This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

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

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

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

Nutzungsrichtlinien

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

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

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

THE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

GIFT OF
Mrs. Susanna Bernfeld

LIBRARY

Der

Kreislauf des Lebens.

Phyſiologiſche Antworten

auf

Liebig's Chemiſche Briefe,

von

Jac. Moleſchott.

Zweite Auflage.

Mainz,

Verlag von Victor v. Zabern.

1855.

Bibl. Lib.
Add to Lib.
Reg. E. Olsen
GIFT
Bernfeld

Druck von Th. v. Zabern in Mainz.

QH306
M6
1855
BIOLOGY
LIBRARY

Vorwort.

Nachstehende Blätter übergeben dem deutschen Volke einen Versuch, der sich zu meiner Physiologie des Stoffwechsels für Naturforscher, Landwirthe und Aerzte nicht unähnlich verhält, wie die Lehre der Nahrungsmittel für das Volk zur Physiologie der Nahrungsmittel, welche den Fachmännern einen Leitfaden zu einer vernünftigen Diätetik in die Hand zu legen strebte.

Was indeß diese Briefe von der Lehre der Nahrungsmittel wesentlich unterscheidet, ist die freiere Form, durch die es mir gestattet war, eine Gedankenreihe, unbekümmert um die Vollständigkeit eines Lehrbegriffs, tiefer und, wenn ich nicht irre, anregender zu entwickeln, als es die straffere Gliederung des Ganzen und die unmittelbare Beziehung auf tief einschneidende Lebensfragen in der Lehre der Nahrungsmittel erlaubten.

In allen Fragen, die nicht aus dem täglichen Lebensbedürfniß entspringen, ist Anregung des Volks durch die allgemeine Gedankenentwicklung, die uns zu Menschen

M845499

macht, ein viel näheres und vielleicht wichtigeres Ziel, als erschöpfende Belehrung. Es war mein Streben, zu zeigen, wie solche Gedankenentwicklungen nur dann Leben haben, wenn sie durch das Bild der Thatsachen eine feste, verkörperte Gestalt annehmen. Möchte es mir gelungen sein, es in anregender Weise zu thun. Denn, daß ich es ehrlich ausspreche, ich wollte auch hier mein Scherflein beitragen, um inhaltslose Satzungen einer willkürlichen Ueberlieferung durch chemische Wagen, durch Luftpumpen und Vergrößerungsgläser vom Lehrstuhl zu verdrängen. Unsere Zustände werden sich nicht eher frei entfalten, bis wir schöpfen aus dem Born der Wirklichkeit, und dann sind wir gleich weit von den Geheimnissen der Kirche, wie von den Träumen derer, die sich Idealisten nennen und doch zu wenig vertraut sind mit dem Ursprung der Idee, um sie in dem offenen Wunder der in Stoff und Formen lebenden Natur zu schauen.

Heidelberg, 3. April 1852.

Jac. Moleschott.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

An Justus Liebig. 1

Erster Brief.

Offenbarung und Naturgesetz. 11

Zweiter Brief.

Erkenntnißquellen des Menschen. 20

Dritter Brief.

Unsterblichkeit des Stoffs. 36

Vierter Brief.

Das Wachsthum von Pflanzen und Thieren. 45

Fünfter Brief.

Die Erde als Werkzeug der Schöpfung von Pflanzen und Thieren. 55

Sechster Brief.

Kreislauf des Stoffs. 68

Siebenter Brief.

Die Pflanze und der Boden. 87

Achter Brief.

Pflanzen und Thiere. 99

Neunter Brief.

Ernährung und Athmung. 116

Zehnter Brief.

Seite

Entwicklung der Nahrung im Thierkörper. 131

Elfter Brief.

Asche der Thiere und Menschen. 147

Zwölfter Brief.

Rückbildung im Thier. 174

Dreizehnter Brief.

Rückbildung in der Pflanze. 199

Vierzehnter Brief.

Die Wärme von Pflanzen und Thieren. 224

Fünfzehnter Brief.

Die allmälige Entwicklung des Stoffs. 261

Sechszehnter Brief.

Der Stoff regiert den Menschen. 286

Siebenzehnter Brief.

Kraft und Stoff. 322

Achtzehnter Brief.

