weise einen Einfluss auf die Absorptionsbänder hat, dass diese um so weiter nach dem rothen Ende verschoben werden, ein je grösseres Dispersionsvermögen die betreffende Flüssigkeit besitzt. Da man aber das Spectrum des modificirten und des unveränderten Chlorophylls in alkoholischer, also schwächer dispergirender Lösung, das der Natriumverbindung in wässriger also stärker dispergirender Lösung untersucht, so ist klar, dass die verschiedene Lage, welche in den Spectren der genannten Farbstoffe das Band I annimmt, nicht auf Rechnung des verschiedenen Dispersionsvermögens der lösenden Mittel zu setzen ist, da dessen Einfluss umgekehrt mehr dahin strebt, die Lage des Bandes I in wässriger Lösung vergleichsweise mehr dem Roth zu, die des Bandes I in alkoholischer Lösung vergleichsweise mehr von dem Roth ab zu schieben.

Vor allen Dingen unterscheidet sich aber das Spectrum der Natriumverbindung sowohl von dem des unveränderten als dem des modificirten Chlorophylls durch das Fehlen von Band II, welches bei beiden entweder mehr C oder D nahe deutlich zum Vorschein kommt.

Ich wende mich nun zur Besprechung einiger chemischer Reactionen, welche die Natriumverbindung zeigt. Versetzt man die smaragdgrüne Lösung derselben mit so viel Salzsäure, dass sie eine schwach saure Reaction annimmt, so entsteht sofort ein dunkelbraungelber Niederschlag, von dem beim Filtriren eine schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit abläuft. Dieser Niederschlag trocknet zu einer dunkelbraunen Masse zusammen, die in Wasser unlöslich, leicht löslich mit braungelber Farbe in Alkohol, schwer löslich in Benzin ist. Versetzt man die alkoholische Lösung mit Salzsäure, so nimmt sie sofort eine blaugrüne Färbung an. Die Spectren der ursprünglichen alkoholischen braungelben Lösung und der durch Salzsäure blaugrün gewordenen entsprechen dem sogenannten Phylloxanthin- und Phyllocyaninspectrum, die man erhält, wenn man eine schwach oder stark salzsaure alkoholische Lösung des Chlorophylls spectralanalytisch untersucht, doch treten auch hier charakteristische Unterschiede hervor in Bezug auf Zahl, Lage und Beschaffenheit der Bänder.

Die oben erwähnte schwach gelbliche Flüssigkeit, die entsteht, wenn man die grüne Lösung der Natriumverbindung mit Salzsäure zersetzt, enthält nun eine Substanz, welche in manchen

wesentlichen Eigenschaften mit der Dextrose übereinstimmt. Macht man sie sofort alkalisch und versetzt sie mit *Fehling'scher* Kupferlösung, so erhält man allerdings noch keine Reaction beim Erhitzen, setzt man aber vorher zu der schwach sauren Lösung noch etwas Salzsäure und kocht einige Minuten, so hat man nun eine Flüssigkeit, die 1) alkalisch gemacht und mit *Fehling'scher* Kupferlösung erhitzt einen starken und unzweifelhaften Niederschlag von Kupferoxydul absetzt, die 2) alkalisch gemacht und nach der *Braun'schen* Methode mit etwas Pikrinsäure versetzt, beim Erhitzen den Eintritt der rothbraunen Pikraminsäurefärbung ganz wie Dextrose zeigt, und die 3) nach dem *Mulder'schen* Verfahren behandelt die Reduction von Indigblau zu Indigweiss zeigt.

Die hauptsächlichsten Resultate der vorstehenden Abhandlung lassen sich folgendermassen zusammenfassen: 1) durch Einwirkung von Natrium auf die Benzin-Lösung des Chlorophylls erhält man einen grünen in Wasser löslichen Körper, der dem Chlorophyll noch sehr nahe steht, zufolge seinen optischen und chemischen Eigenschaften (Löslichkeit in Wasser) aber nicht mehr unverändertes Chlorophyll ist; 2) durch Behandlung dieser Substanz mit Salzsäure erhält man neben einem in Wasser unlöslichen braungelben Farbstoff ein in Wasser lösliches glucosidähnliches Product, d. h. eine Substanz, die bei weiterem Kochen mit Salzsäure einen in vielen Puncten der Dextrose ähnlichen Körper liefert.

Statt des Flieder-Chlorophylls, mit dem die beschriebenen Reactionen angestellt wurden, habe ich in diesem Winter auch Chlorophyll aus Spinatblättern und aus sogenanntem Braunkohl zu verarbeiten versucht. Man begegnet aber, wie schon früher angedeutet, bei Darstellung dieses winterlichen Chlorophylls ausserordentlichen Schwierigkeiten. Das Auskochen der betreffenden Organe mit Wasser vor dem Ausziehen mit Alkohol muss von vornherein unterlassen werden, weil dadurch das Chlorophyll verändert wird und als modificirtes Chlorophyll in die alkoholische Lösung geht. Aber auch wenn man das Auskochen mit Wasser unterlässt und sofort die Blätter mit kaltem oder heissem Alkohol auszieht, zeigen die erhaltenen Lösungen eine sehr starke Neigung die bekannte Olivenfarbe des modificirten Chlorophylls anzunehmen. Namentlich genügt längeres Stehen der Lösungen (etwa über Nacht) oder gar Eindampfen derselben auf ein geringeres Volumen, um die Modification herbeizuführen. Ich muss daher das Frühjahr abwarten, ehe ich diese Versuche fortsetzen kann.

