Zweite Abtheilung.

Chemie und Physik.

Versuche über die Zusammensetzung des Gehirns;

von

Edmund Fremy.

Da die ausgezeichnetsten Physiologen jetzt zugeben, daß die organische Chemie der thierischen Physiologie große Dienste leisten kann, so hielt ich es für interessant, die Materie des Gehirns einer neuen Untersuchung zu unterwerfen.

Es war mir nicht möglich, in einer einzigen Abhandlung alle die Punkte abzuhandeln, welche sich auf diese wichtige physiologische Frage beziehen.

In dieser ersten Arbeit wollte ich allein die Elemente isoliren, aus welchen das Gehirn besteht, indem ich dessen unmittelbaren Bestandtheile von den verschiedenen Substanzen trennte, welche die Reinigung und das Studium erster so sehr erschweren; ich habe endlich, auf die Eigenschaften dieser Bestandtheile mich stützend, versucht, die wahre Natur der Gehirnmaterie zu bestimmen.

Den analytischen Theil dieser Arbeit werde ich für eine besondere Abhandlung zurückhalten, und werde zeigen, daß er nur in soweit interessant wird, als er von exacten physiologischen Forschungen begleitet ist. Die angeführten Analysen haben mehr den Zweck, den vorausgesetzten Thatsachen zur Stütze zu dienen, als die Zusammensetzung der Bestandtheile des Gehirns kennen zu lehren.

Ich glaube, daß die Resultate, welche ich hier vorlege, auf die Physiologie unmittelbar sich anwenden lassen. Kennt man in der That die Zusammensetzung des Gehirns und die Eigenschaften seiner Bestandtheile,

so können die Physiologen die verschiedenen Theile der Gehirnmasse für sich studiren und die Modificationen, welche diese durch Krankheiten erleiden, erkennen. Hier auf gestützt, werden sie in den verschiedenen Theilen des Nervensystems die Gehirnmaterie aufsuchen und alsdann eine positive Beziehung zwischen dem Gehirn und den davon abhängenden Organen festsetzen können.

Ehe ich zu den Resultaten meiner Arbeit übergehe, will ich die bisher über diesen Gegenstand bekannten Untersuchungen kürzlich anführen.

Es ist bekannt, daß wir Vauquelin die Entdeckung einer eigenthümlichen phosphorhaltigen fetten Materie verdanken; Fourcroy, John, Gmelin und Kühn haben interessante Thatsachen über die Zusammensetzung des Gehirns bekannt gemacht, und in neuester Zeit hat Couerbe eine ausgedehnte Arbeit über diesen Gegenstand erscheinen lassen. Er hat zuerst gezeigt, daß die perlmutterglänzende Materie des Gehirns Cholesterin sei und diese Entdeckung ist für die Physiologie von hohem Interesse; außerdem erhielt er aus dem Gehirn vier fette Materien, die er *Stearoconot*, *Cephalot*, *Elcen-cephol* und *Cerebrot* nennt.

Weil ich die Schwierigkeiten einer zoochemischen Arbeit vollkommen kenne, so bin ich auch der erste, um alle die Sorgfalt und Geduld anzuerkennen, die die Isolirung und Untersuchung dieser verschiedenen Materien erforderte. Da ich aber glaube, daß die von Couerbe studirten Substanzen keine unmittelbaren Bestandtheile sein können, so meine ich, wird es mir auch erlaubt sein, freimüthig einige Theile der Abhandlung Couerbe's zu discutiren. Ich bin überzeugt, daß er mit mir der Meinung ist, wie nützlich zoochemische Versuche unter verschiedenen Gesichtspuncten sein können; denn weit entfernt, diesen Gegenstand als abgeschlossen zu betrachten, hat er selbst die Chemiker eingeladen, seine Versuche zu wiederholen und weiter zu führen.

Ich werde zuerst die Gründe angeben, die mich verhinderten, dem Verfahren Couerbe's zu folgen.

Die Beobachtungen Thenard's, in seinem *Traité de Chimie*, wo er von der Arbeit Couerbe's redet, und die wichtigen Beobachtungen Chevreul's, in seinen *Recherches de Chimie organique*, haben mir stets als Richtschnur gedient.

Couerbe hat sich zur Isolirung und Reinigung der Bestandtheile des Gehirns bekanntlich nur des Alkohols und Aethers bedient. Da aber das Gehirn ein Gemenge von fettähnlichen Substanzen enthält, die also ähnliche Eigenschaften besitzen und sich gegenseitig auflösen, so ist nicht anzunehmen, daß Aether und Alkohol allein eine vollständige Scheidung hier bewirken können. Wenn Chevreul durch Aether und Alkohol die Bestandtheile der fetten Körper isolirte, so war er immer bemüht, sie der entscheidenden Probe der Auflösungsmittel zu unterwerfen; diese Vorsicht hat Couerbe nicht berücksichtigt, denn in seiner Abhandlung spricht er nicht davon. Die physischen Eigenschaften einer Substanz können oft auch einige Garantie für ihre Reinheit darbieten; aus Couerbe's Abhandlung aber sieht man, daß die von ihm entdeckten Körper gefärbt, zähe und weich wie Wachs sind; bekanntlich aber stellen sich die unmitteldbaren Bestandtheile im Allgemeinen nicht unter solchem Ansehen dar.

Ich werde im Verlauf dieser Abhandlung beweisen, daß die fetten Materien des Gehirns eine unwiderlegliche Analogie mit den Seifen darbieten, und daß sie unter dem Einfluß der Auflösungsmittel wie diese eine Zersetzung erleiden. Dieser Umstand, welcher Couerbe entgangen zu sein scheint, zeigt, wie wichtig es bei solchen Versuchen ist, die Bestandtheile, welche man isolirt hat, der Wirkung einiger Reagentien zu unterwerfen, um ihre Natur richtig zu erkennen. Niemandem ist es unbekannt, daß man der Analyse sich oft bedient, um die Reinheit eines organischen Körpers zu erkennen. Ein unmittelbarer Bestandtheil, nach verschiedenen Methoden bereitet, muß bei der Analyse eine unveränderliche Zusammensetzung zeigen. Couerbe hat

nun die Körper, welche er aus dem Gehirn erhielt, analysirt und ihre Zusammensetzung veränderlich gefunden; dieses ist einigermassen ein Beweis ihrer Unreinheit. Diesen Schluss aber hat er nicht daraus gezogen; er hat unter den fetten Bestandtheilen des Gehirns eine Art Beweglichkeit der Elemente angenommen und darüber gewissermassen ein Gesetz aufgestellt, indem er diese auf physiologische Betrachtungen zurückführt; bekanntlich hat er eine Beziehung zwischen der Intelligenz eines Menschen und dem Phosphorgehalte seines Gehirns angenommen.

