

Ueber das Gehirn.

Von weiland Professor Heinrich Hlasiwetz in Wien.

(Ergänzt von Dr. Frz. Bayer.)



Das Geheimnißvolle übt überall seinen Reiz und seine Anziehung, und nicht am wenigsten in den Naturwissenschaften.

Unter allen Geheimnissen das tiefste aber ist das Seelenleben: Das Zustandekommen des Denkens, Fühlens und Empfindens. Unausgesetzt und durch alle Jahrhunderte hindurch hat sich der menschliche Geist abgemüht, eine Einsicht in die mysteriösen Acte zu gewinnen, durch die der Gedanke entsteht, durch die er, einmal vorhanden, in gewisse Bahnen geleitet wird, auf denen er sich fortbewegt, so daß sich dafür endlich ein Gesetz ergäbe, nach dem das Denken vor sich geht, ein Gesetz welches, und das müßte wohl seine höchste Leistung sein, einen Denkproceß in seinen einzelnen Phasen zu verfolgen gestatten sollte.

Nach zweierlei Methoden hat man diese Untersuchungen geführt: inductiv und deductiv; physiologisch und philosophisch, durch empirische Beobachtung und die Kunst der Conclusion. Selten hat man sich auf diesen Wegen begegnet, seltener noch verstanden, ganz geeinigt nie. Man weiß, daß zur Stunde noch über die Zulässigkeit der einen wie der andern Untersuchungs- und Betrachtungsmethode gestritten wird, daß man den Werth der vermeintlichen Errungenschaften anzweifelt, zum mindesten sie für unbefriedigend erklärt, daß es Parteiache war und geblieben ist, materialistisch oder spiritualistisch diese Fragen zu behandeln.

Gegen positive Thatfachen indessen ist niemals ein ernsthafter Streit möglich, wenn man sie auch auf der einen Seite nicht ignoriren, auf der andern nicht überschätzen will.

Der naturwissenschaftlichen Beobachtung zugänglich, so daß Thatfactisches ermittelt werden kann, ist zunächst der Apparat, der Denk- und Empfindungsacte: das Gehirn, und das Nervensystem.

Wenn man zugibt — und darin wird ein Widerspruch nicht möglich sein — daß ohne diesen Apparat diese Acte nicht zustande kommen, daß ihr normaler Verlauf von einer normalen Construction und Zusammen-

setzung dieses Apparates nothwendig abhängt, so wird es das erste, nothwendigste sein, denselben nach Form und Material gründlich kennen zu lernen.

Die Aufgabe, die in dieser Richtung der Anatomie, Physiologie und der Chemie zugefallen ist, ist außerordentlich schwierig, und weit entfernt ganz gelöst zu sein. Das wirklich festgestellte davon aber ist schon so interessant und wichtig, daß es als Grundlage einiger Erklärungen wohl benützt werden kann, der Muthmaßungen ganz zu geschweigen, die sich daran knüpfen lassen.

Es ist ferner gelungen in der neueren Zeit chemischerseits einen neuen Beitrag zur Beantwortung der vielen hier sich aufwerfenden Fragen zu liefern, so daß besonders dieser letztere mich bestimmt, diesen Gegenstand zur Sprache zu bringen.

Hier will ich etwas ausführlicher verweilen, während ich den morphologischen Theil nur so weit berühren will, als der Zusammenhang es erheischt.

Der Schädel mit der Wirbelsäule bildet die Kapsel, in der das Centralnervensystem, Gehirn und Rückenmark, eingeschlossen ist. Das Gehirn ruht auf der Schädelbasis, das Rückenmark dagegen ist in dem Rückencanal frei aufgehängt und erhält seine Befestigung an den Wänden durch seine häutigen Umhüllungen, durch die Blutgefäße, und durch die von ihm abästelnden Nerven.

Wenn man die Entwicklung des Gehirns und Rückenmarkes beim Fötus und Embryo verfolgt, so findet man, daß es im Anfang aus einer zusammenhängenden Reihe mehr oder minder geschlossener Räume gebildet ist.

Die erste Anlage des Rückenmarks beim Embryo ist ein cylindrisches Rohr, an dessen vorderem Ende 3 Blasen aufsitzen, die die verschiedenen Theile des Hirns andeuten, das Vorder-, Mittel- und Hinterhirn.

In diesen Räumen befindet sich eine gallertartige Flüssigkeit, in der nach und nach eine festere, aber immerhin noch weiche breiige Substanz ausscheidet, die bei völliger Entwicklung endlich die Gehirnmasse darstellt. Diese Ausscheidungen beginnen auf dem Boden dieser Räume und schreiten gewölbartig nach oben fort, bis sie sich in der oberen Mittellinie begegnen.

Nach vollendeter Entwicklung unterscheidet man dann den Hirnstamm, das sind die ursprünglichen Theile, welche sich auf dem Boden der Gehirnblassen und des Rückenrohres absetzen, und anderentheils die Gewölbe, welche auf diesem Raum aufsitzen, den Schluß der festen Theile nach oben, und die Ausfüllung der Höhlenräume von oben und den Seiten her bedingten.

Es ist die Entwicklung dieser einzelnen Hirntheile bei den verschiedenen Classen und Arten von Thieren sehr verschieden, so daß bei der einen Art das Vorderhirn, bei einer andern Art das Mittel- oder Hinterhirn sich übermäßig ausbildet, und dadurch andere Theile vielleicht ganz rudimentär bleiben. Beim Menschen ist das Vorderhirn z. B. so sehr vergrößert, daß es über das Mittelhirn sich hinüberschlägt, und dasselbe ganz verbirgt.

Öffnet man den Schädel eines Menschen, so sieht man 2 große in der Mitte getrennte ovale Massen, deren Oberfläche zahlreiche in einander gefaltete Windungen zeigt, und die den ganzen oberen Schädelraum erfüllen. Es sind dies die Gewölbtheile des Vorderhirns oder die Hemisphären des großen Gehirns. In der Mittellinie trennt sie ein Spalt, der vorn bis auf das knöcherne Dach der Augenhöhlen geht, und in den sich hinten eine senkrechte Falte der sehnigen harten Hirnhaut, die sogenannte große Hirnsichel, einsetzt.

Das häutige Zelt des Hinterhauptes, auf welchem der hintere Theil der Hemisphären ruht, ist eine ähnliche, nur horizontal gestellte Falte der harten Hirnhaut, die zur Trennung von dem kleinen Gehirn dient. Der Raum, welchen die Hirnsichel frei läßt, ist durch eine breite, aus queren Fasern gebildete Masse ausgefüllt, die der Schwielenkörper oder der „Balken“ heißt.

Der Vorderhirnstamm besitzt zwei Paar von Anschwellungen: eine vordere, den sogenannten Streifenhügel, und eine hintere, den Sehhügel, welche mit dem Sehnerv in Beziehung stehen.

Im Hinterhirn sind Stamm und Gewölbe auffallend getrennt. Der Stammtheil wird von dem verlängerten Mark gebildet, das nach vorn zu einem bedeutenden Knoten aufschwillt, der die Brücke (pons Varoli) heißt.

Vor diesem verlängerten Mark und der Umgebung der Brücke entspringen die meisten Hirnnerven, und ebenso gehen von hier aus Ausstrahlungen weißer Marksubstanz aus, welche die Grundlage der Gewölbtheile bilden, und die man die Hirnschenkel nennt.

Man unterscheidet hauptsächlich die Großhirnschenkel und die Schenkel des kleinen Gehirns.

Das letztere liegt über dem verlängerten Mark auf, und ist durch das quere Hirnzelt von den Hemisphären des großen Gehirns getrennt.

Tief einschneidende Furchen theilen das kleine Gehirn in eine Menge einzelner Blätter, so daß sich auf dem Durchschnitt eine baumartige Vertheilung der innern weißen Masse zeigt, die man mit dem Namen des „Lebensbaums“ bezeichnet. Auf der obern Fläche des verlängerten Markes öffnet sich der Rückenmarkscanal und setzt sich dann unter dem kleinen Hirn, den Großhirnschenkeln bis zwischen die Sehhügel fort, wo er einerseits mit den großen Hirnhöhlen, anderseits mit einem trichterförmigen Anhang nach unten, dem sogenannten „Hirntrichter“, sich vereinigt.

In der weichen, fast breiigen Substanz des Gehirns kann man eine weiße Masse unterscheiden, die einen deutlich gefaserten Bau besitzt, und eine mehr oder minder grauröthliche Substanz, die in geringer Menge vertheilt, keine solche gefaserte Struktur besitzt und gemeinhin graue Substanz genannt wird.

Die graue Substanz zeigt sich in sehr verschiedenen Verhältnissen. Im Rückenmark liegt sie in der Mitte rund um den Canal herum, im Gehirn bildet sie einzelne mehr oder minder scharf getrennte Sterne, die oft mit weißer Substanz mannigfach durchflochten sind.

Außerdem ist noch die äußerste Oberfläche des Gehirns mit mehreren dünnen Lagen grauer Substanz gebildet, zwischen welche Blätter weißer Substanz sich einschieben.

Es ist außerordentlich schwierig, das wechselseitige Verhältniß der Elemententheile der verschiedenen Substanzen zu einander zu enträthseln und die Beziehungen festzustellen, in welchen beide unter sich und zu den Nerven stehen.