Nur will ich hier noch mittheilen, dass eine alkoholische Lösung des Chlorophylls aus Braunkohl, die durch Einengen auf dem Wasserbade vollständig braungelb geworden war, an Benzin beim Schütteln nur einen sehr schmutzig gefärbten grünlichen Farbstoff abtrat, der, in dieser Benzinlösung mit Natrium behandelt, ebenfalls gefällt wurde und in letzter Instanz mit alkalischer Kupferlösung eine Zuckerreaction gab, wie sie stärker kaum mit Präparaten aus frischem unveränderten Chlorophyll von mir beobachtet worden ist.

Zum Schluss muss ich noch auf einen Punct aufmerksam machen, der Beachtung verdient. Wohl in jeder alkoholischen Chlorophylllösung, die man durch Auszug ganzer Organe bereitet und einzig bereiten kann, kommen Stoffe vor, welche sich wie Glucoside verhalten, d. h. nach kurzem Kochen mit Säuren mit *Fehling'scher* Flüssigkeit Kupferoxydul abscheiden. Diese Stoffe können zum Chlorophyll in Beziehung stehen, diese Annahme würde sich aber nicht beweisen lassen, da beim Ausziehen mit Alkohol eben alle darin löslichen Stoffe in Lösung gehen, mögen sie sonst im Chlorophyllkorn, Protoplasma, Zellsaft oder Membran vertheilt sein. Schüttelt man eine derartige alkoholische Chlorophylllösung mit Benzin, so gelingt es in den meisten Fällen diese Stoffe in dem Alkohol vollkommen zurückzulassen. Man kann sich davon überzeugen, wenn man die Benzinlösung einfach auf dem Wasserbade eindampft und den Rückstand ohne Weiteres mit verdünnter Salzsäure kocht. Prüft man dann diese gewöhnlich grün gefärbte Flüssigkeit mit *Fehling'scher* Lösung auf Zucker, so erhält man keine Abscheidung von Oxydul. Um mich vor dem Einwurf zu schützen, dass die beobachtete Zuckerreaction von einem zufälligen Gehalt an Glucosiden herrühre, habe ich daher in den meisten Fällen die durch Schütteln der alkoholischen Lösung erhaltene Benzinlösung in zwei gleiche Theile getheilt. Der eine Theil wurde mit Natrium behandelt und mit der ausgeschiedenen Substanz in der beschriebenen Weise weiter verfahren. Es wurde hierbei, wie erwähnt, eine ganz unzweifelhafte und starke Zuckerreaction erhalten. Der andere Theil wurde eingedampft und nach dem Kochen mit verdünnter Salzsäure auf Zucker geprüft, aber ohne Erfolg. Hierin scheint mir der Beweis zu liegen, dass die mit der Natriumverbindung beobachtete Zuckerreaction nicht auf eine zufällige Verunreinigung durch Glucoside zu schieben sein dürfte.

Nur in einem Fall gelang mir die Abscheidung der Glucoside in der beschriebenen Weise nicht, nämlich mit dem Chlorophyll aus *Allium ursinum*. Die Benzinlösung, die man durch Schütteln des alkoholischen Auszugs dieser Pflanze mit Benzin erhält, giebt beim Eindampfen einen Rückstand, der kurze Zeit mit Salzsäure gekocht, an diese einen Körper abtritt, der mit alkalischer Kupferlösung eine sehr starke und deutliche Zuckerreaction zeigt.

Herr Prof. Dr. C. Hennig sprach hiernach  
über die Kapseln in den Eihüllen von *Sus Scrofa*.  
(Mit drei Tafeln.)

Ueber die Eihüllen des Hausschweins hatte ich bereits in einem früheren Vortrage (Sitzungsber. No. 2, Mai 1874) vorläufige Mittheilungen gegeben.

Bei der Sau liegen, wenn ein Horn des Fruchthalters mehrere Junge birgt, die dickeren, überhaupt grösseren Jungen gewöhnlich näher dem oberen Abschnitte des Hornes, das kleinste dem Muttermund zu. Diese Anordnung kann ihre Ursache in der Einrichtung haben, dass das Horn nach dem Wurfe zu etwas enger wird und von engeren, starren Wänden, nämlich vom Becken rings umschlossen wird, während der obere Abschnitt des Horns im weichen Bauche weniger beschränkten Raum findet.

Weiter hat aber diese Anordnung auch eine günstige Folge, insofern als das oder die kleineren, schmälere Früchte vorangehend bei der Geburt die mütterlichen Theile erweitern und für die dickeren Früchte, welche hier und da stecken bleiben, den Durchgang vorbereiten.

Das kleinste damalige Ei umschloss eine 12 Cm. lange Frucht. Die Uterusschleimhaut, 2 Mm. dick, erfährt in der Nähe des Eies eine nur sehr geringe Verdickung und löst sich leicht vom Chorion ab (*Placenta diffusa*); sie ist auch in der Nähe des Eies noch mit deutlich gewimperten Cylinder epithelien besetzt. Die bekannten Uterindrüsen ragen tief in die Muskelschicht des Tragsackes hinein, manchmal bis nahe an das subperitoneale Bindegewebe. Ausser diesen, gabelig und am Grunde noch mehrfach getheilten, sehr geschlängelten dickeren Drüsen giebt es dazwischen noch seltene dünnere, kaum halb so lange, einfache, wellig verlaufende, ebenfalls auf der Endometra mündend.

Fötalzotten dringen nicht in die Drüsen hinein. Die kurzen, einfachen Chorionzotten stecken locker in den verflochtenen Fältchen der mütterlichen Schleimhaut, sind mit locker, bisweilen gestielt aufsitzenden, kleinen, rundlichen, einkernigen, feingepöfelten Epithelien bekleidet und zeigen im Innern längliche oder Spindelzellen, nur am Grunde Schleimgewebe und spärliche Blutgefässe.