Die Eigenthümlichkeit der angeführten Resultate, die mit den Ideen der Physiologie und den Principien der Chemie im Widerspruch sind, hat mich zu einem eigenthümlichen Analysir-Verfahren bestimmt, welches die folgenden Resultate ergeben hat.

Die Gehirnmasse besteht bekanntlich aus einer albuminösen Materie, mit vielem Wasser verbunden und mit einer eigenthümlichen fetten Materie gemengt. Das Gehirn des Menschen enthält 7 Th. Eiweiß, 5 Th. fetter Materie und 80 Th. Wasser.

Die Untersuchung der albuminösen Materie des Gehirns bietet keine Wichtigkeit dar; sie ist unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether. Wir haben wenig Mittel, einen derartigen Körper zu studiren; die anatomische Untersuchung ist das einzig Nützliche in diesem Falle.

Alle meine Sorgfalt richtete sich dagegen auf das Studium der fetten Materie, welche man dem Gehirn durch Alkohol oder Aether entziehen kann. Meine Versuche wurden mit dem Gehirn verschiedener Thiere, vorzüglich aber mit dem des Menschen angestellt.

Behufs der Analyse des Gehirns beginnt man, dasselbe in kleine Stücke zu zerschneiden, mehrmals mit kochendem Alkohol zu behandeln und zuletzt einige Tage mit demselben in Berührung zu lassen. Der Zweck dieser Operation ist, dem Gehirn die große Menge Wasser, die es enthält, zu entziehen, und die die Einwirkung des Aethers

auf die Masse verhindern würde. Ist diese erste Behandlung gut ausgeführt, so muß der albuminöse Theil des Gehirns coagulirt sein, er hat seine Elasticität verloren und läßt sich leicht zusammendrücken; man preßt ihn jetzt aus und behandelt ihn, nach Zertheilen in einem Mörser, mit Aether. Nach der Behandlung des Gehirns mit Alkohol muß man dasselbe nicht zu lange der Luft ausgesetzt lassen, weil sonst der Rückhalt von Alkohol schwächer wird, und die wässrig gewordene Masse mit Aether sich nicht mehr erschöpfen läßt.

Die Ausziehung mit Aether geschieht anfangs kalt, nachher warm; die Auszüge werden der Destillation unterworfen und hinterlassen einen klebrigen Rückstand, welchen ich *Aetherproduct* nenne.

Der Alkohol läßt nach Erkalten eine weiße Substanz absetzen, welche Phosphor enthält, wie Vauquelin entdeckt hat; der Alkohol enthält nur noch fette Materien aufgelöst, und zeigt gewöhnlich eine saure, von Phosphorsäure herrührende Reaction, deren Gegenwart ich im Verfolg dieser Abhandlung erklären werde.

Das Product des Aetherauszuges ist es, in welchem Couerbe das Cholesterin, die weiße Materie nach Vauquelin, gefunden hat, das er *Cerebrot* nennt, und überdem drei fette Materien, die er als neutral betrachtet und *Cephalot*, *Stearoconot* und *Eleencephol* nennt.

Die von mir erhaltenen Resultate weichen in allen Stücken von denen Couerbe's ab, denn ich habe in den von ihm erhaltenen Substanzen nichts gesehen als Gemenge fetter Säuren in seifenartigen Verbindungen.

Um die Auseinandersetzung der Thatsachen zu erleichtern, werde ich zuerst die Zusammensetzung des Gehirns angeben, dann von den Eigenschaften seiner Bestandtheile reden, und endlich meine Resultate mit denen von Couerbe vergleichen.

Die unmittelbaren Bestandtheile, welche ich durch Alkohol und Aether aus dem Gehirn erhalten habe, sind:

- 1) eine weiße Materie, die ich *Cerebrinsäure* (*Acide cerebrique*, Hirnsäure) nenne;

- 2) Cholesterin;
- 3) eine eigenthümliche fette Säure, die ich *Oleophosphorsäure* nenne;
- 4) Spuren von Olein, Margarin und fetten Säuren.

Diese Bestandtheile finden sich nicht immer im isolirten Zustande im Gehirn; so ist die Cerebrinsäure häufig mit Natron oder phosphorsaurem Kalk verbunden. Die Oleophosphorsäure findet sich gewöhnlich als Natronsalz.

Wenn man die fetten Substanzen unberücksichtigt läßt, die sich in den übrigen thierischen Materien finden, so sieht man, daß das Gehirn durch die Gegenwart des Cholesterins und zweier fetten Säuren charakterisirt wird. Diese Zusammensetzung ist einfacher als die von Couerbe angegebene. Ich werde jetzt die Eigenschaften dieser fetten Körper beschreiben.

Cerebrinsäure.

Dieser Körper wurde schon von Vauquelin gefunden, er hat ihn aber nie im reinen Zustande erhalten. Dieser berühmte Chemiker stellte die weißse Materie bekanntlich durch Behandeln des Gehirns mit kochendem Alkohol dar, und hielt die Substanz, welche beim Erkalten sich ausschied, für rein. Nun enthält aber das Gehirn Oleophosphorsäure und Cholesterin, die in kaltem Alkohol fast unlöslich sind und also auch in der weißen Materie Vauquelin's sich finden müssen; auch war diese Substanz stets fettig und weich wie Wachs, während die Cerebrinsäure pulverförmig und krystallinisch ist.