Die weiße Substanz bildet die Hauptmasse des Gehirns und besteht aus dünnen röhrenartigen Fasern, die aus einer äußerst feinen Scheide und einem durchsichtigen hellen Inhalt gebildet sind, das ein fettartiges Aussehen hat.

Die Hauptmasse der grauen Substanz des Centralnervensystems besteht aus eigenthümlichen, höchst zarten, in sternförmige Fortsätze auslaufenden Körpern von graulicher Farbe, welche man die Nervenkörper oder Nervenzellen genannt hat. Sie besitzen eine helle, zähe, elastische Masse, in welcher entweder nur sehr feine Körnchen, oder auch dunkle Farbstoffkörnchen eingebettet sind.

In der Mitte dieser Zellen liegt ein helles durchsichtiges Bläschen, der Kern, mit einem oder zwei rundlichen Kernkörperchen im Innern. Nach allen Seiten hin strahlen diese Zellen in feine Fortsätze aus, welche sich häufig verästeln und oft so fein werden, daß diese weitere Verfolgung in der weichen Substanz unmöglich ist.

Diejenigen Fasern, welche die aus dem Gehirn entspringenden Nervenwurzeln zusammensetzen, gehen alle aus dem Hirnstamm hervor, und zwar unzweifelhaft aus den grauen Kernen, die in denselben vertheilt sind.

Die Nerven, welche vom Gehirn ihren Ursprung nehmen, entstehen sämmtlich in dem Hirnstamme auf der untern Fläche des Gehirns.

Jedes Nervenpaar hat einen im Hirnstamm gelegenen Kern grauer Substanz, von welchem es seinen Ursprung nimmt, und nachdem es die äußerlich umhüllende weiße Substanz des Gehirns durchsetzt hat, erscheint es auf der Unterfläche desselben, um meist nach kurzem Laufe durch ein oder mehrere Löcher des knöchernen Schädels nach den peripherischen Organen vorzudringen. Diese grauen Kerne stehen mit den Gewölbttheilen, mit der grauen Rinde des Großhirns in Verbindung.

Was man chemischerseits bis vor Kurzem über die Gehirn- und Nervensubstanz wußte, war, obgleich das Resultat zahlreicher mühevoller Untersuchungen, doch sehr wenig befriedigend. Unter den älteren Chemikern hatte zunächst Vanquelin ermittelt, daß die Hirnmasse außer einer beträchtlichen Menge Wasser, vornehmlich Eiweiß in ungeronnenem Zustande, neben zwei Fettarten, einer festen und einer flüssigen, enthält.

In diesen Fettarten fand er constant kleine Mengen Phosphor. Sie hinterließen beim Verbrennen eine von Phosphorsäure sauer reagirende Kohle.

Gmelin, der sich näher mit dem Festen dieser Fette beschäftigte, fand, daß diese sich in 2 weitere Fettarten zerlegen lassen, unterschieden durch ihre verschiedene Löslichkeit in Alkohol, daß also Bauquelin's festes Hirnfett noch ein Gemenge war.

Conesbe vermehrte durch seine Studien diese 3 Fettarten noch um zwei weitere, die indeß bald darauf Fremy für unrein erklärte. Fremy selbst präcisirte 2 Resultate dahin, daß das Hirn Clainsäure, Margarinsäure, Cholestearin und 2 Natronsalze oder Seifen eigenthümlicher, nur im Gehirn vorkommender Fettsäure enthält, die er Cerebrinsäure und Galinphosphorsäure nannte. Das Cholestearin, eine fettsäureartige Substanz, war zuvor auch in der Galle gefunden worden, und hatte daher den Namen Gallenfett erhalten.

Diese verschiedenen festen Stoffe befanden sich im Gehirn mit dem Eiweiß in einer emulsionsartigen Mischung oder Verbindung. Wenn man das Hirn in einer Reibschale mit Wasser verreibt, so zergeht es darin zu einer Milch, die beim Kochen gerinnt.

Extrahirt man diese Gerinsel mit Weingeist, so gehen die Fette in Lösung, und es hinterbleibt vornehmlich das Eiweiß, welches dieselben Eigenschaften zeigt, wie das der Eühnereier und des Blutes.

Fremy ermittelte auch die Mengenverhältnisse dieser einzelnen Bestandtheile in den verschiedenen Parthieen des Hirnes und bestimmte, daß sie nicht dieselben sind.

Die Fette sind vorwiegend in der Marksubstanz enthalten, das Wasser besonders in der grauen Substanz. In der letzteren überwiegt auch die Menge der Gefäßhäute und eingeschlossenen Blutbestandtheile.

Für die Durchschnittszusammensetzung des Hirnes, graue und weiße Substanz zusammen genommen, wurden gefunden in 100 Theilen:

Eiweiß	7.00
Hirnfette	5.23
Phosphor	1.50
Fleischextract.	1.12
Säuren, Salze und Schwefel . . .	5.15
Wasser	80.00

Aeschert man das Hirn ein, so findet man in der Asche phosphorsaures Natron, Chlornatrium, phosphorsauren Kalk, etwas Bittererde und Eisenoryd.

Aus neuerer Zeit besitzen wir über das Mengenverhältniß der einzelnen Hirnbestandtheile sorgfältige Wägungen von Vibra.

Sie beziehen sich hauptsächlich auf den Wassergehalt, und den Gehalt an durch Aether extrahirbaren Materien.

Die weiße Substanz des Gehirnes ist erheblich ärmer an Wasser und reicher an Fett (Aetherextract) als die graue Substanz.

• Rückfichtlich der einzelnen Gehirnparthien steht überhaupt der Wassergehalt so ziemlich im umgekehrten Verhältnisse zum Fettgehalt.

Die Rindensubstanz der großen Hemisphären des Gehirnes enthält 84 bis 88 % Wasser und 4·8 bis 6·5 % Fett und sehr wenig Cerebrinsäure.

Die weiße Substanz von corpus callosum dagegen 63 bis 70 % Wasser und 15 bis 21 % Fett.

Das meiste Fett und das wenigste Wasser wurde in der Medulla oblongata gefunden.

Das Gehirn Neugeborener enthält mehr Wasser als das Erwachsener, das von Greisen ist wieder wasserreicher als das letzterer.

An Phosphor wurden im Aetherextract 1·6 bis 2·5 % gefunden. Einen constanten Unterschied im Gehalt des Gehirns an diesem Stoffe bei verschiedenen Thieren und dem Menschen hat man nicht gefunden. Bei Thieren schwankt der Phosphorgehalt übrigens zwischen 1·5 bis 3·4 %.

Das waren, kurz zusammengefaßt, die, trotz aller darauf verwendeter Mühe immer noch dürftigen Kenntnisse, die man über das Hirn besaß, umso dürftiger als die Natur der, die Hirnmasse auszeichnenden Fettsäuren nicht näher aufgeklärt war, weshalb ich die, mehr aus Vermuthungen, denn aus exacten Beweisen geschöpften Ansichten über dieselben gar nicht weiter erwähne.

Im Jahre 1865 erschien jedoch eine neue Untersuchung über diese letzteren, die unsere Einsicht wesentlich gefördert und alte Irrthümer gerichtigt hat.

Liebreich in Tübingen hat in dieser Untersuchung gezeigt, daß alle diejenigen Körper, die man als Cerebrin, Cerebrinsäure, Lecithin u. s. w. und als phosphorhaltige Fette bezeichnete, primär gar nicht im Gehirn existiren.

Vielmehr läßt sich ein Theil dieser Körper als bloße Zersetzung=producte eines, im todten Gehirn primär vorkommenden Stoffes nachweisen, und ein anderer Theil als nicht hinreichend chemisch characterisirt, aus der Reihe wirklich chemischer Individuen streichen.

Diesen primär existirenden Körper nannte er Protagon, und die Methode ihn darzustellen ist folgende:

Dem Thiere werden, um es zu tödten, die Carotiden durchschnitten, und sogleich Strahl Wasser solange durch die Arterien perjeicirt, bis die, durch die Venen ablaufende Flüssigkeit farblos wird. Hierauf zerreibt man das, so vom Blute befreite Gehirn zu einen Brei, bringt diesen in eine Flasche und schüttelt ihn darin mit Aether und Wasser zusammen.

Der obenauf schwimmende Aether wird abgezogen und die Operation wiederholt. Der Aether löst hierbei vornehmlich Cholesterin auf, in dem wässrigen Brei bleiben die löslichen Hirnbestandtheile.

Diesen Brei behandelt man nun mit schwachem Weingeist bei einer Temperatur von 45° C.

Man filtrirt dann und erkältet das Filtrat bis auf 0°. Es scheidet sich nun in der Kälte ein flockiger Niederschlag aus der Flüssigkeit aus, der durch ein Filter getrennt, und so lange mit Aether gewaschen wird, bis die letzten Spuren Cholesterin dadurch entfernt sind. Sodann trocknet

man den Niederschlag unter der Luftpumpe. Es kommt sehr darauf an, höhere Temperatur zu vermeiden, die den Körper sehr schnell zerlegt. Nach dem Trocknen wird er wieder in 45° warmen Spiritus gelöst, und die Lösung abgekühlt.

Nach diesem zweiten Auflösen und Abkühlen erhält man nun den Körper rein. Die Flüssigkeit wird trübe, und erfüllt sich zuletzt mit einer Menge mikroskopisch kleiner Krystalle, die als radiär oder sternartig gruppirte feine Nadeln erscheinen. Sie sind reines Protagon.