Der Gedanke. 375

Neunzehnter Brief.

Der Wille. 420

Zwanzigster Brief.

Für's Leben. 452

Anmerkungen 481

An

Justus Liebig.

Es giebt ein Verhältniß von Schriftſtellern zur Wiſſenſchaft, das die Perſönlichkeit weit über die Perſönlichkeit hinaushebt. Ich meine nicht das ſichere Gefühl perſönlicher Unverletzlichkeit, das Jeden panzert, der in der Wiſſenſchaft nur die Wahrheit ſucht, nur die Luſt der ſinnlichen Beobachtung und die Freude des Denkens. Ich denke nicht an die freie Ruhe der Schriftſteller, die nur ſchreiben, weil ſie der Drang der Erkenntniß zwingt, ihren Gedanken Geſtalt zu geben, und von deren Gegnern Göthe an Schiller ſchrieb: „es iſt luſtig zu ſehen, „was dieſe Menſchenart eigentlich geärgert hat, was ſie „glauben, daß Einen ärgert, wie ſchaal, leer und gemein „ſie eine fremde Exiſtenz anſehen, wie ſie ihre Pfeile „nur gegen das Außenwerk der Erſcheinung richten, wie „wenig ſie auch nur ahnen, in welcher unzugänglichen

„Burg der Menſch wohnt, dem es nur immer Ernſt
„um ſich und um die Sachen iſt."

Mir ſchwebt vielmehr die litterariſche Bedeutung im Sinn, vermöge welcher die Anſchauungen eines einzelnen Mannes in der gegebenen Zeit einen Theil der Wiſſenſchaft ausmachen. So ſteht es mit vielen Anſichten, die Sie in Ihren chemiſchen Briefen ausgeſprochen haben, und die, mit Ihrem Namen an der Spitze, ein Banner bilden, um das ſich Viele der beſten Träger der Wiſſenſchaft mit Ueberzeugung ſchaaren. Wer es weiß, daß die Wiſſenſchaft in keiner anderen Form Wirklichkeit hat, als in dem Wiſſen der Menſchen eines beſtimmten Zeitalters, der wird mir es gerne vergönnen, daß ich Ihre mit Anſichten beſchriebene Fahne für eine der wichtigſten Rollen der Wiſſenſchaft erkläre.

Auch mich hat dieſe Fahne begeiſtert, aber, ich geſtehe es frei, oft nicht um ihr zu folgen. Ich habe in meinen Antworten auf Ihre Briefe meinen Anſichten, die häufig den Ihrigen ſchroff entgegenſtehen, einen Ausdruck verliehen, und ich klage mich deshalb nicht der Unbeſcheidenheit an. Sie ſind kein Phyſiologe und ich kein Chemiker. Aber ich habe denſelben Stoff, den Sie ſo anregend zu ordnen wußten, mit gleicher Liebe aufgefaßt und mit der Kraft des Gedankens gehegt. Mein Verhältniß zum Stoff iſt ein anderes, und daraus erwuchſen andere Anſichten. Auf eine vorurtheilsfreie Prüfung muß auch meine Darſtellung ein Anrecht haben, weil die Wiſſenſchaft als ſolche ſtets frei ſein wird von den Staatsformen, welche gewiſſen Menſchenklaſſen den freien, unbefangenen Verkehr mit anderen verſagen.

Wenn deshalb der Kampf oft mein Mittel sein sollte, der Kampf war nicht mein Ziel. Und weil ich diese Blätter für das Volk schrieb, würde ich Ihren und andere Namen gern umgangen haben, wenn ich nicht in Ihren Briefen ein Stück Wissenschaft ehrte, das wir Alle gebrauchen möchten, aber ohne Prüfung nicht gebrauchen können.

Ihre Anschauung ist Ihr Besitzthum und aus einer mächtigen Entwicklung hervorgewachsen. Für Ihren eigenen Genuß dieses Besitzthums sind Sie unverantwortlich. Sie wissen, weshalb Sie Ihren Folgerungen den Vorzug ertheilen. Ich bin deshalb weit entfernt, Sie durch meine Antworten belehren zu wollen. Sie kennen auch den Stoff, den ich hier zu ordnen und für das Volk in weiten Kreisen, nicht bloß für die Aristo-

kratie der Bildung, genießbar zu machen ſuchte. Ich will für mich nur das Recht, aus dieſem Stoff auch meine Folgerungen zu ziehen; ich vermeſſe mich nicht zu hoffen, daß meine Darſtellung Sie überzeugen könnte. Und darum ſind dieſe Antworten nicht unmittelbar an Sie gerichtet.