Couerbe hat die Cerebrinsäure weit reiner erhalten als Vauquelin; ich glaube aber nicht, daß er durch die in seiner Abhandlung beschriebenen Methoden diese Säure absolut rein erhalten konnte; denn die Cerebrinsäure ist oft mit Natron oder phosphorsaurem Kalk verbunden. Unter den von Couerbe angeführten Umständen habe ich stets einen Körper erhalten, der nach Verbrennen mit Salpeter ein Kalksalz hinterliefs. Endlich

weichen auch die physischen Charaktere der Cerebrinsäure von denen der von Conerbe Cerebrot genannten Materie ab.

Zur Darstellung der Cerebrinsäure muß man die von der Verdunstung des Aetherausuges erhaltene Masse in vielem Aether wieder aufnehmen; man fällt dadurch eine weißse Substanz, die man durch Abgießen isolirt, und die an der Luft in eine wachs- und fettähnliche Masse sich verwandelt. Dieser Niederschlag enthält Cerebrinsäure, häufig mit phosphorsaurem Kalk oder Natron verbunden, Oleophosphorsäure mit Kalk oder Natron vereinigt, und etwas Eiweiß, mittelst der erwähnten Körper zurückgehalten. Man behandelt nun den Niederschlag mit kochendem absoluten Alkohol, dem man etwas Schwefelsäure zusetzt. Es bleiben dann schwefelsaurer Kalk und schwefelsaures Natron, mit Eiweiß vermischt, in Suspension, die man durch Filtriren sondert, die Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure bleiben in Auflösung und setzen sich nach Erkalten ab. Man wäscht diesen Niederschlag mit Aether aus, welcher kalt die Cerebrinsäure nicht auflöst, die Oleophosphorsäure aber aufnimmt. Endlich muß man die Cerebrinsäure in kochendem Aether auflösen und mehrmals krystallisiren lassen.

Die so gereinigte Cerebrinsäure ist weiß, vom Ansehen kleiner krystallinischer Körner, in kochendem Alkohol völlig löslich, in kaltem Aether fast unlöslich, in kochendem löst sie sich auf. Sie besitzt die merkwürdige Eigenschaft, mit kochendem Wasser wie Amylum sich aufzublähen, scheint indeß in Wasser unlöslich zu sein. Sie schmilzt bei einer hohen Temperatur, die der ihrer Zersetzung sehr nahe ist. Beim Verbrennen verbreitet sie einen sehr charakteristischen Geruch, mit Hinterlassung einer schwer verbrennlichen Kohle, die merklich sauer reagirt. Durch Schwefelsäure wird die Cerebrinsäure geschwärzt, durch Salpetersäure wird sie nur langsam zersetzt.

Durch Verbrennen mit Salpeter und kohlensaurem

Kali giebt sie nie Veranlassung zur Entstehung von schwefelsaurem Kali, aber von einer bestimmten Menge phosphorsaurem Kali. Dieser Körper enthält also keinen Schwefel, dies hat Vauquelin angegeben; es ist aber bekannt, daß Couerbe Schwefel im Cerebrot gefunden hat, dieser liegt im Eiweiß, welches dieses Product immer enthält.

Die Cerebrinsäure enthält Stickstoff, dessen Gegenwart man beim Erhitzen dieser Säure mit einem Ueberschuß an Kali erkennt, wobei sich bemerkliche Mengen Ammoniak entwickeln. Die Analyse der Säure wurde auf die gewöhnliche Weise angestellt, den Phosphor bestimmte ich im Zustande des phosphorsauren Baryts, mit Vermeidung der Gegenwart von Carbonaten, oder im Zustande des phosphorsauren Eisens.

Zur Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs habe ich bei mehreren Analysen Zahlen erhalten, die mit folgenden übereinstimmen:

Substanz	0,523
Wasser	0,500
Kohlensäure.....	1,280.

Für die Bestimmung des Stickstoffs wandte ich das folgende Verfahren an und die verschiedenen Analysen gaben mir stets 2,3 bis 2,5 % Stickstoff.

Ueber die Bestimmung des Phosphors führe ich hier einen Versuch an, welcher durch Verbrennen von Cerebrinsäure mit einem großen Ueberschuß von Salpeter und kohlensaurem Kali angestellt wurde, mit der Vorsicht, das Gemisch stets nur in kleinen Portionen in den rothglühenden Tiegel zu geben. Das Product der Verbrennung wurde in Salpetersäure aufgenommen, genau mit Ammoniak neutralisirt und durch ein Barytsalz gefällt. 0,697 Grm. Cerebrinsäure gaben 0,046 Grm. phosphorsauren Baryt, welches 0,9 Procent Phosphor entspricht.

Nach diesen Thatsachen läßt sich die Zusammensetzung der Cerebrinsäure folgendermaßen angeben:

Kohlenstoff.....	66,7
Wasserstoff.....	10,6
Stickstoff.....	2,3
Phosphor.....	0,9
Sauerstoff.....	19,5
	<hr/>
	100.

Ich glaubte lange Zeit, daß die kleine Menge Phosphor, welchen die Cerebrinsäure enthält, von einem Rückhalt von Oleophosphorsäure herrührte, womit sie gemengt bliebe; nachdem ich aber auch die Cerebrinsäure allen Reactionen unterworfen habe, wodurch vorhandene Oelsäure hätte entzogen oder zerstört werden müssen, habe ich doch stets Phosphor gefunden.

Die Cerebrinsäure kann sich mit allen Basen verbinden und muß als eine wahre Säure betrachtet werden. Von den gewöhnlichen organischen Säuren unterscheidet sie sich aber durch ihre Unlöslichkeit in Wasser und ihre übrigen physikalischen Eigenschaften. Durch ihre Löslichkeit in Alkohol und kochendem Aether nähert sie sich den fetten Säuren, aber durch ihren hohen Schmelzpunct und durch die Wirkung des Wassers, wodurch sie zu Hydrat wird, entfernt sie sich sehr davon. Durch Erhitzen der Cerebrinsäure mit verdünnten Lösungen von Kali, Natron oder Ammoniak wird sie nicht aufgelöst, aber sie verbindet sich mit diesen Basen. Man kann diese Verbindungen darstellen, wenn man eine alkoholische Lösung von Cerebrinsäure mit diesen Basen in Berührung bringt; es bildet sich unmittelbar ein in Alkohol fast unlöslicher Niederschlag, welcher als eine Verbindung von Cerebrinsäure mit der angewandten Base angesehen werden muß. Kalk, Baryt und Strontian verbinden sich direct mit der Cerebrinsäure, und sie verliert dadurch die Eigenschaft, mit Wasser eine Emulsion zu bilden. Ich habe eine dieser Verbindungen dargestellt, um die Sättigungscapacität der Cerebrinsäure zu bestimmen.