Die Analyse lehrte, daß diese Verbindung Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Phosphor enthält.

Die Menge des letzteren ist sehr gering. Berechnet man dieselbe auf 1 Atom Phosphor in der Verbindung, so stehen die Mengen der übrigen Bestandtheile in einem Atomverhältniß, welches in der Formel $C_{116} H_{241} N_4 O_{22} P$ ausgedrückt ist.

Diese Formel schon zeigt, daß das Protagon ein hochcomplicirter Körper sein muß. Es erscheint trocken, als ein zartes, leichtes, flockiges, ganz farbloses Pulver. Bevor es ganz trocken geworden, sieht es wachsartig aus. Es ist nur in lauwarmen Alkohol ohne Zersetzung löslich. Kalter Alkohol löst wenig auf.

Eigenthümlich verhält es sich gegen Wasser. Damit zusammengebracht, quillt es zunächst stark auf, und verwandelt sich in eine undurchsichtige kleisterartige Masse. Bringt man mehr Wasser hinzu, so resultirt eine opalisirende Lösung. Schon diese Behandlung mit Wasser jedoch kann das Protagon zum Theil allmählich zersetzen.

Bringt man zu der Lösung, die Lösung eines unorganischen Salzes, z. B. Kochsalz, so bewirkt diese That die Ausscheidung eines Gerinsels, in welcher Form das Protagon gefällt wird, ohne sich jedoch mit dem Salze zu verbinden. Erwärmt man nun die wässrige Lösung, so erhält man schon Zersetzungsproducte des Protagons. Hierzu genügt eine Temperatur von 75 bis 80° C. Enthält das Wasser eine alkalische Basis, z. B. Baryt in der Form des Barythydrats, so wird dieses Zerfallen leicht ein totales, quantitatives. Dieses Zerfallen mußte genau studirt werden, um aus den Zersetzungsproducten einen Schluß auf die Zusammensetzung des Protagons machen zu können. Zu dem Ende wurde es mit Barytwasser längere Zeit (24 Stunden) gekocht, und hierauf der überschüssig zugelegte Baryt durch Einleiten von Kohlensäure ausgefällt.

Man hat nun einen Theil der Zersetzungsproducte in der Flüssigkeit gelöst, die man abfiltrirt, ein anderer Theil ist dem kohlensauren Baryt beigemischt, der auf dem Filter bleibt.

Wenn man den Barytgehalt dieses Niederschlages durch einen Zusatz von verdünnter Schwefelsäure ganz in schwefelsauren Baryt verwandelt, und darauf das Ganze mit Aether mehrmals auszieht, so nimmt der Aether eine Substanz auf, die nach dem Verdunsten desselben als feste, fettige Masse zurückbleibt.

Nach wiederholter Reinigung durch Umkrystallisiren aus Alkohol erweist sich diese allen Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung nach als die bekannte Stearinsäure, einer der gewöhnlichsten Bestandtheile der meisten festen Fettarten, oder des Talges.

Man weiß, daß die Fette und Talgarten außer dieser und ähnlichen Fettsäuren auch noch einen alkoholartigen Körper bei ihrer Zersetzung liefern, das sogenannte Glycerin, und man frug sich sogleich, ob, da die erhaltene Stearinsäure auf die Gegenwart eines Fettes hinweist, auch dieser zweite Körper wohl zu finden sei.

Da dieser im Wasser löslich ist, so mußte er, war er anders vorhanden, in der von dem Barytniederschlag abfiltrirten Flüssigkeit zu finden sein.

Wirklich gelang es ihn zu erhalten, aber nicht als solchen, wie bei der Verseifung der Fette, (die nichts anders ist als eine Zersetzung derselben in ein fettsaures Salz der angewandten alkalischen Base, das als Seife erscheint) abgeschieden wird, sondern theilweis wieder verbunden mit einer stärkeren Säure, einer Mineralsäure, zumal der bekannten Phosphorsäure.

Solcher Verbindungen des Glycerins mit Mineralsäuren, er wie Schwefelsäure, Phosphorsäure, sind mehrere gekannt, und leicht künstlich aus ihren Componenten darstellbar. Sie entsprechen ihrer Constitution nach den Hydraten dieser Säuren und enthalten an der Stelle des Wasserstoffes das Hydratwasser, das aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehende Radical des Alkohols.

Versezt man die erwähnte, von dem Barytniederschlag abfiltrirte Flüssigkeit mit essigsaurem Bleioxyd (einer Lösung von Bleizucker) so fällt die Glycerinphosphorsäure, die in der Flüssigkeit als glycerinphosphorsaures Baryt gelöst war, nunmehr als glycerinphosphorsaures Bleioxyd, als unlöslicher weißer Niederschlag aus, der wieder abfiltrirt wird.

Aus dieser Verbindung nun ist die Glycerinphosphorsäure leicht zu isoliren. Schwefelwasserstoff trennt ihren Bleigehalt als Schwefelblei ab, und die Glycerinphosphorsäure wird frei.

Sie ist in Wasser löslich und hinterbleibt nach dem Verdunsten des überschüssigen Lösungsmittels in der Form einer dicklichen, sehr sauer reagirenden Flüssigkeit.

Alle damit vorgenommenen Controllversuche beweisen die Identität dieser Verbindung mit derjenigen, die künstlich darstellbar ist. Die Wirkung des Barythydrats auf das Protagon war also bis dahin ganz dieselbe, wie sie bei dem Zersetzungsprozeß der Fette, den wir Verseifung nennen, genau gekannt ist. Die Fette zerfallen hiebei in Fettsäuren, wie Stearinsäure, Palmitinsäure, Oelsäure u. s. w. in Glycerin.

Das Protagon lieferte Stearinsäure, Phosphorsäure und Glycerin. Wären dies die alleinigen Zersetzungsproducte desselben, so könnte man sagen, es sei eine Art Talg, ein Fett, welches an der Stelle einer der gewöhnlichen Fettsäuren eine gewisse Menge Phosphorsäure enthält.

Allein neben diesen drei Zersetzungsgproducten findet sich noch ein viertes, interessanter und charakteristischer als diese, und zwar in derselben noch barythaltigen Lösung, aus der die Glycerinphosphorsäure gewinnbar war.

Durch das Hinzubringen von essigsaurem Bleioxyd war diese als glycerinphosphorsaures Bleioxyd unlöslich herausgefallen und durch Filtriren geschieden.

Die durch das Filter laufende Flüssigkeit enthält nun noch diesen vierten Bestandtheil neben überschüssigem essigsaurem Bleioxyd. Diese zwei Verbindungen, das Bleioxyd und die Essigsäure müssen erst weggeschafft werden, um zu ihm zu gelangen. Das Blei entfernt man mit Schwefelwasserstoff als unlösliches Schwefelblei; dann abfiltrirt versetzt man die Flüssigkeit mit Oxalsäure, und dampft sie vorsichtig ganz ein.

Die freigewordene Essigsäure läßt sich verflüchtigen.

Der Abdampfrückstand ist krystallinisch, und wie Vorversuche lehrten, das oxalsaure Salz einer neuen basischen Verbindung. Um diese letztere frei zu erhalten, wird sie mit kohlensaurem Baryt zusammengebracht. Die Oxalsäure zersetzt dieses Salz, verdrängt die Kohlensäure, und gibt mit dem Baryt unlöslichen oxalsauren Baryt, die neue Basis bleibt in der Flüssigkeit gelöst, und wird durch Eindampfen der klar abfiltrirten Flüssigkeit gewonnen.

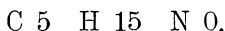
Ich gab ihnen hier in gedrängter Kürze die Beschreibung eines methodischen Versuches, wie es der, die Untersuchung führende Chemiker erst durch Vorversuche ausmitteln mußte, die passend und umsichtig anzustellen, das Talent des Forschers ist.

Ein volles Verständniß für die Logik dieser und noch zu beschreibender Versuche kann ich freilich wohl nur bei denjenigen voraussetzen, die einige chemische Kenntniffe besitzen, allein es hat auch ohne diese doch vielleicht sein Interesse von den verschlungenen Pfaden zu hören, auf denen wir in der organischen Chemie oft unsere Ziele erreichen müssen, und ich werde bemüht sein die Schlußfolgerungen so klar als möglich zu ziehen.

Wir waren also bis zur Gewinnung eines vierten Körpers aus dem Protagon gelangt, der wie ich sagte eine Basis ist, und zwar eine stark alkalische, laugenhafte Basis, etwa wie das Kali, Natron oder Ammoniak der unorganischen Chemie.

So dargestellt wie beschrieben, ist die Verbindung von unansehnlichen Eigenschaften, ein schwer auszutrocknender, hygroskopischer, scharf, ägend, bitter schmeckender, undeutlich krystallinischer Brei, in Wasser leicht löslich. In dieser Form würde diese Base der Analyse bedeutende Schwierigkeiten bieten, hätte sie nicht glücklicherweise die Fähigkeit, sich mit einigen Säuren zu gut krystallisirenden Salzen zu verbinden. So ist z. B. das salzsaure oder chlornasserstoffsaure Salz eine wie seiden-glänzende Nadeln krystallisirende Verbindung, und diese ihrestheils liefert mit Platinchlorid ein krystallisirtes Doppelsalz nach Art des bekannten Platinsalmiaks.