Nichtsdeſtoweniger mochte ich für jetzt keinen andern Titel wählen, um ein ehrliches Zeugniß abzulegen von der Anregung, die auch ich aus Ihren Briefen geſchöpft. Zugleich aber wünſchte ich mein Wort an die Leſer zu bringen, die, ebenſo wie ich, Ihre Anſichten für ein Bruchſtück der Wiſſenſchaft halten, ohne deutlich einzuſehen, daß die Wiſſenſchaft nur immer im Werden begriffen iſt. Möchten mir außerdem recht viele Leſer zu Theil werden, die zu den ausgeſprochenſten Gegnern

meiner Anſchauung gehören, Gegner, ſchroffe und bittere, die ſich durch meine Antworten auf die Briefe zurückführen laſſen, welche mein Buch in's Leben riefen. Mögen ſie es verſuchen, aus Ihren Briefen das Rüſtzeug zu ſammeln, mit dem ſich mein Gebäude zertrümmern läßt. Mögen ſie aber, und das iſt der feurigſte Wunſch, den ich an alle meine Leſer richte, bei Ihnen, wie bei mir, nicht nach Anſichten ſuchen, ſondern nach Beweiſen. Anſichten findet man in allen Formen überall. Und wer mich nach den Anſichten beurtheilen will, dem kann ich unter hundert Fällen wohl neunundneunzigmal die Mühe ſparen: er wird mich verdammen. Ich bin darauf gefaßt. Wer ſich aber die Mühe giebt, in meinem Buche Beweiſe zu ſuchen und zu prüfen, wie ſich jetzt das thatſächliche Wiſſen verhält zu den Gedanken,

welche die Welt in der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts und ſonſt noch öfter in Bewegung ſetzten, der wird ſich unter zehn Fällen vielleicht neunmal verſöhnen laſſen.

Jac. Moleſchott.

Erſter Brief.

Offenbarung und Naturgeſetz.

In dem Staate, der Kunſt und der Natur kommen die Kämpfe, die das Mark unſeres Lebens durchwühlen, deshalb langſam zur Entſcheidung, weil ſich an dem Widerſtreit der Elemente nicht nur Gegenſätze, ſondern auch Vermittlungen und Halbheiten betheiligen. Weil ſolche Halbheiten zur Entwicklung gehören, ſind ſie offenbar nothwendig und berechtigt; ſie ſind geeignet, die Aufmerkſamkeit des Forſchers und Darſtellers der Geſchichte in hohem Grade in Anſpruch zu nehmen.

Auf dem Gebiete des Staats ſind jene Vermittlungen, die der Geſchichtſchreiber als Entwicklungsſtufen nicht überſehen darf, gleich verhaßt für die beiden Machthaber der Menſchheit. Die Regierungen des heutigen Tages ſtehen und fallen mit der Gnade Gottes. Das Volk kämpft für ſeine menſchliche Einſicht. Volk und Regierung glauben beide nicht mehr an eine Verſöhnung der Gnade mit der Einſicht, ſie glauben beide im Jahre

1852 weder an die Klugheit, noch an die Würde einer gewesenen Partei, welche die Gegensätze göttlicher Erleuchtung und menschlicher Freiheit zu einigen versprach.

So weit sind die Würdenträger der Kunst und der Wissenschaft noch nicht. Hier herrscht noch in weiten und — daß wir es ja nicht übersehen — in fruchtbaren Gauen ein hoffendes oder ängstliches Verlangen, die Beobachtung der Sinne mit der unsinnlichen Eingebung zu verketten. Wir leben in einer Zeit, in der Könige und Priester mit Bürgern kämpfen um die Baustoffe, welche die Kunst und die Wissenschaft zur neuen Weltordnung zusammentragen. Zwischen den kämpfenden Parteien stehen diejenigen, die es mit beiden nicht verderben möchten.