Zur Darstellung des cerebrinsauren Baryts liefs ich zuerst Cerebrinsäure mit Wasser kochen, um das

Hydrat zu erhalten; ich gab dann in die Flüssigkeit einen Ueberschuß von Barytwasser und ließ alles einige Minuten erhitzen, unter Vorsorge, einen Zutritt von Kohlensäure zu vermeiden. Es bildete sich ein weißer flockiger Niederschlag, welcher vorsichtig getrocknet, folgende Zusammensetzung zeigte :

Salz 0,141.

Baryt0,011

Cerebrinsäure..0,130.

Dieses giebt $7,8 \frac{1}{2}$ Baryt.

Da die Cerebrinsäure die Eigenschaft hat, mit allen Basen sich zu verbinden, so muß sie als eine wahre Säure betrachtet werden; doch ist sie eine schwache Säure, und muß zwischen die fetten Säuren und die thierischen Substanzen gestellt werden, welche die Eigenschaft haben, mit den Basen sich zu verbinden, wie Eiweiß und Fibrin.

Oleophosphorsäure.

Wir haben oben gesehen, daß bei Behandlung des Aetherproducts mit Aether die Cerebrinsäure präcipitirt wird; es bleibt dann eine zähe Substanz aufgelöst, welche die Oleophosphorsäure enthält, oft mit Natron verbunden. Man muß daher dieses Salz mit einer Säure zersetzen und die Masse in kochendem Alkohol auflösen, welcher die Oleophosphorsäure aufnimmt und beim Erkalten wieder fallen läßt. Diese Säure enthält immer etwas Olein, welches man durch wasserleeren Alkohol wegnimmt, und Cholesterin, von welchem man sie durch Alkohol und Aether befreit, welcher das Cholesterin leichter löst als die Oleophosphorsäure. Diese Säure aber völlig rein darzustellen, ist mir jetzt nicht gelungen, sie enthält stets Spuren von Cholesterin und Cerebrinsäure, doch habe ich ihre Eigenschaften hinreichend studiren können. Die Zersetzungsweise, die sie unter dem Einflusse chemischer Agentien erleidet, macht sie zu einem der interessantesten Stoffe der thierischen Organisation.

Die Oleophosphorsäure besitzt gewöhnlich eine gelbliche Farbe, wie Olein, ist unlöslich in Wasser. Sie hat eine zähe Consistenz, und blähet sich etwas auf, wenn man sie in kochendes Wasser bringt. In kaltem Alkohol ist sie unlöslich, in heißem aber löst sie sich leicht; in Aether ist sie löslich.

Mit Kali, Natron und Ammoniak bildet sie unmittelbar seifenartige Verbindungen, welche alle Eigenschaften der Masse wieder besitzen, die man ursprünglich durch Behandeln mit Aether aus dem Gehirn erhielt. Mit anderen Basen bildet sie in Wasser unlösliche Verbindungen. Die Oleophosphorsäure brennt erhitzt an der Luft und hinterläßt eine sauer reagirende Kohle, welche Phosphorsäure enthält.

Bei meinen zahlreichen Analysen über die Gehirnmaterie habe ich gefunden, daß die flüssigen fetten Substanzen, welche man vom Gehirn erhält, nicht immer constante Eigenschaften besitzen; oft erschienen sie flüssig wie Olein, oft zähe; in einigen Fällen enthielt diese fette Materie Phosphor, in anderen nicht die geringste Spur.

Diese Schwierigkeiten hielten mich lange Zeit auf, und würden mich verhindert haben, meine Versuche bekannt zu machen, wenn ich nicht glücklich genug gewesen wäre, in einer eigenthümlichen Eigenschaft der Oleophosphorsäure die Erklärung dieses sonderbaren Verhaltens zu finden.

Wenn man die Oleophosphorsäure einige Zeit mit Wasser oder Alkohol kochen läßt, so verliert sie nach und nach ihre zähe Beschaffenheit, und wird zu einem flüssigen Oele, welches reines Olein ist, die Flüssigkeit aber reagirt sehr sauer, was von Phosphorsäure herrührt.

Diese Zersetzung, welche sehr langsam erfolgt, wenn man die Oleophosphorsäure mit reinem Wasser oder mit reinem Alkohol kochen läßt, findet sehr rasch statt, so wie man die Flüssigkeit etwas sauer macht. Sie geht auch bei der gewöhnlichen Temperatur vor

sich, aber sehr langsam. Uebrigens habe ich mich überzeugt, daß die Luft bei dieser Zersetzung nicht mitwirkt.

Es läßt sich durch viele Versuche beweisen, daß die Oleophosphorsäure nicht als ein Gemenge von Olein und Phosphorsäure anzusehen ist; ich will nur eins anführen. Das Olein ist in kaltem absoluten Alkohol löslich, die Oleophosphorsäure ist aber darin ganz unlöslich. Man kann diese Unlöslichkeit vor der Zersetzung der Oleophosphorsäure durch die Auflösungsmittel prüfen; hat man sie aber einige Zeit mit angesäuertem Wasser kochen lassen, so sieht man, wie sie ihre Natur ändert und daß sie, in Olein umgewandelt, von kaltem absoluten Alkohol nun aufgelöst wird.

Man sieht also, daß die Oleinsäure ein wenig beständiger Körper ist, welcher unter schwachen Einflüssen schon in Olein und Phosphorsäure zersetzt wird. Die in Zersetzung begriffenen animalischen Substanzen können eine ähnliche Transformation bewirken; ich habe oft gefunden, daß ein frisches Gehirn Oleophosphorsäure enthielt, während ein sich selbst überlassenes und in Zersetzung begriffenes viel Olein und freie Phosphorsäure giebt.