Das Chorion ist stellenweis netzgrubig durch zottentragende, gefässhaltige Fältchen. Diese Fältchen sind manchmal keulig verdickt und zeigen dann eine auffällige Anhäufung embryonalen Bindegewebes, das auch an den gelblichweissen, rundlichen, flachen oder genabelten Würzchen vorkommt, welche zahlreich die Aussenfläche des Chorions besetzen. Sie stehen den Mündungen der Utriculardrüsen genau gegenüber und saugen wahrscheinlich den Milchsaft der letzteren in den ersten Wochen der Tragzeit auf. Sie sind nicht oder nur mit einem Kranze kurzer Zöttchen besetzt. Sie sind 6—8lappig radiär eingeschnitten (*Eschricht*). Sie enthalten nur sehr feine, wenig geschlängelte und wenig verzweigte Blutgefässe, während unter und neben ihnen in der Allantoïsschicht mächtige Blutgefässe verlaufen.

Ausserdem ragen aus den dünnen Eihäuten vom 3. Monate an beiderseits bis wickenkerngrosse Kapseln hervor. Die jüngsten sind kaum blassroth, durchscheinend; die grösseren mit blau- bis dunkelbraunrothem Saft gefüllt, welcher im frischen Zustande blassgelbe Körnchen zeigt. Die Kapseln sitzen in der Allantoïsschicht näher dem Amnion. Der Inhalt gerinnt durch Chromsäure und Alkohol in Ballen, unlöslich in Essigsäure. Man erkennt als Auskleidung der Kapselhöhle grosse, vieleckige, feinpunctirte Endothelien, welche Glycogenreaction verweigerten (Auszug aus dem ersten Aufsätze).

Im 2. Monate sah ich von den gemeldeten Vorgängen nur erst Anfänge.

Diesmal benutzte ich den Uterus eines frischgeschlachteten Thieres, welches 10 Wochen getragen hatte.

Die Vermuthung, dass die dem Muttermund nähergelegenen Früchte etwas kleiner seien, als die im hinteren Hornabschnitte befindlichen, findet in Mass und Gewicht der diesfallsigen Früchte eine Stütze.

Die Vermuthung, dass die dem Muttermund nähergelegenen Früchte etwas kleiner seien, als die im hinteren Hornabschnitte befindlichen, findet in Mass und Gewicht der diesfallsigen Früchte eine Stütze.

Rechtes Horn.	Länge (Scheitel-Steiss).	Gewicht.	Linkes Horn.	Länge
Vorderste Frucht	16 Cm.	246 Grmm.	Vorderste Frucht.	17 Cm.
2. »	16,5 »	245 »	2. »	15 »
3. »	16 »	260 »	3. »	18 »
4. (hinterste) »	16,5 »	245 »	4. »	16 »
			5. »	17 »

Es ist also in diesem Beispiele die je 3. Frucht vom Wurfe her gezählt durchschnittlich die schwerste oder die längste. Dass die hintersten Früchte wieder etwas abfallen, kann nach der früheren Deutung dadurch erklärt werden, dass das Horn des Tragsackes gegen den Eileiter hin wieder etwas an Geräumigkeit einbüsst.

Die 2., 3. und 4. Frucht des rechten und die 5. Frucht des linken Hornes befanden sich in Steisslage; alle übrigen in Kopflage.

Zur genaueren Untersuchung der im 1. Vortrage (p. 11) erwähnten Kapseln an den Allantoisgefässen wurde diesmal ein Stück der Eihäute frisch in Müller'scher Lösung, dann in Alkohol gehärtet und theils mit Carmin, theils mit Hämatoxylin behandelt.

Schon bei schwacher Vergrösserung sieht man, dass, wie bei den Owen'schen Körperchen auf dem inneren Blatte der Allantois des indischen Elephanten, die natürlich injicirten endochorioidealen Gefässe in naher Beziehung zu den geschlossenen Kapseln stehen (Fig. 1).

Und in der That treten kleinste Blutgefässe dicht an die Kapseln *aa* heran; von den Gefässen der letzten Ordnung sieht man noch die Adventitia vom Gefässe ab an die Kapsel treten und ihre äussere, mikroskopisch von der Kapselwand bisweilen deutlich (Fig. 3, 4, 5) in scharfem Ringe abstehende Hülle bilden. Selbst von Haargefässen treten Kernfasern an diese Hülle. In einem Beispiele ging eine Arterie letzter Ordnung in spitzem Winkel auf die Kapsel zu, senkte sich mit plötzlicher Wendung rechtwinklig auf die äussere Hülle, welche davon eine merkliche Telle trug, und zwei Sextanten davon strich mit trichterförmigem Anfange, aber ohne Telle, eine entsprechend dickere Vene letzter Ordnung wieder von der Kapsel weg (Fig. 5).

Doch ist bisher ein Eindringen von Blutgefässen in die Kapseln selbst nicht bemerkt worden. Die Blutgefässe umstricken vielmehr, wie ein Bild deutlich zeigt, in ein engmaschiges Haargefässnetz aufgelöst, jede Kapsel

wahrscheinlich allseitig und sind aussen von einer Lage Schleimgewebe aus der Zwischenschicht der Eihäute überzogen (Fig. 7).

Die Grösse der Kapseln war auch in diesem Falle verschieden. Neben den mit blossem Auge erkennbaren zahlreichen rundlichen oder eirunden Kapseln gab es eine Stufenfolge mikroskopischer zwischen jenen herab bis zum Durchmesser von 0,01 Mm. Eine makroskopische Kapsel hatte noch eine mittel- und eine kleinste äusserste als Anhänge (Fig. 6). Die so abgestuft neben einanderliegenden Kugeln gingen mittels ihrer eigenen Hülle an den Berührungsstellen ineinander über; zwischen der grossen und der mittlen Kugel ist eine schmale Lücke erkennbar; dagegen fehlt diese Lücke zwischen der mittlen und der kleinsten Kugel, obgleich deren äusserer Hüllencontour aufeinander überbiegt (Fig. 6 e).