Dieser Basis nun hat man den passenden empirischen Namen Neurin, zu deutsch Nervenstoff, gegeben und durch die Analyse ihrer Salze und Doppelsalz eist ermittelt, daß sie aus 5 Atomen Kohlenstoff, 15 Atomen Wasserstoff, 1 Atom Stickstoff und 1 Atom Sauerstoff besteht. Ihre Formel ist also:



Diese empirische Formel lehrt noch nichts über das nähere Arrangement der Atome, über ihre, wie wir zu sagen pflegen „rationelle Constitution“.

Die Ermittlung dieser war daher die nächste Aufgabe; es handelte sich darum, auch aus ihr wieder nähere Zersetzungsproucte zu erhalten, die, wenn sie sich vielleicht als schon bekannte Verbindungen erweisen, einen Schluß auf ihre Zusammensetzung gestatteten, vielleicht sogar ein Verfahren an die Hand gäben, sie aus solchen Verbindungen künstlich aufzubauen, sie „synthetisch“ darzustellen.

Wirklich ist beides, Zersetzung und künstlicher Wiederaufbau, in der elegantesten Weise gelungen.

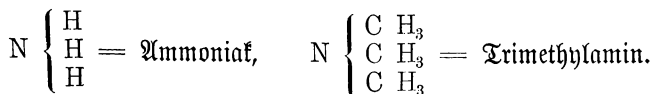
Zunächst ergab sich, daß das freie Neurin schon durch anhaltendes Kochen einer wässrigen Lösung desselben in einem passenden Apparat, der allenfalls flüchtig werdende Zersetzungsproucte zu condensiren gestattet, zerfällt.

Man kann die wässrige Lösung des Neurins nicht einmal ohne großen Substanzverlust in der Wärme eindampfen. Die Flüssigkeit zerfällt sich unter Entwicklung eines stechenden, dabei an Häringssäure erinnernden Geruches.

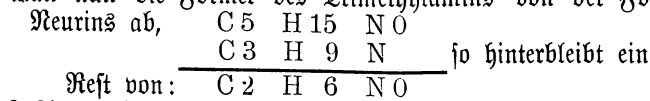
Man isolirte diese riechende Verbindung nach Methoden, die zu erörtern hier zu weit führen würde, und erkannte sie als Trimethylamin, das ist Ammoniak, worin der Wasserstoff durch Methyl, das sogenannte Radical des gewöhnlichen Holzgeistes, des Methylalkohols ersetzt ist.

Der Ammoniak enthält ein Atom Stickstoff und 3 Atome Wasserstoff. Das Trimethylamin enthält 1 Atom Stickstoff und 3 Atome Methyl, welches selbst wieder aus je 1 Atom Kohlenstoff und 3 Atomen Wasserstoff besteht.

Es ist sonach:



Zieht man nun die Formel des Trimethylamins von der Formel des Neurins ab,



2 Atome Kohlenstoff, 6 Atome Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff.

Eine, aus diesen Beträgen gebildete Formel $C_2 H_6 O$ ist dem Chemiker sehr geläufig, es ist die Formel des Aethylalkohols, oder des gewöhnlichen Weingeistes.

Aber aus theoretischen Gründen könnte das Neurin nicht ohne weiters eine Verbindung von Trimethylamin und Weingeist sein, und die Formel $C_2 H_6 O$ mußte hier etwas anderes repräsentiren als Aethylalkohol, es mußte die Formel einer, wie wir sagen, mit dem Weingeist „isomeren“ Verbindung sein.

Ein synthetischer Versuch, den mit großem Scharfsinn fast gleichzeitig und unabhängig von einander Wülf in Paris und Beyer in Berlin angestellt haben, sollte hierüber Auskunft verschaffen.

Diese Chemiker gingen von der Betrachtung aus, daß dieser zweite als Zersetzungproduct des Neurins sich ergebende Rest von $C_2 H_6 O$ nicht sowohl im Derivat des Aethyls $C_2 H_5$, von dem der Alkohol sich ableitet, als vielmehr des Aethylens $C_2 H_4$, der schlechthin als „Leuchtgas“ bezeichneten Verbindung sein könnte.

Man kennt einen Abkömmling des Leuchtgases, der eine Combination dieses Gases mit Chlor, und dem Wasserradikal, oder Wasserrest, den Hydrognd darstellt $C_2 H_4 \begin{cases} Cl \\ O H \end{cases}$; empirisch genommen besteht dieser Körper aus 2 Atomen Kohlenstoff, 5 Atomen Wasserstoff, 1 Atom Chlor und 1 Atom Sauerstoff.

Man sieht also, es ist dies die Formel $C_2 H_6 O$, worin gewissermaßen ein Chloratom statt eines Atoms Wasserstoff fungirt.

Addirt man diese Formel zu der des Trimethylamins, so resultirt genau die Formel des Neurins, plus Chlornasserstoff oder Salzsäure, mit einem Wort die Formel des salzsauren Neurins, und es war zu versuchen, ob durch Einwirkung dieses Chlorchlorhydrat's des Leuchtgases, welches man gewöhnlich Glycolchlorhydrin nennt, nicht wirklich salzsaures Neurin konnte gebildet werden.

Glycolchlorhydrin sowohl, wie Trimethylamin sind Flüssigkeiten, und in der That fand sich, daß, wenn man diese beiden Körper in Mengenverhältnissen, die ihren Formeln entsprechen, auf einander in der Wärme reagiren läßt, indem man sie in einer zugeschmolzenen Röhre längere Zeit erhitzt, die sich zu einer krystallinischen Masse vereinigen, die durch Umkrystallisiren gereinigt, sich vollkommen identisch erweist mit salzsaurem Nervenstoff oder Neurin.

So hat also die Synthese einen, durch die Analyse des Neurins ermöglichten Schluß glänzend bestätigt, und verfolgt man diese Synthese, bis zu ihren letzten Ausgangspunkten, so kann man sagen, das Neurin sowohl, wie auch die Stearinsäure, das Glycerin und die Phosphorsäure, die zusammen sich zu dem Protagon des Hirns in eigenthümlicher Weise verbinden, also in letzter Linie dieses Protagon selbst, ist aus den Elementen der unorganischen Natur künstlich, durch bloße Laboratoriumsoperationen, ohne alle Mithilfe eines lebenden Organismus darstellbar.

Das Protagon ist hinterher von Hoppe-Seyler als eine Substanz erkannt worden, die nicht eigentlich ein „chemisches Individuum“ ist. Man hat nachgewiesen, daß seine Zusammensetzung wechselt und daß es zunächst aus zwei Bestandtheilen, dem Cerebrin und dem Lecithin besteht.

Das Cerebrin, welches man auch erhält, wenn man die Gehirnmasse mit heißem Barytwasser behandelt und das entstehende Gerinnsel mit siedendem Alkohol auszieht, wobei es gemengt mit etwas Cholesterin krystallisirt, von dem man es durch Aether trennt, ist wahrscheinlich eine von einer Fettsäure abstammende Amidssäure. Das Lecithin ist aber das Neurin Salz einer Glycerinphosphorsäure, in welcher 2 Wasserstoffatome durch die Radicale der Fettsäuren $\left\{ \begin{array}{l} \text{Palmityl und Oleyl} \\ \text{Stearyl} \end{array} \right.$ ersetzt sind.

Dieses Lecithin, auch im Eidotter der Hühnereier vorkommend, gleicht auch äußerlich dem Protagon bis zu einem gewissen Grade, es ist eine leicht erweichende, Wasser anziehende Masse, die sich indeß mit Säuren und Basen verbinden läßt. Es ist gleich dem Protagon äußerst zerseßlich und seine Zerseßungsproducte sind die schon beim Protagon genannten.

Es scheint, daß es mehrere Verbindungen dieser Art, mehrere Lecithine und Protagone gibt, welche sich nur durch die in denselben vorkommenden Fettsäureradicalc, also durch die aus ihnen hervorgehenden Fettsäuren von einander unterscheiden.

Ich muß endlich noch erwähnen, daß das Lecithin sich außer im Hirn, der Nervensubstanz auch im Dotter, auch noch in den Blutkörperchen und in der Galle auffinden ließ.

Spurenweise enthält das Gehirn auch noch einige Stoffe, wie Xanthin, Sarkin, Kreatin, Inosit, Milchsäure und flüchtige Fettsäuren, die wohl nur aus den ernährenden Blutpartien stammen und für dasselbe nicht charakteristisch sind.

Die für das Pflanzen- und Thierleben so charakteristischen, aus Kohlenstoff und Wasserstoff, oder Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, oder endlich Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehenden sogenannten organischen Verbindungen müssen und können zuletzt nur aus einigen wenigen, einfachen Verbindungen unorganischer Art sich gebildet haben.

Alle Betrachtungen und alles Denken zwingt zu der Einsicht, daß die niedrigsten, einfachsten Organismen und Verbindungen den höheren vorausgegangen sind, und noch vorausgehen.

Die Aufgabe, diese Urcomponenten für das erste werdende niedrigste Organismenleben aufzufinden, kann als gelöst betrachtet werden. Gewiß ist, daß diese die Kohlensäure, das Wasser, und die Verbindungen des Stickstoffes mit dem Wasserstoff sowohl, das Ammoniak, als auch die Verbindungen des Stickstoffes mit dem Sauerstoff, die salpetrige und die Salpetersäure sind.