Die Beweglichkeit der Elemente, welche Couerbe den fetten Körpern des Gehirns zuschrieb, läßt sich jetzt einsehen; sie liegt in der unvollständigen Zersetzung, welche die Oleophosphorsäure unter dem Einflusse der Auflösungsmittel erleidet, welchen die Gehirnmaterie unterworfen wird. Wohl aber ist hier der Ort, auf das ganze Gewicht aufmerksam zu machen, was die Physiologie aus den analytischen Versuchen über das Gehirn ziehen kann.

Die Eigenschaften der Oleophosphorsäure machen es unmöglich, anzunehmen, daß sie bestimmt sei, in der thierischen Organisation eine wichtige Rolle zu spielen; in vielen Fällen muß sie sich in Olein und Phosphorsäure zersetzen, die bekanntlich einen Bestandtheil der Knochen ausmacht. Es würde wohl interessant sein, zu

wissen, ob die Oleophosphorsäure schon im Gehirn eine vom Alter oder Krankheiten abhängige derartige Veränderung erleidet.

Ich habe einige Analysen über die Oleophosphorsäure angestellt, die ich aber nicht anführe, weil ich glaube, daß die Substanz, womit sie ausgeführt wurden, noch nicht rein war. Aus dem Vorstehenden kann man hinreichend die Schwierigkeiten ermessen, welche die Reinigung der Oleophosphorsäure mit sich führt, die stets mit in Alkohol und Aether gleichlöslichen Körpern gemengt ist. Ich halte die Analyse dieser Säure nicht für unmöglich, da aber die Oleophosphorsäure kein beständiger Körper und sie sich in der Organisation oft in Phosphorsäure und Olein zersetzt, so ist begreiflich, daß die Analyse derselben nur interessant wird, wenn sie von physiologischen Forschungen begleitet ist.

Die Oleophosphorsäure wird von rauchender Salpetersäure leicht angegriffen; es bildet sich in Auflösung verbleibende Phosphorsäure und eine auf der Flüssigkeit schwimmende fette Säure.

Die Menge Phosphor, welche die Oleophosphorsäure enthält, ist nach mehreren Analysen 1,9—2 Procent.

Ein Ueberschuß von Alkalien verwandelt die Oleophosphorsäure in Phosphate, Oleate und in Glycerin.

Es ist mir bis jetzt unmöglich gewesen, eine Oleophosphorsäure durch Reaction von Phosphorsäure auf Olein zu bilden. Bekanntlich kann die Schwefelsäure mit dem Olein sich verbinden zu einer Säure, die nicht ohne Analogie ist, mit der Oleophosphorsäure. In Bezug auf den Werth dieser Hypothese bemerke ich nur, daß Chevreul in einem Artikel im *Dict. des Scienc. natur.* die Meinung aufgestellt hat, daß die fette Materie des Gehirns als das Resultat einer Verbindung von Olein und Phosphorsäure angesehen werden könnte. Die von mir angeführten Versuche bestätigen in einer Rücksicht die Voraussicht Chevreul's.

Nach Erforschung der Zersetzungsweise, welche die Oleophosphorsäure durch Auflösungsmittel erleidet, wollte ich auch die Cerebrinsäure denselben Einflüssen unterwerfen; ich hoffte sie auf diese Weise in Phosphorsäure und einen festen fetten Körper umzubilden; in diesem Falle aber würde die Zersetzung complicirter gewesen sein, denn die Cerebrinsäure enthält Stickstoff. Alle meine desfallsigen Versuche waren erfolglos; die Cerebrinsäure wird nur unvollständig zersetzt, und hält immer Phosphor zurück.

Da ich eine Elementaranalyse der Oleophosphorsäure nicht anstellen konnte, so wollte ich wenigstens die Zusammensetzung der Producte, zu welchen sie Veranlassung giebt, erforschen. Ich habe schon von der Phosphorsäure gesprochen, und werde jetzt das Olein des Gehirns näher betrachten.

Olein des Gehirns.

Alle Chemiker, welche mit der Analyse des Gehirns sich beschäftigt haben, haben die Gegenwart einer öligen Materie darin erkannt, solche aber nicht rein erhalten.

Das Gehirn enthält oft Olein im isolirten Zustande, welches ohne Zweifel von Zersetzung der Oleophosphorsäure herrührt. Man kann das Olein des Gehirns in beträchtlicher Menge erhalten, wenn die Oleophosphorsäure durch Alkohol oder saures Wasser zersetzt wird.

Man stellt hierzu Oleophosphorsäure nach dem oben bemerkten Verfahren dar, und läßt sie mit Alkohol oder ungesäuertem Wasser kochen, wodurch sie ihre Syrupconsistenz verliert und in ein flüssiges Oel verwandelt wird. Man wäscht sie mehrmals aus und behandelt sie mit absolutem Alkohol, welcher das Olein auflöst und die Cerebrinsäure und das Cholesterin zurückläßt, welche sich auch bei der Cerebrinsäure befanden. Durch Verdunsten des Alkohols erhält man das Olein, welches folgende Eigenschaften besitzt.

Es ist flüssig, im Anfühlen fettig, gelb, brennt mit

weißer Flamme und ohne kohligen Rückstand zu hinterlassen. Bei der Analyse gab es folgende Resultate:

Substanz .. 0,204.

Wasser..... 0,220.

Kohlensäure..... 0,390.

Hieraus ergibt sich die Zusammensetzung zu

Kohlenstoff..... 79,5.

Wasserstoff..... 11,9.

Sauerstoff 8,6.

100.

Die Vergleichung dieser Resultate mit denen von Chevreul über die Analyse des Menschenfetts zeigen die Identität beider.

Das Olein des Gehirns wird durch Alkalien leicht verseift und in Oleat und Glycerin umgeändert.