Eine Structur war an der Kapselwand bisher nicht erkennbar. Nach innen ist sie von einem geschichteten Cylinder-epithel besetzt, dessen Zellen meist spindelförmig, lang und feingestielt und bis zu 0,09 Mm. lang, hell und fein getüpfelt sind, einzelne fein längsstreifig. Jede Zelle hat einen scharfgerandeten, rundlichen Kern mit Kernkörperchen; der Kern sitzt meist dem freien stumpfen oder zugespitzten Ende der Zelle näher (Fig. 8). Mehrere Objecte thun dar, dass diese Endothelien gelegentlich durch den Druck des Inhaltes der Kapsel abgeplattet werden können (Fig. 3—6).

Der Inhalt der Kapseln ist nicht gleichmässig. Die kleinsten, vermuthlich jüngsten Kapseln schliessen eine helle, protoplasmaähnliche Masse und 4—8 grosse Zellen mit je einem grossen Kern ein, welchen Blauholz lebhaft färbt. Einmal erschienen diese zu 4 gruppirten Zellen mit zackigen Ausläufern versehen, die bis an die Wand der Kapsel reichten (Fig. 6 d). In grösseren Kapseln gewahrt man eine fast formlose, mit wenigen Zellen und starklichtbrechenden Kernen durchsetzte Masse. Die Zellen sind ellipsoidisch oder rundlich, 0,0075—0,0135 Mm. lang, mit 1—2 scharfen oder blassen, rundlichen oder eckigen Kernen versehen. Ein Theil der aus der Kapsel gepressten Masse gleicht sehr den Dotterkugeln, die ganze Kapsel dann einem Ovulum, nur dass die Zona pellucida ausserhalb der Begrenzungshaut liegt (Fig. 9). In einer kleineren Kapsel gewahrte man zwei sehr grosse ovale Zellen mit feinkörnigem, röthlichgelben Inhalte, welcher bald an

Dotterzellen, bald an weisse Blutzellen erinnert, welche in rothe überzugehen im Begriff sind (Fig. 3 *cc*).

Es erübrigt nun die Frage: welche Wesenheit und Bedeutung kommt den Kapseln der Eihäute des Schweines zu? Bis zur Erlangung einer grösseren Reihe von Objecten aus den verschiedenen Wochen der Tragzeit wird das Urtheil dahin lauten, dass diese Kapseln 1. nicht pathologisch sind, denn ich vermisste sie bisher bei keinem Schweinseie. Man könnte an Blutergüsse oder ihre Producte denken. Die Blutergüsse zwischen den Eihäuten aber entbehren nie der frischen oder geschrumpften rothen Blutzellen; in älteren Blutergüssen erscheinen statt ihrer Faserstoffäden, dann aber immer neben Hämatoidinkristallen. Ausserdem pflegen die Blutungen zwischen den Eihäuten nicht in Form zahlreicher rundlicher, abgeschlossener Säckchen, sondern flächenhaft aufzutreten. Man könnte ferner an Tuberkeln denken. Doch deren Inhalt ist ein anderer und ihr Schicksal beim Wachs- thum ist ein anderes als das der vorliegenden Kapseln. Ausserdem sind zwischen den Eihäuten noch nie Tuberkeln angetroffen worden. Ebenso wenig stimmt der Befund zu Parasiten.

Nach dem bisherigen Materiale zu urtheilen stehen die Kapseln in naher Beziehung zum peripheren Gefässsysteme des Eies, denn die Kapseln sind an Zweige der Allantoisgefässe eng gelagert und gewiss zu grossem Theile von deren Kapillaren umspinnen. Der Inhalt der Kapseln erinnert an Protoplasma, welches im Furchungsvorgange ähnlich wie im jungen befruchteten Eie begriffen ist und bereits nackte Kerne und grosse hüllenlose Zellen mit kleinern, wenig begrenzten Kernen aufweist.

Es würde also aufgespeicherter Nährstoff, kein Abfalls- oder Mausererzeugniss, sondern Werdendes in den Kapseln enthalten sein, welche eine Art Sparbüchsen für die wachsende Frucht wären.

Es erübrigt nun, nachzusehen, ob und wann beim Wildschweine dieselben, oder ähnliche Vorrichtungen während des Lebens im Tragsacke auftreten.

## Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Zwei benachbarte Kapseln zwischen Amnion und Chorion des Schweines *aa*. — *b* Blutgefässe. — *c* Muskelfasern der Allantois. — *d* Chorionzotten. Vergr. 150.
- Fig. 2. Amnionepithel. Vergr. des linear. Durchm. 320.
- Fig. 3, 4 ganze, 5 eine halbe Kapsel. *a* Hülle. — *b* Endothel. — *c* Inhalt. — *d, d* Blutgefässe.
- Fig. 6. Eine dreigliederige Kapsel: *a* Stück Wand mit Endothel des grössten Gliedes. — *b* mittleres Glied, gefaltet. — *c* kleinstes Glied. — *d* Inhalt: Zelle mit Ausläufern und 4 Kernen. — *e* Kapselwand.
- Fig. 7. Wand einer grösseren Kapsel. *a* Kerne des Schleimgewebes (Allantois). — *b* grosse Gefässe der hinteren Kapselwand. — *c* Haargefässnetz der vorderen Wand; *c'* Kerne derselben. Vergr. 320 lin.
- Fig. 8. Geschichtetes Cylinderendothel einer grösseren Kapsel. *a* Kapselwand. *b* angeschnittenes, *b'* ganzes Endothel.
- Fig. 9. Inhalt der Kapseln, I 320mal, II, III 640mal vergr. *aa* Zellen, zum Theil mit deutlichem Kerne. *b* eine einzelne Zelle mit Kern und Protoplasmaanhang.