Den, auf beiden niedrigsten primitivsten Zellenorganismen nie fehlenden Gehalt an Aschenbestandtheilen lieferten die, überall vorhandenen, durch Verwitterung von Mineralien entstandenen Lösungen von Salzen, als welche mit Ausnahme des Regen- und Schneewassers jedes andere Wasser betrachtet werden muß.

Das ist das Urbildungsmaterial für alles Lebende und Sterbende auf der Erde.

Bis auf die neueste Zeit hatte sich die Chemie bemüht und begnügt, das, von der Natur uns Ueberlieferte, besonders die sogenannten organischen Gebilde zu zerlegen, zu analysiren, zunächst in die näheren, zuletzt in die entferntesten Bildungsbestandtheile, um so ein Bild von dem Aufbau des Hochzusammengesetzten zu erlangen.

Die so erworbenen Kenntnisse gehören zu den werthvollsten Errungenschaften des menschlichen Geistes.

Allein auf einer gewissen Stufe des Wissens angelangt, mußte sich das Bedürfniß einstellen, diese Trümmer, die man durch die Zerlegung erhalten hatte, auch wieder künstlich so zu vereinigen, daß sie die complicirte Verbindung wieder darstellen, von der man bei der Zerlegung ausgegangen war.

Gewiß kann es kein erhabeneres Ziel der Forschung, kein vermessenere würden vielleicht zaghafte Geister sagen, — geben, als mit menschlicher Willkür die Schöpfungsacte der Natur wiederholen zu wollen.

Da wir aber selbst nichts sind als Naturproducte, entstanden, lebend, denkend und handelnd nach ewigen, unverrückbaren Naturgesetzen, so wäre, gelänge es uns, dieses schwindelnde Ziel zu erreichen, dieser Erfolg selbst doch nur das Walten und Sicherfüllen desselben Naturgesetzes, durch welches wir selbst sind, und denken und empfinden.

Was wir auf dem heute betretenen Wege schon erfahren haben, ist wenig in Betracht der riesenhaften Aufgabe, es ist viel in Betracht des, nach den ersten Schritten schon gestörten Vorurtheils, daß organisch-chemische Verbindungen und Stoffe nur von Organismen, nur von lebendigen Apparaten sollten erzeugt werden können, das zu ihrer Bildung, ihrem Aufbau eine geheimnißvolle Lebenskraft gehört, die nichts gemein haben soll mit den, uns schon bekannten und dienstbar gemachten Naturkräften.

Ich kann ihre Ungläubigkeit nicht besser beschwichtigen, als wenn ich ihnen zeige, wie man die, im Thierleben gewiß den höchsten Functionen gewidmeten Verbindungen, aus denen das Protagon des Hirns besteht, in der Retorte gewissermaßen nachbilden kann.

Alle, auch die niedrigsten organischen Gebilde oder Geschöpfe enthalten als nähere primäre Bestandtheile solche, die, wie ich schon sagte, aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, mit oder ohne Gehalt an Sauerstoff und Stickstoff.

Es gibt aber kein primäres Bildungsmaterial oder Nahrungsmittel für diese niedersten Gebilde in der Natur, welches Kohlenstoff und Sauer-

stoff enthielte. Schon der Nachweis, der sich chemischerseits unleugbar führen läßt, daß Kohlenstoff, in welcher Form ihn die Natur auch liefert, mit dem Wasserstoff nicht direct verbindbar ist, zwingt zu der Annahme, daß alle Kohlenwasserstoffverbindungen und auch jene, die überdies noch Sauerstoff und andere Elemente enthalten, secundär, auf einem Umweg, durch wechselseitige Zersetzung irgend welcher anderer Kohlenstoffverbindungen mit andern wasserstoffhaltigen Verbindungen, die ihrerseits primär, aus den Elementen möglich sind, entstanden sein müssen.

Die Kohlen säure ist eine solche disponible primäre Verbindung, denn wir wissen alle, daß Kohlenstoff und Sauerstoff oder Luft direct zu Kohlen säure verbrannt oder oxydirt wird.

Mit derselben Leichtigkeit verbindet sich der Kohlenstoff in der Hitze direct mit dem Schwefel, und bildet eine Verbindung, die der Kohlen säure in mancher chemischer Beziehung sehr gleicht, den sogenannten Schwefelkohlenstoff.

Da es nun nicht gelingt, künstlich an den freien Kohlenstoff Wasserstoff anzuheften, Wasserstoff, der sich überdies in der Natur nur ausnahmsweise frei findet, so war zu versuchen, ob sich nicht in einer solchen Kohlenstoffverbindung, wie Kohlen säure oder Schwefelkohlenstoff, der Sauerstoff oder Schwefel durch eine chemische Reaction mit einer Wasserstoffverbindung, Wasserstoff an die Stelle des Sauerstoffs oder Schwefels einführen ließe.

Berthelot hat vor einigen Jahren gezeigt, daß dies mit dem Schwefelkohlenstoff möglich ist; durch Kolbe weiß man aus neuester Zeit, daß sich auch in die Kohlen säure künstlich Wasserstoff einführen läßt.

Ich komme gleich auf diese Versuche zurück; fürs Erste wollen wir uns den von Berthelot klarer machen.

Auf rein unorganischem Wege erzeugbar wie der Schwefelkohlenstoff ist auch der Schwefelwasserstoff, jenes allgemein bekannte nach faulen Eiern riechende Gas.

In einem Gemenge von Schwefelkohlenstoff, Dampf- und Schwefelwasserstoff hat man nun Kohlenstoff und Wasserstoff nebst Schwefel, und Berthelot fand, daß, wenn man ein solches Gemenge über ein glühendes Metall z. B. Kupfer leitet, welches sich in einer Röhre befindet, der Schwefel von dem Kupfer zurückgehalten wird, indem Schwefelkupfer entsteht, während der Kohlenstoff und der Wasserstoff zu Kohlenwasserstoff zusammentreten, u. zw. entsteht vornehmlich die einfachste Verbindung zwischen diesen beiden Elementen die es gibt, die von 1 Atom Kohlenstoff und 4 Atom Wasserstoff, das sogenannte Sumpfgas oder Methylhydrär. Ist die Temperatur höher als Dunkelrothglühhitze, so tritt eine Verdichtung zu hohen zusammengesetzten Kohlenwasserstoffen ein, zu Aethylen z. B., und besonders zu dem sogenannten Propylen, der Verbindung von 3 Atomen Kohlenstoff und 6 Atomen Wasserstoff.

Die Theorie weist einen gewissen Zusammenhang dieses Propylens mit dem Glycerin der Fette auf, welches denselben Kohlenstoffgehalt besitzt und reich aus Glycerin durch künstliche Zersetzung erhalten werden kann.

Dieser Zusammenhang ist durch einen synthetischen Beweis bekräftigt worden, denn es ist den Bemühungen von Wurz geglückt, das Propylen künstlich in Glycerin überzuführen.

Dies geschah durch das Zwischenglied einer Jodverbindung, die durch directe Einwirkung des Jods auf Propylen entsteht, und aus 3 Atomen Kohlenstoff, 5 Atomen Wasserstoff und 3 Atomen Jod besteht.

In dieser Verbindung läßt sich durch geeignete Behandlung das Jod gegen den Wasserrest, Hydroxyl (1 Atom Sauerstoff und 1 Atom Wasserstoff) austauschen, und sie geht dadurch in Glycerin über.

Dieses Glycerin ist eine Art Alkohol und verbindet sich mit den Fettsäuren zu den Fetten, deren verschiedene Eigenschaften, als Talgarten, butterartig weiche Fette und fette Oele lediglich von der Art und Menge dieser Fettsäuren abhängt, die in die Verbindung getreten sind, und von denen am häufigsten die Stearinsäure (unser gewöhnliches Kerzenmaterial) die Palmitinsäure, die ihr sehr ähnlich ist, und die Oelsäure, eine ölige flüssige Säure, vorkommen.

So, wie mit diesen organischen Säuren, verbindet sich das Glycerin ferner mit einer Anzahl Mineralsäuren, der Schwefel- und Phosphorsäure z. B., Verbindungen, die schon beim bloßen Vermischen mit denselben sich bilden.

Die Glycerinphosphorsäure des Hirns ist eine solche, und daher, wie sie sehen, künstlich aus den Elementen erzeugbar.

Die fetten Säuren theils nehmen in der Natur ihre Entstehung aus der Kohlenensäure.

Es gibt deren eine große Anzahl, die unter sich durch das Verhältniß der Homologie verknüpft sind.

Von einem, der Zusammensetzung nach niedrigsten einfachen Gliede baut sich nun eine ganze Reihe derselben auf, deren jede von der vorhergehenden durch einen sich gleichbleibenden, gewissermaßen sich hinzuaddirenden Betrag von 1 Atom Kohlenstoff und 2 Atomen Wasserstoff unterschieden ist.

Dieses erste, einfachste Glied der Fettsäurenreihe ist die Ameisensäure, sogenannt von ihrem Vorkommen in diesen Thieren.

Mehrere synthetische Versuche zeigen, daß die Kohlenensäure unter gewissen Bedingungen Wasserstoff aus dem Wasser aufnehmen kann, und dadurch zu Ameisensäure wird.