Und dennoch sind sich die Offenbarung und die Erkenntniß mit freigegebenen, aber immerhin gegebenen Sinnen in dem Bereich der Wissenschaft eben so schroff entgegengesetzt, wie im Leben des Staats. Wir müssen zwischen links und rechts dort so überzeugt wählen wie hier, wenn wir uns das Vertrauen sichern wollen, das überall nur einer unbedingten Folgerichtigkeit in Anschauungen und Grundsätzen gezollt wird.

Der Standpunkt der Offenbarung beginnt mit der Gnade Gottes.

„Wir aber", sagt Luther, „beginnen von Gottes „Gnaden seine Wunder und Werke auch in dem Blüm-

„lein zu erkennen, wenn wir bedenken, wie allmächtig „und gütig Gott sei.“

Auf diesem Standpunkt ist die Welt uns die Offenbarung der Größe und Weisheit ihres Urhebers. Die Welt ist „die Geschichte der Allmacht, der unergründ„lichen Weisheit eines unendlich höheren Wesens.“

Diese Welt ist eine Bildungsanstalt des Menschen. Ihre Geschichte vervollkommnet den menschlichen Geist; sie erhebt die „unsterbliche Seele zum Bewußtsein der „Würde und des Ranges, den sie im Weltall einnimmt.“ [1])

Es ist ein ganz entsprechender Ausdruck dieser Anschauung, daß „die Weisheit des Schöpfers“ die organischen Bestandtheile der Pflanzen, Zucker und Eiweiß, „zum „Nutzen des Menschen bestimmt“ [2]). Wir lernen, „daß „eine unendliche Weisheit die Einrichtung getroffen hat, „daß die Speisen höchst ungleich in ihrem Kohlenstoff„gehalt sind“ [3]). Wir brauchen nach einem obersten Grunde der Weltordnung nicht emsig zu suchen; sie ist durch „providentielle Ursachen“ bedingt. [4])

Aus dieser Anschauung schöpfen Tausende von Gemüthern die Inbrunst des Gebets. Der Weg der Offenbarung führt zum Beten, nicht zum Forschen, denn die Weisheit der Vorsehung ist „unergründlich.“

So weit liegt die strengste Folgerichtigkeit in einem Kreise von Vorstellungen, die viel weniger christlich als heidnisch sind. Die Heiden richteten ihre Gebete nicht an

„rohe Naturgewalten", wie Liebig meint[5]); sie beteten zu „providentiellen" Ursachen. Jede unerforschte Naturkraft war ein Gott oder ein Dämon, der sich durch Opfer und Gebet gewinnen oder sühnen ließ.

Obgleich die obigen Vorstellungen aus Liebig's chemischen Briefen entlehnt sind, bezeichnen sie doch keineswegs den Standpunkt, welchen Deutschlands größter Chemiker einnimmt. Denn Liebig hat es deutlich ausgesprochen: durch die Offenbarung allein gewinnt der Mensch keine Vorstellung von der Allmacht.

„Die Kenntniß der Natur ist der Weg; sie liefert „uns die Mittel zur geistigen Vervollkommnung"[6]). „Ohne die Kenntniß der Naturgesetze und der „Naturerscheinungen scheitert der menschliche Geist in „dem Versuche, sich eine Vorstellung über die Größe „und unergründliche Weisheit des Schöpfers zu schaffen; „denn alles was die reichste Phantasie, die höchste „Geistesbildung an Bildern nur zu ersinnen vermag, „erscheint gegen die Wirklichkeit gehalten, wie eine „bunte, schillernde, inhaltslose Seifenblase."[7])

Wenn Du nun glaubst, mit diesen Worten sei jeder Zweifel gelöst und Liebig hätte so bestimmt wie möglich der Erkenntniß den Vorzug eingeräumt vor Wunderglauben und Offenbarung, dann lies mit mir noch folgende Stelle: „Die einfache Erkenntniß der „Natur, sie drängt uns mit unwiderstehlicher Kraft die