## Sitzung vom 13. November 1877.

Herr Prof. Dr. Rauber sprach  
über die Entwicklungsgeschichte der Monstra.

## Sitzung vom 11. December 1877.

Herr Geheimer Hofrath Prof. Dr. Leuckart, Magnif. sprach  
über die Unhaltbarkeit der Annahme einer Ex-  
clusivität zwischen den Thiertypen.

Was die Thiertypen unterscheidet, beruht in allen Fällen auf secundären Momenten, denn die Grundzüge der Entwicklung sind bei allen Thieren die gleichen, mögen dieselben in ihrer definitiven Bildung auch noch so auffallend abweichen.

## Mitgliederverzeichniss.

### Ehrenpräsident.

Herr Geheimer Hofrath Prof. Dr. *Hankel*.

### Beamte für das Jahr 1878.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Prof. Dr. *Leuckart*, Magnif.

Schriftführer: „ Realschuloberlehrer Dr. *A. H. Grabau*.

Cassirer: „ Apotheker Dr. *Lössner*.

Bibliothekar: „ Dr. *Abendroth*.

Herr Buchhändler Abel.	Herr Geh. Hofrath Prof. Dr. Han-
„ Dr. Abendroth.	kel.
„ Dr. Arendt.	„ Prof. Dr. Hennig.
„ Cand. med. Berger.	„ Dr. Heppe.
„ Dr. Bernstein.	„ Prof. Dr. Hirzel.
„ Prof. Dr. Brauell.	„ Prof. Dr. His.
„ Prof. Dr. Braune.	„ Kaufmann O. von Hoffmann.
„ Prof. Dr. Brenner.	„ Prof. Dr. Hofmann.
„ Prof. Dr. Carstanjen.	„ Dr. Keil.
„ Prof. Dr. Carus.	„ Dr. Klotz.
„ Geh. Med. - Rath Prof. Dr.	„ Prof. Dr. Knop.
Coccius.	„ Dr. Kräpelin.
„ Geh. Med. - Rath Prof. Dr.	„ Prof. Dr. Kühn.
Credé.	„ Kaufmann Lampe-Bender.
„ Prof. Dr. Credner.	„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Leu-
„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Dro-	ckart, Magnif.
bisch.	„ Dr. Lindenberg.
„ Telegraph.-Secr. Elsasser.	„ Dr. Lössner.
„ Dr. R. Engelmann.	„ Dr. Lubensky.
„ Dr. W. Engelmann.	„ Oberlehrer Lungwitz.
„ Prof. Dr. Fechner.	„ Stud. Meyer.
„ Dr. Feddersen.	„ Prof. Dr. von der Mühl.
„ Kaufmann Felsche.	„ Prof. Dr. Neumann.
„ Dr. Gebhardt.	„ Dr. Pazschke.
„ Dr. Grabau.	„ Dr. Ploss.
„ Geh. Med. - Rath Prof. Dr.	„ Geh. Med. - Rath Prof. Dr.
Güntz.	Radius.

Herr Prof. Dr. Rauber.	Herr Dr. Struve.
„ Prof. Dr. Reclam.	„ Apotheker Telle.
„ Director Reimer.	„ Dr. Traumüller.
„ Lehrer Richter.	„ Stadtrath Dr. Vollsack.
„ Dr. Rolph.	„ Herm. Wagner.
„ Kaufmann E. Sachsse.	„ Dr. Weddige.
„ Dr. R. Sachsse.	„ Dr. Weiske.
„ Prof. Dr. Scheibner.	„ Geh. Hofrath Prof. Dr. Wiedemann.
„ Hofrath Prof. Dr. Schenck.	„ Hofrath Prof. Dr. Winter.
„ Advocat Rud. Schmidt.	„ Prof. Dr. Wundt.
„ Prof. Dr. Schnyder in Buenos Aires.	„ Dr. von Zahn.
„ Prof. Dr. Sonnenkalb.	„ Ingenieur Zincken.
„ Mechaniker Stöhrer.	„ Prof. Dr. Zöllner.

## Verzeichniss

der

von Januar 1875 bis December 1877 eingegangenen Druckschriften.

- Annaberg-Buchholz. Verein für Naturkunde. 4. Jahresbericht. 1876.
- Augsburg. Naturhistorischer Verein. 21.—24. Bericht. 1871—77.
- Bordeaux. Société des sciences physiques et naturelles. Mémoires 2me sér. Tom. I. Cah. 1. 3. 1875—76. Tom. II. Cah. 1. 1877.
- Boston. American Academy of arts and sciences. Proceedings. N. S. Vol. IV. 1877.
- Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. 5. Band. 2. Heft. 1877.
- Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur. 54. Jahresbericht. 1877.
- Buenos Aires. Sociedad científica Argentina. Anales. 1876. Entrega 1—12. 1877. Entrega 2. 3.
- Chemnitz. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. 5. Bericht. 1873—74. Kramer, Phanerogamen-Flora von Chemnitz und Umgegend. 1875.
- Christiania. Königl. Norwegische Universität.  
Sars, Researches on the structure and affinity of the genus *Brisinga*. 1875.  
Siebke, Enumeratio insectorum norvegicorum. Fascic. 1—4. 1874—76.