Denn die Ameisensäure ist nichts als Kohlenensäure plus 1 Atom Wasser, minus 1 Atom Sauerstoff.

Finden sich Kohlenensäure und Wasserdampf bei Gegenwart eines so stark positiven Metalls wie Kalium oder Natrium, so zersetzen diese das Wasser, binden dessen Sauerstoff, machen dessen Wasserstoff frei, der sich im Moment seines Freiwerdens mit der Kohlenensäure verbindet und Ameisensäure gibt.

Das ist kurz erklärt das Wesen der Kolbe'schen Synthese der Ameisensäure, deren ich vorhin gedachte.

Die höheren Glieder der Ameisensäurereihe nun können sämmtlich als Ameisensäuren aufgefaßt werden, wo ein Atom Wasserstoff dieser Säuren durch das Radical eines Alkohols vertreten ist.

Auch diese Alkohole bilden eine solche homologe Reihe, deren Glieder unter sich in demselben Zusammenhang stehen, wie die Glieder der Fettsäurereihe.

Das niedrigste Alkoholglied ist der Methylalkohol oder Holzgeist, der feinstheils ein Derivat des Sumpfgases oder Methylhydrärs ist, welches wir vorhin aus den Elementen dargestellt haben. In dem Sumpfgas ist ein Atom Wasserstoff, besonders leicht durch Chlor oder Brom vertretbar. Der Rest von 2 Atomen Kohlenstoff und 3 Atomen Wasserstoff heißt Methyl und ist eine Gruppe, die sich ihrerseits wie ein Element in Verbindungen überführen läßt. Man hat solche Gruppen zusammengesetzte Radicale genannt.

Das Methyl ist die eigentlich homologisirende Gruppe in homologen Reihen. Dadurch, daß sie sich immer an die Stelle eines Atoms Wasserstoff einschleibt, ergibt sich jene Differenz von 1 Atom Kohlenstoff und 1 Atom Wasserstoff, zwischen je 2 aufeinander folgenden Glieder irgend einer solchen Reihe.

Durch diesen Vorgang wird aus 2 Atomen Methyl, die sich gegenseitig substituiren, das Methyl, das Radical des Weingeistes, aus 3 Methylatomen das Propyl, aus vieren das Butyl, aus fünfen das Amyl, das Radical des Fußelöls u. s. w.

Ersetzen diese Gruppen 1 Atom Wasserstoff in der Ameisensäure, so entstehen die Fettsäuren, die demgemäß ihrerseits zu den Alkoholen in einer bestimmten, einfachen Beziehung stehen.

In der That gehen sie durch Oxydation aus diesen hervor, sowie es auch gelungen ist, Säuren durch Reductionsmittel in Alkohol zurückzuführen.

So haben wir theoretisch ein klares Bild von der Constitution dieser Fettsäuren, zu der auch die Stearinsäure des Hirns gehört, ein Bild, dessen Richtigkeit durch zahlreiche Synthesen der minderen Glieder bestätigt worden ist.

Genau so wie sich der Wasserstoff in die Kohlensäure schleibt, um Ameisensäure zu bilden, so schleibt sich das Methyl, das Methyl und alle diese Radicale in sie ein, wenn sie ihr in passender Weise geboten werden, und es entsteht die Essigsäure, die Propionsäure entsteht.

Ein solches synthetisches Schema kann für die ganze Reihe theoretische Gültigkeit haben.

Kurz, die Synthese der höheren Fettsäure unserer Gehirnssubstanzen zu construiren wenigstens, hat jetzt keine Schwierigkeiten mehr.

Die Bildung solcher Säure in den Pflanzen ist wahrscheinlich mit einer der Hauptquellen des Sauerstoffs, den sie bei der Vegetation ent-

wickeln. Bei unserem synthetischen Versuche, die Ameisensäure z. B. aus Kohlensäure, Wasserdampf und Natrium zu bilden, wurde der Sauerstoff des Wassers vom Natrium gebunden.

Im vegetativen Bildungsact dagegen wird er frei, und kann, zum Theil wenigstens, in die Luft entweichen.

Es ist bekannt, daß die Pflanzen die unausgesetzt thätigen Sauerstoffentwicklungsapparate sind, die unserem Athmungsproceß dieses unentbehrliche Gas liefern, während wir ihnen denselben, wieder in Kohlenstoff verwandelt, wieder zur Disposition stellen.

Was nun noch unser letztes Zerlegungsprodukt des Protagons, das Neurin betrifft, so war von seiner künstlichen Nachbildung aus Trimethylamin und Ethylchlorhydrin schon die Rede.

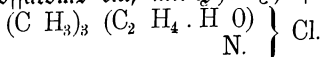
Es erübrigt nur hinzuzufügen, daß die Substitution des Wasserstoffes im Ammoniak durch Methyl nach denselben Principien gelingt, die dieses Radical in andere Verbindungen an die Stelle des Wasserstoffes einzuführen gestattet.

Aus der Einwirkung des Jodmethyls oder Brommethyls auf das Ammoniak geht je nach gewissen einwirkenden Bedingungen das Mono, Di- und Trimethylamin hervor, sämmtlich Verbindungen, die noch den allgemeinen chemischen Charakter der Stammverbindung, des Ammoniaks, haben.

Daß das Ammoniak aber auf elementare Weise herstellbar ist, kann ich wohl als bekannt voraussetzen.

Das Chlorhydrin ist Leuchtgas, verbunden mit einem Atom Chlor und einem Atom des Wasserrestes, Hydroxyl. Es entsteht nur künstlich durch eine Substitution eines Atoms Chlor, des sogenannten Oels des ölbildenden Gases oder Aethylchlorürs durch Hydroxyl.

Das aus der Reaction zwischen Chlorhydrin und Trimethylamin hervorgehende salzsaure Neurin ist nichts anderes, als eine Art Chlorammonium oder Salmiak (der Verbindung von Ammoniak und Salzsäure), welche an der Stelle der drei Atome Wasserstoff Methyl, an der Stelle eines vierten Wasserstoffatoms ein, mit Hydroxyl substituirtes Aethylatom enthält.



So wäre denn gezeigt, wie die charakteristischen Substanzen des Hirns Verbindungen sind, deren Bildung wir Schritt für Schritt aus Elementen der unorganischen oder todten Natur ohne Hinzuziehung einer mysteriösen Lebenskraft im Laboratorium verfolgen und nachahmen können.

Daß der thierische Organismus genau denselben Weg geht, wenn er diese Substanzen bildet, soll und kann damit nicht gesagt sein.

Die eigentlich organischen Acte, die er dabei ausführt, kann eine solche Synthese nicht erklären; ohne Zweifel ist dieser Weg nicht der einzige, der zu diesem Ziele führt, allein welcher anderer er auch sei, es ist ein chemischer, auf dem dieselben Gesetze gelten, die auch den von uns eingeschlagenen Charakterisirt haben. Die Bildung dieses Körpers ist ein Glied in der Kette chemischer Functionen, aus denen das ganze

Thierleben besteht, dieser chemische Act ist zugleich ein vitaler, er ist von Lebensäußerungen bedingt, und hat Lebensäußerungen zur Folge. Die chemische Verbindung mußte mit einer bestimmten Regelmäßigkeit entstehen, mit derselben Regelmäßigkeit sich umbilden, und endlich ganz zersetzen, sollte der vitale Proceß mit allen seinen uns als Leben erscheinenden Aeußerungen normal verlaufen. Die chemische Verbindung erhält dadurch im Organismus eine physiologische Dignität, eine Dignität, die sie natürlich bloß im Zusammenhange und Zusammenwirken mit den übrigen Bestandtheilen des Organismus hat, während sie außerhalb desselben einzig eine chemische Dignität besitzt.

Die außerordentlich hohe complicirte Zusammensetzung, die das Protagon besitzt, die zur Folge hat, daß es so außerordentlich leicht zersezbar ist, so zersezlich, daß man es nur mit größter Vorsicht rein aus dem Gehirne isoliren kann, wie wir gehört haben, ist gewiß von der größten Wichtigkeit für die Hirnfunctionen, also in letzter Linie für dessen psychische Thätigkeit.

Fußt diese, wie der Materialismus behauptet, auf dem Zusammenwirken chemischer Verbindungen, auf materiellen Substanzen also, auf dem Verschlingen chemischer und physikalischer Kräfte, die uns in der Verschlingung als Nervenkräfte erscheinen, so ist unter diesen Substraten dem Protagon wohl eine entscheidende Rolle zugebracht.

Mit dieser ganz allgemeinen Erkenntniß aber wird man sich auch begnügen, und sich hüten müssen darüber hinaus Träumereien nachzuhängen, die in diesen Fragen besonders die naturwissenschaftliche Methode schon so oft verdächtigt haben das nicht immer zu sein, was sonst sie unbestritten auszeichnet: exakt.

Noch innerhalb der Grenzen des Wahren und exakt Nachweisbaren aber ist es, wenn man behauptet, daß die geistigen Thätigkeiten des Menschen und der Thiere als Functionen der Centraltheile des Nervensystems, vor allem des Gehirns aufzufassen sind.

Gibt es nun kein Gehirn ohne Protagon, so wird man diese Functionen, zum Theil wenigstens auch auf dieses übertragen müssen, gibt es kein Protagon ohne constanten Gehalt an Glycophosphorsäure, und keine Phosphorsäure ohne Phosphor, so ist es auch nicht falsch, zu sagen, daß unter den Factoren der Gehirnthätigkeit dem Phosphor in der Form der Glycerinphosphorsäure auch sein Antheil zugebracht ist.