„Ueberzeugung auf, daß dieſes etwas (der menſchliche „Geiſt) nicht die Grenze iſt, über welche hinaus nichts „ihm Aehnliches und Vollkommneres mehr beſteht; un„ſerer Wahrnehmung ſind ſeine niedrigeren und nie„drigſten Abſtufungen allein zugänglich, und wie eine „jede andere Wahrheit in der Naturforſchung, begrün„det ſie das Beſtehen eines höheren, eines unendlich „höchſten Weſens, für deſſen Anſchauung und „Erkenntniß die Sinne nicht mehr zureichen, „das wir nur durch die Vervollkommnung der Werk„zeuge unſeres Geiſtes in ſeiner Größe und Erhabenheit „erfaſſen.“ [8])

Alſo die „Kenntniß der Naturgeſetze“ befähigt den Menſchen zur Vorſtellung von einem Weſen, „für deſſen „Anſchauung und Erkenntniß die Sinne nicht mehr zu„reichen.“

Das heißt aber: ſinnliches Forſchen befähigt den Menſchen zu unſinnlicher Wahrnehmung, oder Erkenntniß der Natur vervollkommnet die Werkzeuge, mit denen die geoffenbarte Wahrheit aufgefaßt wird.

Ich kann nur den Widerſpruch bezeichnen, die Vermählung der Erkenntniß mit der Offenbarung vermag ich nicht auszudrücken. Deshalb mußt Du noch mehr bei Liebig leſen. „Darin liegt eben der hohe Werth „und die Erhabenheit der Naturerkenntniß, daß ſie das „wahre Chriſtenthum vermittelt. Darin liegt das Gött-

„liche des Urſprungs der chriſtlichen Lehre, daß wir „den Beſitz ihrer Wahrheiten, die richtige Vorſtellung „eines über alle Welten erhabenen Weſens nicht dem „menſchlichen Wege der empiriſchen Forſchung, ſondern „einer höheren Erleuchtung verdanken.“ [9])

Gewiß war nie eine Stelle beſſer und aufrichtiger gemeint, und zugleich nie ein Wort eindringlicher dazu geeignet, von rechts und links verketzert zu werden. Du wirſt es mit mir dahingeſtellt ſein laſſen, wie übel es um die Apoſtel ſtehen würde, wenn wirklich Naturerkenntniß das wahre Chriſtenthum vermitteln ſollte. Chriſtus hat Waſſer in Wein verwandelt und Todte lebendig gemacht.

Hier liegt uns jede Verketzerung fern. Aber über die Halbheit, zu der ein Drang der Vermittlung einen Naturforſcher wie Liebig geführt hat, ſoll Niemand ſtillſchweigend hinweggehen, deſſen ſinnlicher Verſtand ſich tief verletzt fühlt von dem unentwirrbaren Widerſpruch, in den ſich ein hervorragender Menſch verwickelt hat.

Wenn wir uns ohne Kenntniß der Naturgeſetze den Schöpfer nicht vorſtellen können, wozu dient uns denn die Offenbarung? Und wenn wir die beſten Wahrheiten nur einer höheren Erleuchtung verdanken können, einer Erleuchtung, deren unſere Sinne nicht fähig ſein ſollen, wozu denn die Erforſchung von Naturgeſetzen und Naturerſcheinungen? Entweder hat Chriſtus mit

wenigen Broden und noch wenigeren Fiſchen Tauſende von Hungrigen geſättigt, und dann ſteht die geoffenbarte Wahrheit über der natürlichen. Oder aber wir können uns ohne die Kenntniß von Naturgeſetzen die höchſte Vorſtellung nicht machen, und dann waren jene Tauſende nicht hungrig. Die eine Annahme ſchließt unwiderruflich die andere aus.

Die Halbheit der Vermittlung führt den Unaufrichtigen zur Lüge, den Aufrichtigen zur vollendeten Unklarheit.

Oder iſt es nicht unklar, wenn Liebig dem Schöpfer gegenüber von Naturgeſetzen ſpricht? Das Naturgeſetz iſt der ſtrengſte Ausdruck der Nothwendigkeit, aber die Nothwendigkeit widerſtreitet der Schöpfung. Dann kann man auch den Schöpfer nicht aus dem Naturgeſetz verſtehen. Wer es aufrichtig zu thun glaubt, den hält eine große Anzahl von Menſchen mit Recht für unklar.