- Sparre Schneider, de i Sondre Bergenhus Amt hidtil observede Coleoptera og Lepidoptera. 1875.
- Prinz, Blüthezeit im Kirchspiele West-Slidre. 1875.
- Müller, Transfusion und Plethora. 1875.
- Danzig. Naturforschende Gesellschaft. Schriften N. F. 4. Band 1. u. 2. Heft. 1876.
- Dorpat. Naturforschende Gesellschaft. Sitzungsberichte. 4. Band. 1. u. 2. Heft. 1875—76.
- Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte. 1875—76. Januar—Juni 1877.
- Emden. Naturforschende Gesellschaft. 62. Jahresbericht. 1877.
- Erlangen. Physikalisch-medicinische Societät. Sitzungsberichte. 9. Heft. 1876—77.
- Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht. 1875—76.
- Freiburg i. Br. Naturforschende Gesellschaft. Berichte über die Verhandlungen. 7. Band. 1. Heft. 1877.
- Fulda. Verein für Naturkunde. 3. u. 4. Bericht. 1875—76. Meteorologisch-phänologische Beobachtungen aus der Fuldaer Gegend. 1877.
- Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 13.—16. Bericht. 1869—77.
- Graz. Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. Mittheilungen. Jahrgänge 1872—76.
- Harlem. Musée Teyler. Archives. Vol. I—III. 1867—74.
- Heidelberg. Naturhistorisch-medicinischer Verein. Verhandlungen. N. F. 1. Band. 1.—5. Heft. 1874—77. 2. Band. 1. Heft. 1877.
- Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften. Verhandlungen und Mittheilungen. 25.—27. Jahrgang. 1875—77.
- Karlsruhe. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 7. Heft. 1876.
- Linz. Verein für Naturkunde in Oesterreich ob der Ens. 8. Jahresbericht. 1877.
- Luxembourg. Institut royal grand-ducal. Publications. Tom. IV—XVI. 1855—77. Observations météorologiques faites à L. par F. Reuter. Tom. I, II. 1867, 74.
- Manchester. Geological Society. Transactions. Sess. 1876—77.
- Melbourne. Royal Society of Victoria. Transactions and Proceedings. Vol. XII. 1876.
- New-Haven. Connecticut Academy of arts and sciences. Transactions. Vol. III. Part. I.

- Newport. Orleans County. Society of natural sciences. Archives.  
Vol. I. Nr. 6—9. 1873—74.
- Odessa. Neurussische Naturforschergesellschaft.  
Berichte. 1.—4. Band. 1872—76.  
Sitzungsprotocolle. 1874—76.  
Lindemann, Prodrum florae chersonensis. 1872.  
Lindemann, Index plantarum usualium florae chersonensis.  
1872.
- Osnabrück. Naturwissenschaftlicher Verein. 3. Jahresbericht. 1877.
- Petersburg. Acta horti petropolitani. Tom. III. Fasc. 2. Tom. IV.  
Fasc. 1, 2. 1875—76.
- Prag. Naturhistorischer Verein Lotos. 24.—26. Jahrgang. 1874—76.  
Kön. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. I. Sitzungsberichte.  
1874, No. 7, 8. 1875, No. 1—6. 1876, No. 2—7. Jahresbe-  
richte. 1876. II. Abhandlungen der mathem.-naturwissenschaft-  
lichen Classe. 6. Folge. 8. Band. 1875—76.
- Regensburg. Zoologisch-mineralogischer Verein. Correspondenzblatt.  
30. Jahrgang. 1876.
- Reichenbach i. V. Vogtländischer Verein für allgemeine und spe-  
cielle Naturkunde. Mittheilungen. 3. Heft. 1876.
- Roma. R. Comitato geologico d' Italia. Bolletin. 1—10. 1877. Cenni  
sul lavori della carta geologica. (Estratto dal Volume 86 degli An-  
nali del Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio. 1876.)
- Rotterdam. Sociéte batave de philosophie experimentale. Pro-  
gramme. 1876.
- St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Bericht über die  
Thätigkeit derselben während des Vereinsjahres 1875—76.
- Trieste. Società adriatica di scienze naturali. Bolletino. Vol. III.  
No. 1, 2. 1877.
- Wien. K. k. geologische Reichsanstalt. Verhandlungen. 1875, No.  
1—10. 14—18. 1876. No. 1—17. 1877. No. 1—10.
- Würzburg. Physikalisch-medicinische Gesellschaft. Sitzungsberichte.  
1871—76.
- Zwickau. Verein für Naturkunde. Jahresbericht 1876.

#### Sonstige Geschenke:

Von Herrn Geh. Bergrath Prof. Dr. Cotta, Freiberg:  
Der Eisenmeteorit von Rittersgrün. Freiberg 1876.

- Von Herrn Prof. Dr. G. vom Rath, Bonn:  
 Die Meteoriten des naturhistorischen Museums der Universität Bonn.  
 1875.  
 Der Monzoni im südöstlichen Tirol. Vortrag. 1875.  
 3 Separatabdrücke aus den Berliner Monatsberichten. 1875—77.  
 Mineralogische Beiträge. 1877.  
 Ueber die Krystallisation des Goldes. 1877.
- Von Herrn Prof. Dr. Sandberger, Würzburg:  
 Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Grossherzogthums  
 Baden. 11. Heft. Geologische Beschreibung der Gegend von Ba-  
 den. Karlsruhe. 1861.
- Von Herrn Mechaniker Stöhrer, Leipzig:  
 Die Projection physikalischer Experimente und naturwissenschaft-  
 licher Photogramme. 1876.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 9.



C. Hennig del.

Lith. Anst. v. B. A. Fische, Leipzig.

Kapseln der Eihäute des Schweines.



Fig. 3.