Gibt doch selbst ein neuerer, den Materialismus auf's trefflichste bekämpfende Philosoph (Schoppenhauer) zu, daß die Materie die Causalität selbst sei, daß demgemäß das ganze Wesen der Materie im Wirken besteht, daß überall, wo gewirkt wird, Materie ist, und daß sonach das Materielle das Wirken überhaupt ist.

Es sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, daß neuerdings von Goltz physiologische Versuche angestellt worden sind, um zu erfahren, welcher Theil des Hirns vornehmlich jene Functionen übernehme, die sich als Intelligenz äußeren.

Man betrachtete bislang das Großhirn als den Sitz der Intelligenz; jene halbkugelförmigen Theile des Hirns, welche sich beim Menschen überwiegend entwickeln, alle übrigen Theile des Hirns überdecken, und das Schädeldgewölbe ausfüllen, weil man gefunden zu haben glaubte, daß im Gegensatz zu den Thieren die Entwicklung der großer Gehirnlappen beim Menschen im geraden Verhältniß zu dessen größeren Intelligenz steht.

Es gelang Goltz, Fröschen das große Gehirn zu extirpieren, ohne daß sie zu Grunde giengen, und solche verstümmelte Thiere machten spontan keine Bewegungen. Ein seines Großhirn beraubter Frosch bleibt hungernd, beliebig lang auf derselben Stelle sitzen, verhält sich theilnahmslos gegen die ihm gebotene Nahrung und macht nur abwehrende Bewegungen wenn er berührt wird; er verhält sich scheinbar wie eine, aller Intelligenz beraubte Reflexmaschine.

Allein stärkeren Reizungen gegenüber zeigt er doch Spuren von Intelligenz. Mit einer Nadel z. B. in's Bein gestochen macht er Sätze, und umgeht mit großer Sicherheit Hindernisse, die sich ihm entgegenstellen. Er verräth durch seine Bewegungen auch Intelligenz, wenn man seiner Unterstüßungsfläche eine solche Neigung gibt, daß er in Gefahr geräth hinabzufallen, denn er wendet alle ihm zu Gebote stehenden Mittel an das Gleichgewicht zu behaupten, und selbst dann noch, wenn er überdies geblendet war.

Ein des Großhirnes beraubter Frosch entwickelt also dieselbe Fähigkeit das Gleichgewicht zu behaupten, wie ein unversehrter Frosch.

Er verliert diese Fähigkeit aber, wenn man ihm auch noch jenen Theil des Gehirnes wegschneidet, der den „Vierhügeln“ des menschlichen Gehirnes entspricht, so daß nur noch das Kleinhirn, das verlängerte Mark und das Rückenmark übrig bleibt.

In ähnlicher Weise verhielt sich ein Frosch, den man ohne das Großhirn zu verletzen nur die Vierhügel zerstört hatte.

Diese Theile sind somit das Centrum für die Erhaltung des Gleichgewichtes. Der des Großhirns beraubte Frosch weiß das Gleichgewicht genau mit derselben geschickten Benützung der ihm gelassenen Mittel zu behaupten, wie der unversehrte Frosch.

Das verstümmelte Thier zeigt auch in dieser Beziehung Intelligenz. — Frösche, denen man das Großhirn und die Vierhügel weggenommen, die aber noch das verlängerte Mark und Rückenmark behalten haben, drehen sich, auf den Rücken gelegt, immer auf den Bauch zurück.

Erschwert man diese Bewegung, indem man z. B. ein Bein festmacht, so beweisen sie, um sich dennoch in die Bauchlage zu bringen, dasselbe Geschick wie unversehrte Frösche.

Nach alldem unterscheiden sich Thiere mit verstümmeltem Gehirn nicht sowohl durch den verschiedenen Grad der Intelligenz, als dadurch, daß die Intelligenz nur in beschränkten Gebieten deutlich wird.

Je weniger Gehirn das Thier hat, desto weniger Thätigkeiten nimmt man wahr; aber die Thätigkeiten, welche man wahrnimmt, geschehen mit Intelligenz.

So hat sich die Lehre herausgebildet, daß die Großhirnlappen mit den Sinnesempfindungen nichts zu schaffen haben, diese vielmehr innerhalb des Mittelhirns vor sich gehen und daß den Hirnhemisphären nur zukommt, sie zu verarbeiten und brauchbar zu machen, das heißt so viel, als sie in Wahrnehmungen, Bildern, Vorstellungen und Willensanregungen umzusetzen.

Die experimentellen Untersuchungen von Farnier in England, Hixig und Munk in Deutschland haben dagegen dargethan, daß auf dem hinteren Umfang der Großhirnoberfläche sich Stellen befinden, welche mit Sinnesnerven zusammenhängen und welche, wenn man sie zerstört, Blindheit, beziehungsweise Taubheit im Gefolge haben. Auch machten sie die folgenreiche Entdeckung, daß die electriche Reizung des Großhirns in der Scheitelgegend Bewegungen in ganz bestimmten Muskelgruppen der entgegengesetzten Körperseite hervorruft, nachdem bereits vorher (1861) Broca gezeigt hat, daß eine Windung des Stirnabschnittes des linken Großhirnlappens beim artikulirten Sprechen theilhaftig ist.

Demnach darf man nicht einfach auf die functionelle Einheit des Großhirnes schwören, sondern muß vielmehr zugestehen, daß die verschiedenen Abschnitte des Großhirns ihrer Function, ihren Thätigkeitsäußerungen nach einander nicht gleich sind. Man kann dasselbe als eine Vereinigung von einer gewissen Anzahl verschiedenartiger Centralorgane ansehen, welche besondere Eigenschaften, Thätigkeiten, bestimmte Eigenthümlichkeiten hätten. Diese Organe wirken aber nicht lose nebeneinander, sondern hängen innig mit einander zusammen. Wahrnehmungen, Verstand, Gemüthsbewegung und Willensthätigkeit sind in unseren gewöhnlichen geistigen Vorgängen so innig mit einander verbunden, daß wir in einen schweren Irrthum fallen würden, wenn wir versuchen wollten, die Gebiete dieser einzelnen Fähigkeiten in der Weise abzugrenzen, daß wir jeder derselben eine besondere Abtheilung der Großhirnhemisphären zuweisen. Dieselben Theile der Großhirnhemisphären, welche am meisten thätig sind, wenn wir ein schönes Gemälde oder ein Erzeugniß der Bildhauerkunst betrachten, bilden jedenfalls auch den Sitz der durch den Anblick dieser Objecte erregten Gefühle der Bewunderung, wenn auch die Thätigkeit anderer Centren mitwirken mag.

Das, was wir Intelligenz nennen, ist also nicht ein Etwas, das durch ein Organ von beschränkter Ausdehnung erzeugt würde, sondern es haftet an den Centralorganen für gewisse Thätigkeiten.

Das Rückenmark vermittelt hauptsächlich die Verbindung zwischen den empfindenden und bewegenden Nervenfasern einerseits, und den höher gelegenen Hirnthteilen anderseits, sowie jener Nervenfasern unter einander; das verlängerte Mark aber und das Mittelhirn sind der Sitz aller jener Thätigkeiten, welche durch Athmungen, Herzbewegung, Schlingact u. a. die thierische Maschine im Gang erhalten, sowie der meisten Sinnesempfindungen, soweit dieselben ohne Verstandesoperation zu Stande kommen.

Im Gehirn, dem Sitz der Wahrnehmung, haben die Nerven ihren Ursprung. Diese vermitteln jede Empfindung an dieses Centralorgan. Diese Vermittelung scheint nur durch Bewegung zu stande zu kommen, durch eine moleculare Bewegung, deren Modus in den verschiedenen Nerven, die den Sinnessthätigkeiten vorstehen, ein verschiedener sein muß, denn es sind z. B. die Geschmacksnerven unfähig Lichterscheinungen fortzupflanzen, und ebenso wenig vermögen die Gesichtsnerven Tonschwingungen fortzupflanzen.

Diese Schwingungen aber, diese Erzitterungen der betreffenden Nerven geben sich uns als Empfindungen kund, und so ist die Empfindung des Säuren oder Bittern eine durch die Säure oder den Bitterstoff im Geschmacksnerv inducirte Bewegung, eine andere Bewegung empfängt der Sehnerv durch die Aetherschwingungen, die wir dann als Licht empfinden, und der Hörnerv durch die Schwingungen der Luft, die uns dann als Ton erscheinen.

Immer aber sind diese Acte nur molecularer Art, und nicht der Nerv als Ganzes befindet sich in dieser zitternden Bewegung, sondern nur seine kleinsten Theilchen, von denen eines sie an das andere überträgt, während es selbst nach diesem Anstoß wieder zur Ruhe kömmt.

Mit dieser mechanischen, oder sagen wir besser physikalischen Bewegung innigst verknüpft ist der chemische Act des stetigen Bildens und Zerlegens der functionirenden Nerven oder Gehirnssubstanz. So lange der Körper lebt ist er ein unausgesetzt thätiger chemischer Proceß. Er lebt nur durch diesen Proceß, der keinen Augenblick still steht, und durch eine bestimmte Form dieses sich abspielenden Processes.