Ehe ich das Olein der Analyse unterwarf, habe ich dasselbe mit Alkohol von 34° ausgewaschen, dem etwas Kali zugesetzt war, um Spuren von Oelsäure und Margarinsäure, die das Olein oft zurückhält, zu entfernen. Das Olein, welches ich als rein betrachtete, gab beim Verbrennen keine sauer reagirende Kohle, ein Beweis, daß es keine Oleophosphorsäure mehr enthielt, und liefs sich verseifen zu einer in Wasser völlig löslichen Seife, was die Abwesenheit des Cholesterins beweist.

Cholesterin.

Die Entdeckung des Cholesterins im Gehirn verdanken wir Couerbe. Ich erlaube mir hier ein Verfahren anzugeben, wornach man eine bemerkliche Menge Cholesterin aus dem Gehirn erhalten und auch dessen Menge bestimmen kann, wenn dieses für die Physiologie einst nützlich werden sollte. Man läßt die durch Ausziehen mit Aether erhaltene Materie mit Alkohol, dem ein ziemlicher Theil Kali zugesetzt worden ist, kochen, wodurch cerebrinsaures, ölsaures und phosphorsaures Kali sich bilden und Glycerin und Cholesterin sich abscheiden lassen. Der Alkohol läßt beim Erkalten das cerebrinsaure und phosphorsaure Kali und Chole-

sterin fallen, und durch Behandeln mit Aether nimmt man alles Cholesterin weg, welches man durch Umkrystallisiren völlig reinigt.

Im Gehirn enthaltene fette Säuren.

Das Gehirn enthält bemerkliche Mengen fetter Säuren; dieses läßt sich durch Behandeln des mehrmal erwähnten Aetherauszeuges mit Alkohol von 34° B., dem etwas Ammoniak zugesetzt worden ist, darthun, man erhält dann in der Flüssigkeit ein Ammoniaksalz, welches, zersetzt, Oelsäure und Margarinsäure liefert. Die Menge der im Gehirn enthaltenen fetten Säuren ist aber nicht beträchtlich; indessen doch hinreichend, um die Oelsäure gut zu charakterisiren und die Margarinsäure zu erkennen, welche in glänzenden Schuppen krystallisirt und bei 60° schmilzt.

Es giebt einen Umstand, der einen grossen Einfluß auf die Verhältnisse der fetten Säuren des Gehirns ausübt, und auf einer Art von Reactionen beruht, die für die Physiologie nicht ohne Interesse ist.

Bekanntlich zersetzt sich die Gehirnmaterie sehr rasch und giebt dann alle Zeichen der Fäulniss. Ich habe schon angeführt, daß unter solchen Umständen die Oleophosphorsäure in Phosphorsäure und Olein sich zersetzt; aber diese Zersetzung bleibt hierbei nicht stehen, denn bei der Untersuchung von Gehirn in schon begonnener Fäulniss fand ich stets die Menge der Fettsäure, die ich daraus erhalten konnte, gröfser als die aus frischem Gehirn. Die albuminöse Materie hat bei ihrer Zersetzung mithin die Eigenschaft, Olein mitzunehmen und dasselbe einer wahren Saponification auszusetzen.

Diese Beobachtung stimmt übrigens mit allen von Chevreul über das Leichenfett gemachten überein, die beweisen, daß wenn ein Fett mit einer in Zersetzung begriffenen thierischen Substanz in Berührung ist, dasselbe stets in Fettsäure umgewandelt wird, die sich mit Kalk oder Ammoniak verbinden. Pelouze und Felix

Boudet haben auch gezeigt, daß das Palmöl eine Art Ferment enthält, welches dieses Oel in Fettsäuren und Glycerin verwandeln kann.

Ich erinnere hier an eine interessante Thatsache, die man Boudet verdankt, und die beweist, daß das Gehirn bisweilen bedeutende Mengen von fetten Säuren enthalten kann. Dieser fand in einer im Gehirn eines Fötus gefundenen Concretion bei 60° C. schmelzende Margarinsäure.

Dieses ist die Natur der unmittelbaren Bestandtheile, welche der Aether dem Gehirn entziehen kann; man findet in dem Aetherextracte indessen noch eine gewisse Menge Eiweiß des Gehirns, mittelst der erwähnten fetten Körper aufgenommen. Man kann dieses durch Behandeln des Aetherproducts mit ungesäuertem Alkohol isoliren, welcher das Eiweiß zurückklärt mit allen seinen Charakteren, und welches, wie bekannt, eine merkliche Menge Schwefel enthält.

Nach dieser Untersuchung der einzelnen Bestandtheile des Gehirns wird es mir jetzt leicht über das Verfahren mich auszusprechen, welches ich zur Erforschung der wahren Zusammensetzung der Gehirnmasse einschlug.

Durch Behandeln der Gehirnmasse mit kochendem Alkohol erhält man zuerst ein Gemenge von Cerebrinsäure, Oleophosphorsäure mit Kalk verbunden und Cholesterin; man isolirt diese Säuren durch die oben angegebenen Mittel, und erkennt, daß sie oft mit Kalk verbunden durch Verbrennen mit Salpeter. Der durch eine Säure wieder aufgenommene Rückstand bietet alle Charaktere eines Kalksalzes dar.

Daß die in Aether lösliche Materie fette Säuren enthält, erkennt man durch Behandlung derselben mit leicht alkalisirtem Alkohol, welcher die Oelsäure und Margarinsäure aufnimmt; das Cholesterin isolirt man durch Krystallisiren aus seiner Aetherauflösung; die Cerebrinsäure erhält man durch Wiederaufnehmen des ätherischen Products mit Aether; endlich ergiebt sich,

dafs die Oleophosphorsäure und Cerebrinsäure mit Natron und Kalk verbunden sind, wenn man die Masse mit einer Säure behandelt und die filtrirte Flüssigkeit verdunsten und krystallisiren läfst, wodurch man das Kalk- oder Natronsalz erkennt.

Nach meinen Versuchen über das Gehirn des Menschen glaube ich schliessen zu können, dafs dasselbe enthält

- 1) Cerebrinsäure frei oder an Natron oder phosphorsauren Kalk gebunden;
- 2) Oleophosphorsäure frei und an Natron gebunden;
- 3) Olein und Margarin;
- 4) Spuren von Oelsäure und Margarinsäure;
- 5) Cholesterin;
- 6) Albuminöse Materie;
- 7) Wasser.