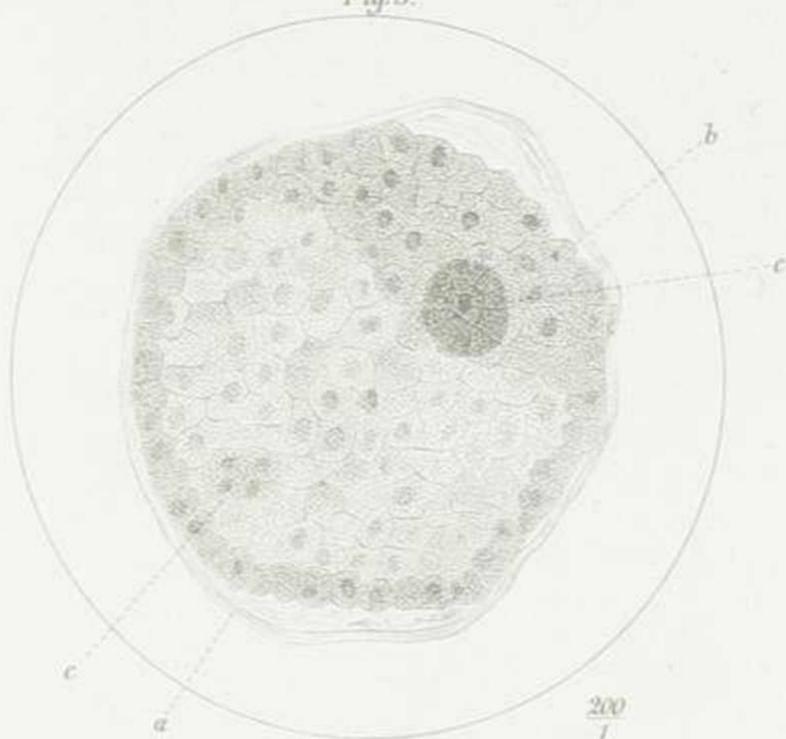


Fig. 4.

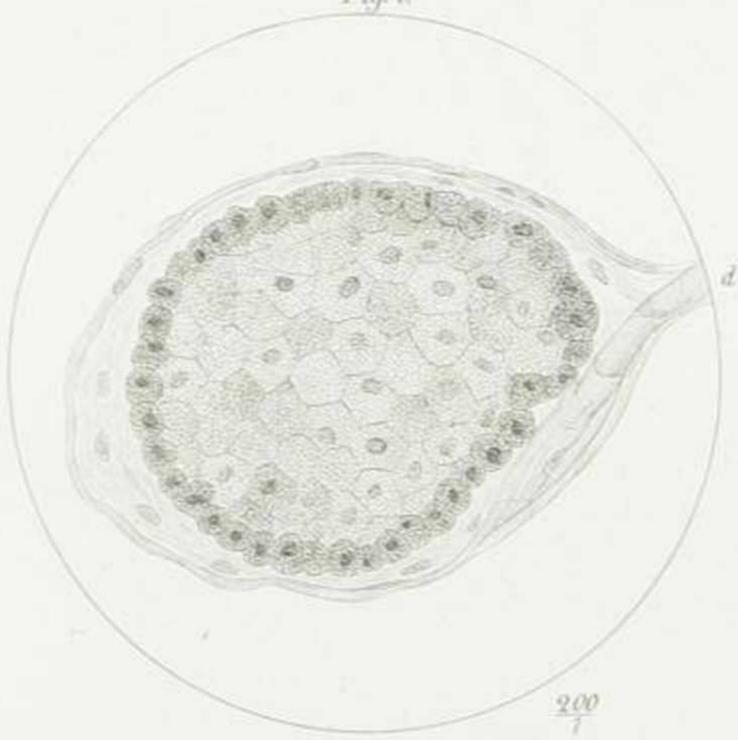
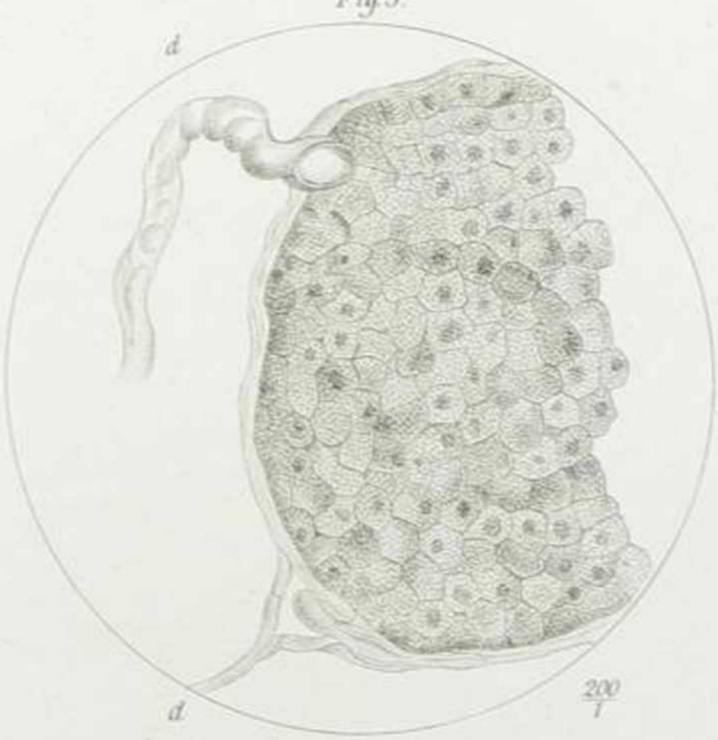


Fig. 5.