Die Leistungen des Chemismus bestehen nicht nur in der Herstellung der Masse, sondern auch in der Function derselben.

Es ist nicht denkbar, daß die beiden Aufgaben, die chemische und die vitale, verbindungslos neben einander stehen sollten, oder daß die Stoffe, nachdem sie chemisch ausgebildet sind, nun erst ihre plastische oder irritable Function begönnen.

Alles weist vielmehr darauf hin, daß eben jene, freilich nicht weiter definirbare innere Erschütterung und Bewegung, welche sie während des Actes ihrer chemischen Umgestaltung erfahren, zugleich die Quelle ist, aus welcher der Anstoß für ihre Functionen fließt, der Reiz, durch welchen gebundene Kräfte zum Vollaufe einer Leistung ausgelöst werden.

Während die Stoffe chemisch thätig sind, scheinen sie allein lebensfähig zu sein, nach dem Aufhören des chemischen Processes besigen sie nur physikalische Eigenschaften, die dem Leben zwar mittelbar auch unentbehrliche Dienste leisten, ohne selbst jedoch seine Thätigkeit entzünden zu können.

Daher wäre es vor Allem wichtig zu wissen, was ein Bestandtheil dem Leben durch sein Entstehen und Vergehen nützlich leistet, oder welche vitale Arbeit der chemische Proceß seiner Bildung und Zerstörung verrichtet.

So ist es z. B. von einem Muskel zwar nicht gewiß, aber sehr wahrscheinlich, daß seine Contraction mit einer Veränderung seines chemischen Bestandes verbunden sei, und zwar mit einer solchen, die vom Austritt einzelner Theile begleitet ist.

Ob nun diesen, stetig in einander verfließenden Graden der Function oder Thätigkeit als nächste Ursache das Gesetz der chemischen Aequivalente zu Grunde liegt, mag dahin gestellt sein, und kann bezweifelt werden.

Golze glaubt, daß überall, wo lebendige Functionen in einer stetigen, ununterbrochenen Reihe von Graden der Stärke, Ausdehnung und Dauer durch chemische Proceßse hervorgerufen und unterhalten werden sollen, die dazu dienenden Substanzen im Zustande der Ruhe zwar eine feste Zusammensetzung nach Aequivalenten besitzen, daß sie aber im Stande sind, auch ohne feste Proportionen vorübergehend Stoffe zu binden oder zu entlassen, und dadurch Verbindungen von wandelbarem Gleichgewichte zu erzeugen, die nach dem Aufhören der Function sich bald wieder zu jenem proportionellen Zusammensetzungen von festerem Gefüge und beständigerer Dauer zurückbilden.

Nicht chemische Verwandtschaftskräfte im engeren Sinne, die nach Aequivalenten der Elemente wirken, würden höchst wahrscheinlich zur Begründung der Lebensfunctionen aufgeboten werden, sondern moleculare Anziehungen und Verwandtschaften der kleinsten Theile, die von diesen Zahlenverhältnissen unabhängig sind, und deren Wirkungen auf die lebendig functionirende Substanz erst secundär jene neuen, wieder nach Aequivalenten bestimmten Zusammenordnungen der Stoffe hervorrufen.

Die Träger der Entwicklung des Lebendigen, die Organe, wachsen nicht nur an Massa, sondern erfahren auch während ihrer Thätigkeit eine im Voraus bestimmte Aenderung ihrer Natur.

Jeder zukünftige Erfolg ist daher durch den unmittelbar vorhergehenden Zustand bedingt.

Das geschieht zwar in jeder Maschine auch, allein in dieser bleiben doch immer dieselben wirksamen Massen und dieselben Kräfte; die Leistung ist darum auf eine immer wiederkehrende, und sich meist steigende Reihe von Erfolgen beschränkt.

In dem lebendigen Körper dagegen, setzt jede geschehene chemische Aenderung Kräfte in Wirksamkeit, die früher nicht vorhanden waren, und bringt andere zur Ruhe. Damit wird in jedem Augenblicke für die spätere Entwicklung eine neue Grundlage geschaffen, die bald eine Fortdauer der früheren Zustände, bald eine Entfaltung in neue, bald beides mit einander verbindend, überhaupt die Ausbreitung in ein viel reichhaltigeres Spiel der Gestaltung und der Leistung gestattet. Jede geschehene chemische Umwandlung wird zunächst die räumliche Anordnung nach sich ziehen, die dem veränderten Stoff entspricht; aber jede so herbeigeführte neue Gestaltung wird die spätere Einwirkung der Reize mitbedingen,

indem sie dieselben von jetzt unzugänglich gewordenen Theilen abhält, und auf andere zugänglich gebliebene zusammendrängt, und damit wiederum der späteren Entwicklung näher bestimmte Wege vorzeichnet.

So wie jedoch jede chemische Mischung eine bestimmte Gestalt gewinnt, so führt auch diese gewonnene Gestalt wieder neue Möglichkeiten und Gewohnheiten des chemischen Wirkens herbei. Bei unseren künstlichen und Laboratoriums-Operationen vermeiden wir es, das Gefäß, in dem irgend ein Proceß vor sich gehen soll, an dem Proceß selbst Theil nehmen zu lassen.

In dem lebendigen Körper aber, bilden die Gewebe nicht auch ein solches theilnamloses Gefäß in dem die Stoffe auf einander reagiren, sondern sie üben durch ihre Substanz, ihre Dichtigkeit und ihre Form auf den Gang der Stoffumwandlung einen mitbestimmenden Einfluß aus.

Das Gefäß bildet sich, zugleich mit seinem Inhalt, stufenweise mit aus, die Hirnschale z. B. mit dem Hirn, und damit werden die ernährenden Flüssigkeiten zur Erzeugung feinerer Mischungen herausgebildet, und den äußeren Lebensweisen ein, immer bestimmter angeordneter Zutritt gestattet.

Unausgesetzt und regellos bestürmt die Außenwelt mit ihren Eindrücken unsere Sinne. Unser Organismus setzt die Eindrücke in Empfindung um. Diese Eindrücke aber, und ihre psychische Verwerthung vollziehen sich nicht ohne daß die auffassenden Organe dadurch eine Aenderung des Zustandes erfahren, in welchem ihre wirksamen Theile sich im Augenblicke der Ruhe befinden. Keine der so zahlreichen Bewegungen, durch welche das innere Leben auf diese Reize zurückwirkt, ist ausführbar ohne daß eine Menge von Veränderungen in der gegenseitigen Stellung der kleinsten Theilchen der Organe dadurch vorbereitet würde.

Dann aber liegt es in den Zwecken des Lebens, die Spuren früherer Eindrücke fast überall wieder zu vertilgen, und die Werkzeuge in jenen Zustand zurückzuführen, in welchem sie neu eintretenden Aufgaben unbefangen und ungeschwächt entgegen kommen können.

Die chemisch physiologische Erfahrung lehrt, daß zur Erfüllung dieser Aufgabe das Leben die zersecklichsten und vergänglichsten Stoffe in seinen Dienst nimmt.

Sollten leise und feine Eindrücke der Außenwelt einen erregenden Strahl für die Organe des Körpers besitzen, sollten Bewegungen in jeder möglichen Abstufung der Stärke, Dauer und Geschwindigkeit ausführbar sein, so mußten die dienstbaren Werkzeuge aller dieser Verrichtungen eine leicht erregbare Verletzlichkeit ihrer inneren Zustände besitzen.

Diese nothwendige Eigenschaft war mit der Vergänglichkeit der chemischen Zersetzung verbunden. und wir haben in dem Protagon und dem Neurin Stoffe kennen gelernt, welche dieser Forderung so sehr entsprechen, daß wir wohl schließen dürfen, sie gehören zu jener Masse von Verbindungen, denen mit die wichtigsten Functionen übertragen sind.

Es ist vollständig unmöglich, Näheres und Bestimmteres über die Functionen gerade dieser Verbindungen auszusagen, allein es kann doch unser Interesse schon lebhaft beschäftigen, daß wir in den Verbindungen selbst ein Rädchen oder eine Feder mehr sicher erkannt haben, welcher in dem complicirtesten Theil der complicirten Maschine, wie unser Organismus eine ist, welcher in den Organen unseres Denkvermögens eine unzweifelhaft bedeutende Rolle anvertraut ist.

Und daß wir diesen Stoff so klar erkannt haben, daß wir ihn ganz künstlich außerhalb des Organismus nachbilden können, ist gewiß mit eine der werthvollsten Leistungen unserer jungen chemischen Wissenschaft.

Wirken diese Stoffe in unserem Denkproceß mit, und diese Annahme wird gewiß nicht als absurd angesehen werden dürfen, so haben sie, indem sie in dem Gehirn des forschenden Chemikers sich umsetzten, und dadurch functionirten, sich selbst und das Geheimniß ihrer Abstammung verrathen.

Es ist nun leicht zu beurtheilen, wie, mehren und wiederholen sich solche Erkenntnisse, die alte berühmte Mahnung: „Erkenne dich selbst“ einen viel tieferen und bedeutsameren Sinn enthält.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus dem Vereine der Naturfreunde in Reichenberg](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [19_1888](#)

Autor(en)/Author(s): Hlasiwetz Heinrich Hermann

Artikel/Article: [Ueber das Gehirn 1-24](#)