Zur vollständigen Behandlung meines Gegenstandes mufs ich mich in die von Couerbe angezeigten Umstände versetzen, um die von ihm angegebenen Producte darzustellen und mit den meinigen zu vergleichen.

Zuerst bereitete ich Cerebrot nach dem von Couerbe angegebenen Verfahren. Ich erhielt einen weissen Körper, stets von Wachsconsistenz, der beim Verbrennen mit Salpeter einen kalkhaltigen Rückstand hinterliess. Das Cerebrot mufs betrachtet werden als ein Gemenge von Cerebrinsäure, mit kleinen Quantitäten von cerebrinsaurem Kalk und Gehirnweiß. Durch Behandeln mit absolutem Alkohol, dem man etwas Schwefelsäure zusetzte, erhält man einen Niederschlag von Eiweiß und schwefelsaurem Kalk. Couerbe bemerkt, dafs das Cerebrot beim Austrocknen in gelinder Wärme zerreiblich werde und dann sich leicht pulvern lasse. Nach diesem Chemiker ist es augenscheinlich, dafs er die Cerebrinsäure nicht rein erhalten hat, die, wie ich schon sagte, weifs und pulverulent ist und in kleinen krystallinischen Körnern erscheint.

Mit dem Namen *Cephalot* bezeichnet Couerbe eine Materie, die, nach ihm braun und zähe, sich wie Kaut-

schuk ausziehen läßt, in Alkohol unlöslich und in Aether wenig löslich ist. Bei der Darstellung dieser Materie nach dem Verfahren von Couerbe hatte ich nie eine Substanz erhalten, die eine solche Elasticität und ein solches Ansehn zeigte; da ich aber das Cephalot als ein Gemenge verschiedener Körper ansehe, so läßt sich leicht ersehen, daß seine physischen Charaktere nicht beständig sein können. Durch Behandeln des Cephalots mit Alkohol, durch Schwefelsäure angesäuert, präcipitirt man daraus schwefelsauren Kalk, schwefelsaures Natron und Eiweiß, und Cerebrinsäure mit Spuren von Oleophosphorsäure wird aufgelöst. Hiernach halte ich das Cephalot für ein Gemenge von cerebrinsaurem Kalk oder Natron mit Spuren von Eiweiß und Oleophosphorsäure. Wenn man übrigens in eine alkoholische Auflösung von Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure einen Tropfen Natron giebt, so erhält man einen Niederschlag, welcher fast alle Charaktere des Cephalots besitzt.

Das *Stearoconot* ist nach Couerbe eine Substanz, die sich den fetten Körpern nähert. Es besitzt eine gelbliche Farbe, ist in Alkohol und Aether unlöslich und nicht schmelzbar. Ich gestehe, daß es mir nicht möglich ist, bei diesem Producte einen Charakter fetter Körper zu finden; denn man nimmt allgemein an, daß ein fetter Körper stetsschmelzbar, und in Alkohol und Aether löslich ist. Nach meinen Versuchen besteht das Stearoconot Couerbe's aus der eiweißartigen Materie des Gehirns mit Spuren von cerebrinsaurem und oleophosphorsaurem Kalk oder Natron. Durch Behandeln des Stearoconots mit gesäuertem Alkohol erhält man eine braune hornartige Materie, die alle Eigenschaften des Eiweißes besitzt und viel Schwefel enthält.

Dem Oele des Gehirns endlich giebt Couerbe den Namen *Eleencephol*. Bei der Prüfung des Verfahrens von Couerbe zur Darstellung dieses Oels findet man bald, daß dieses keine reine Substanz liefern kann. Couerbe nimmt in der That ein Gemenge von Eleen-

cephol und Cholesterin, welches er in Aether löst; er läßt die Flüssigkeit verdunsten, und wenn das Eleencephol und Cholesterin daraus sich abgesetzt haben, bringt er das Gemenge auf ein Filter und scheidet so die feste Materie von dem flüssigen Theile, welcher das Eleencephol ist. Man sieht ein, daß das Eleencephol in diesem Falle Olein, Oleophosphorsäure, Cerebrinsäure und Cholesterin enthalten muß. Ich habe in der That merkliche Mengen aller dieser Stoffe im Eleencephol gefunden, welches ich nach dem Verfahren Couerbe's dargestellt hatte. Ich muß selbst sagen, daß ich durch Güte des Herrn Guerin Eleencephol erhielt, welches Couerbe selbst dargestellt hatte, welches alle Charaktere eines Gemenges der genannten Körper und eine sehr saure Reaction besaß; ich habe das Elain, welches es enthielt, durch Alkohol isolirt, die Oleophosphorsäure und das Cholesterin durch kalten Aether; und es blieb Cerebrinsäure, verbunden mit Spuren von Kalk zurück.

Bekanntlich hat Couerbe das Eleencephol einer Analyse unterworfen und darnach diese Materie mit dem Cephalot isomerisch gefunden; er glaubte, daß diese Isomerie ein wichtiges physiologisches Phänomen, die Erweichung des Gehirns, würde erklären können. Die Thatsachen, welche ich im Vorhergehen auseinander gesetzt habe, machen es unnöthig, wie ich glaube, das von Couerbe angegebene analytische Resultat zu discutiren. Ich führe es hier an, weil es mir Gelegenheit gegeben hat, mit einiger Sorgfalt die Erscheinung der Erweichung des Gehirns zu studiren. Ich habe gefunden, daß in diesem Falle die fette Materie keine andere Veränderung erleidet, als die aus der Zersetzung der Oleophosphorsäure resultirende, wenn diese mit einer in Selbstentmischung begriffenen thierischen Materie in Berührung ist. Ich habe gesehen, daß die Modification, welche die Gehirnmasse erleidet, eine wahre Fäulniß ist, die durch ihre Wirkung auf die albuminöse Materie deren Consistenz zerstört und sie tief verändert.