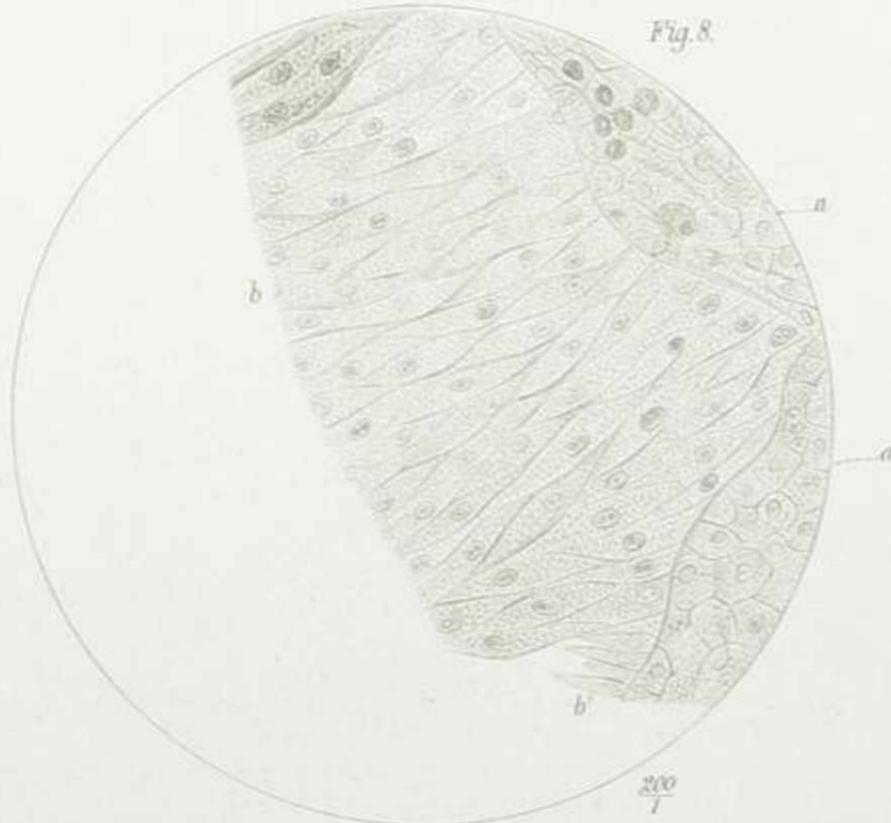
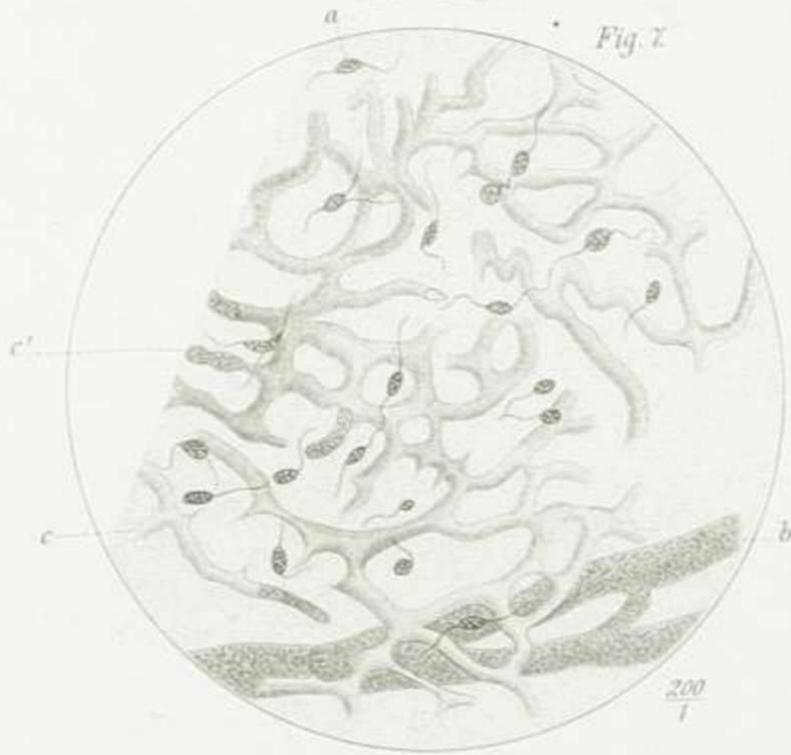
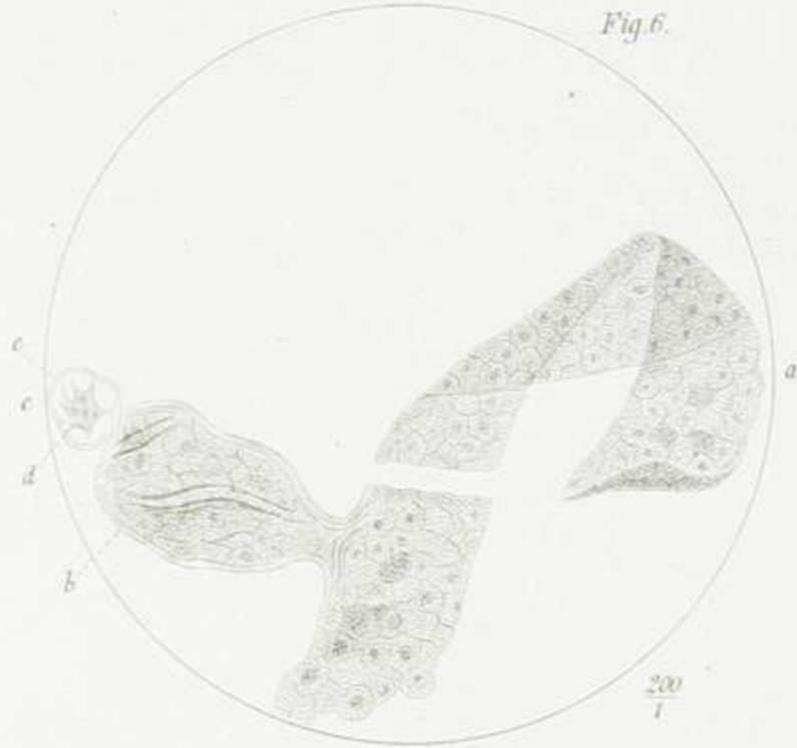


Dr. E. Meyer del.

Lith. Anst. v. E. A. Franke Leipzig.

Kapseln der Eihäute des Schweines.





Dr. E. Meyer del.

Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig.

Kapseln der Eihäute des Schweines.