Darum iſt es nicht zu verwundern, wenn Liebig der Entwicklung des Menſchengeſchlechts kein Geſetz des Fortſchritts, ſondern nur die Abhängigkeit von Willkür und Gnade zugeſteht. Sonſt würde er zugeben, daß die höchſte Geiſtesbildung des Menſchen nichts Naturwidriges erſinnen kann, und daß ein reines Kunſtwerk keiner inhaltsloſen Seifenblaſe gleichzuſetzen ſei. Nach Liebig iſt „Sir Robert Peel nur das Werkzeug „geweſen, deſſen ſich die Vorſehung“ bediente, um die Kornzölle in England aufzuheben. [10])

Forſchung und Glaube, beide Thätigkeiten des Menſchen ſuchen die Abhängigkeit des Einzelweſens, der Gattung, des Weltenlaufs zu erklären.

Der Standpunkt der Offenbarung unterſcheidet ſich von dem der Erkenntniß nur dadurch, daß jene eine Wirkung mit einer Urſache in Verbindung bringt, die durch tauſend und mehr andere unbekannte Zwiſchenglieder vermittelt wird. Je nach der Bildungsſtufe wird die entfernte Urſache anders getauft, anders von Griechen und Römern als von Chriſten, anders von der Bibel als vom Naturforſcher. Aber alle ſind von dem gleichen religiöſen Bedürfniß getrieben, von dem gleichen Abhängigkeitsgefühl, aus dem Schleiermacher und Feuerbach die Religion erklären. Nur der Forſcher begnügt ſich nicht mit der Offenbarung einer entfernten Urſache, von der er ſich keine Vorſtellung machen kann. Er ſucht für jede Erſcheinung die nächſte Quelle, für jede Quelle einen Grund, weiter und weiter rückwärts, ſo lange die ſinnliche Wahrnehmung reicht. Die Folgerichtigkeit von Urſache und Wirkung iſt ſein Geſetz, ein Geſetz, das er ſich nicht vorſchreiben läßt durch Offenbarung, ſondern finden will durch Erkenntniß.

Forſchung ſchließt alſo Offenbarung aus. Jede Vermittlung ſcheitert an den Widerſprüchen, durch welche wir oben Liebig ſeine Klarheit einbüßen ſahen.

Es hieße Eulen nach Athen tragen, wenn man in

dem Lande, in welchem Ludwig Feuerbach seine unsterbliche Kritik vom Wesen des Christenthums geschrieben hat, die Beispiele häufen wollte, um den unlöslichen Widerspruch zu erörtern, in welchem die Allmacht eines Weltenschöpfers mit Naturgesetzen steht. Und man kann nur entweder die erhabene Selbstverläugnung oder die seltsame Unklarheit von Naturforschern bewundern, die nicht müde werden, dort nach Maaß und Regel zu forschen, wo Eine Willensthat ihrer vorausgesetzten Allmacht den wankenden Gang der Erscheinungen plötzlich entfesseln kann von der nothwendigen Bedingtheit der Wirkungen durch Ursachen.

Zweiter Brief.

Erkenntnißquellen des Menschen.

So lange die Naturkunde bei den Griechen nicht weiter gediehen war als zur Beobachtung dreier Zustände des Stoffs, die wir als fest, flüssig und luftförmig bezeichnen, lehrten griechische Weisen das Bestehen von vier Elementen. Zu Erde, Luft und Wasser fügten sie das Feuer hinzu, welches die Macht hat, Eis in Wasser und Wasser in Dampf zu verwandeln.

Nachdem in der Scheidekunst der neueren Zeit der Begriff des Elements einen Körper bezeichnete, den unsere künstlichen Mittel nicht weiter in Stoffe von verschiedenen Eigenschaften zerlegen können, wuchs die Zahl der Elemente oder Grundstoffe. Vor wenigen Jahren lehrte man fünfzig, jetzt sechzig und mehr.

Aehnlich erging es der Zahl der Planeten, ähnlich geht es täglich der Zahl von Pflanzen und Thieren. Mit der Vermehrung beobachtender Menschen wächst die Zahl der Körper, der Grundstoffe, der Sterne, der Pflanzen und Thiere, die in das Bereich menschlicher Sinne fallen.