Meine Versuche haben bisher, wie man sieht, die

Gehirnmaterie in ihrer Gesamtheit zum Gegenstande gehabt; ich mußte auf diese Weise verfahren, denn die Complication der Producte, welche das Gehirn constituiren, nöthigte mich, mit einer beträchtlichen Masse zu operiren, um positive Resultate erhalten zu können.

Ich wollte aber auch die verschiedenen Theile des Gehirns für sich untersuchen, um deren Zusammensetzung zu erkennen.

Bei der Untersuchung der weissen und grauen Substanz des Gehirns habe ich stets gefunden, daß die fetten Materien fast gänzlich in der weissen Substanz sich befanden, und die graue nur Spuren derselben enthielt.

Wenn man aus der weissen Substanz die fetten Materien abgeschieden hat, so bekommt man einen Rückstand, welcher in chemischer Rücksicht die größte Analogie mit der grauen Substanz darbietet.

Es würde, wie ich glaube, von großem Interesse für die Physiologie und Anatomie sein, den von den fetten Materien befreiten weissen Theil des Gehirns einer mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen. Vielleicht würde man dann finden, daß die weissen und grauen Materien des Gehirns dieselbe Organisation haben, und daß sie nur durch die fetten Körper sich unterscheiden, die durch ihre Verbreitung in der weissen Substanz die weissen Zonen bilden, welche einige Theile des Gehirns charakterisiren. Ein solches Resultat würde mit allen meinen chemischen Beobachtungen übereinstimmend sein.

Auch das Gehirn einiger Thiere habe ich untersucht, namentlich des Hundes, des Schafs und des Ochsens. Aus meinen Versuchen ergibt sich, daß man im Gehirn der Thiere dieselben Substanzen findet, wie im Gehirn des Menschen; aber die Proportionen sind verschieden; so habe ich in derselben Menge fatter Materie, durch Aether ausgezogen, weit mehr Cholesterin im Gehirn des Menschen gefunden als in dem des Hundes.

Die zahlreichen Analysen, welche ich mit Gehirnmassen aus verschiedenen Altern angestellt habe, lieferten bis jetzt kein positives Resultat.

Ich habe versucht, die Gegenwart der Gehirnsubstanzen in einigen andern Theilen der thierischen Organisation aufzufinden. Ich bemerke hier, daß *Chevreul* im Blute fette Substanzen gefunden hat, welche man im Gehirn findet; auch hat *Felix Boudet* die Gegenwart des Cholesterins im Blute nachgewiesen. Da die Leber bei gewissen Krankheiten bedeutende Mengen Cholesterin absondert, so hielt ich es für wichtig, in diesem Organe auch die Gegenwart von Oleophosphorsäure und Cerebrinsäure aufzusuchen. Bei Behandlung der Leber mit Aether und Alkohol habe ich in der That daraus gewisse Mengen der Gehirnfette erhalten. Dieses Resultat scheint mir interessant; es genügt vielleicht, die Physiologen zu veranlassen, eine Beziehung zwischen dem Gehirn und der Leber zu finden.

Im Rückenmark habe ich, wie sich das erwarten liefs, eine ziemliche Menge der Gehirnmaterie gefunden. Dieses Resultat hatte schon *Vauquelin* angegeben. Auch in den Nerven habe ich bemerkliche Mengen Hirnsubstanz angetroffen. Es würde gewifs interessant sein, alle Theile des Nervensystems der Analyse zu unterwerfen, um zu bestimmen, ob die chemische Untersuchung die Nerven erkennen kann, welche unter Einfluß des Gehirns stehen.

Es ist mir nicht möglich, alle physiologischen Anwendungen hier anzugeben, die aus der Analyse des Gehirns resultiren. Indem ich aber Herrn *Magendie* meinen Dank abstatte für die von ihm erhaltenen, meiner Arbeit nützlichen Materiale, bemerke ich, daß er mir versprochen hat, die physiologischen Fragen zu untersuchen, welche sich auf den Gegenstand dieser Abhandlung beziehen.

Um endlich die hier aufgeführten Thatsachen zusammen zu fassen, und auf gewisse kürzlich ausgesprochenen Behauptungen *Couerbe's* zu antworten,

begnüge ich mich zu bemerken, daß es schon lange Zeit her ist, daß ich angezeigt habe, die Zusammensetzung des Gehirns sei viel einfacher als Couerbe angenommen habe, und daß die darin befindlichen fetten Substanzen charakterisirt würden durch die Gegenwart des Cholestrins und zweier eigenthümlicher fatter Säuren; und das ist es auch, was ich versucht habe in dieser Abhandlung zu beweisen *).

Mittheilungen über verschiedene organische Substanzen;

vom

Apotheker *Eduard Simon* in Berlin.

Vom flüssigen Storax (Styrol).

In der Generalversammlung des Apothekervereins in Norddeutschland in Braunschweig wurden nachstehende Mittheilungen unter Vorzeigung der betreffenden Präparate gemacht.

Das durch Destillation mit Wasser gewonnene leichte ätherische Oel, das *Storax*, verharzt in kurzer Zeit zu einer Caoutchouc ähnlichen Masse und verliert dadurch seine Löslichkeit in Alkohol. Diese Zersetzung findet schon im *Storax* selbst statt, daher die Menge des zu erhaltenden Oeles sich nach dem Alter dieser Drogue richtet. Dies ätherische Oel giebt bei der Destillation mit Salpetersäure ein schön krystallisirendes, nach Zimmt- und Bittermandelöl riechendes Product von einer Schärfe des Senföls, das *Nitrostyrol*; es ist dem Mitscherlich'schen *Nitrobenzin* ähnlich.

In dem in dem Destillationsgefäße zurückbleibenden Wasser bleibt das saure zimmtsäure *Styracin* gelöst, welches durch Abdampfen, Reinigen mit Thierkohle in sehr schönen Krystallen erhalten wird, löst man es in Wasser, so präcipitiren Säuren die Zimmtsäure, Alkalien dagegen das *Styracin* daraus, und ist diese Verbindung

*) Annales de Chimie et de Physique. 3. Ser. II, 463.