Es ist seltsam, aber wahr, daß es wissenschaftlich gebildete Männer giebt, die es der Philosophie zum Vorwurf machen, daß sie den Mittelpunkt des jeweiligen Kreises bekannter Thatsachen zum Standort wählte, um das Licht allgemeiner Gedanken zu entzünden, daß ihr Licht nicht weiter reichte als der Strahl jenes Kreises.

Seltsam ist der Vorwurf besonders deshalb, weil er von einer Schule ausgeht, die sich mit Vorliebe die geschichtliche nennt. Als wenn es nicht so natürlich wäre, wie es nothwendig ist, daß die Philosophie allemal nichts weiter darstellt, als den geistigen Ausdruck der jedesmaligen Summe von Beobachtungen, die der sinnliche Mensch errungen hat. Natürlich aber und nothwendig ist dies, weil die Geschichte eines jeden Jahrhunderts es eindringlich lehrt.

Und warum wird jene Rüge so häufig gegen die Philosophie ausgesprochen? Aus keinem anderen Grunde, als weil es noch immer Gelehrte giebt, die Philosophie und Wissenschaft trennen.

Jedermann weiß, wie bald die Menschheit jenem klassisch goldnen Zeitalter entwuchs, in dem das tiefste Denken mit dem reichsten Wissen unzertrennlich verknüpft war. Denn Philosophiren heißt Denken und Wissen heißt Thatsachen kennen auf den Gebieten der Natur, der Kunst und des Staats. Es ist nur einmal da gewesen, das Beispiel des Aristoteles, der dem Naturforscher

ein Syſtem, der Kunſt Geſetze, dem Staate Weisheit gab. Ariſtoteles vermochte es, weil er zugleich Thiere, Kunſtwerke und Menſchen aus eigener Anſchauung kannte und ſeine Anſchauung zu Gedanken verarbeitet hat.

Nachher war die Philoſophie ſo lange die Magd der Wahrnehmungen von Prieſtern und Zauberlehrlingen, daß wir uns nicht wundern dürfen, wenn man auch umgekehrt die Erfahrung in ein dienendes Verhältniß zur Philoſophie hat zwängen wollen.

Eben dieſes Zerfallen zweier Richtungen, die nur durch ihre Vereinigung das Bedürfniß gereifter Menſchen befriedigen, erklärt die ſonſt ſo widerſinnige Klage, daß die Philoſophie nicht über ihren Schatten ſpringen könne.

Als man beſonders im Mittelalter die friſche Sinnlichkeit verließ, um des vereinzelten Verſtandes Irrwahn zu erſchöpfen, da verkrüppelten die Sinne und das Denken. Der Vernunft gebot die Strenge des kirchlichen Anſehens oder die Willkür des ſchulmeiſterlichen Spiels, und es verkündigte ſchon ein Geſunden der erkrankten Sinne, als man ſtolz der nüchternen Ueberlieferung der Alten den Rücken kehrte, um ſich mit der Wärme neu keimender Fruchtbarkeit geheimen Verwandtſchaften zwiſchen der offenbarenden Natur und dem Gefühlsleben der Menſchen hinzugeben.

„Die Augen, die an der Erfahrenheit Luſt haben, „die ſeien die rechten Profeſſoren“, ſagte Paracelſus,

und er sprach das Losungswort der Zeit, die, den großen Brüsseler Zergliederer Vesal als ihren Luther preisend, des Menschen Herz und Nieren prüft.

Aber der Weg der Erfahrenheit ist lang, und wir wissen nicht, wie weit er schon zurückgelegt ist. Wir dürfen uns nicht allzusehr verwundern, daß seine Wanderer oft sich sträuben gegen den unerfahrenen Idealisten, der ihm die Leuchte der Thatsachen beschattet.

Nur ist es ebenso natürlich, daß sich die Philosophie auf eine Zeitlang aus dem Strom der ungeläuterten Erfahrung zu retten suchte, um mit einem gegebenen Schatz von Wahrnehmungen den Versuch zu wagen, die Gesetze des Denkens für sich zu bestimmen.

So entstanden Alchemie und Astrologie und eine Arzneikunst, die in Jahrtausenden wohl allerlei Zeichen und Heilmittel, aber kaum ein einziges Gesetz zu Tage gefördert hat. So entstand die Logik als ein Formular von Schulweisheit, das Deutschlands strebsamste Köpfe als einen dornigen Umweg zu ihrer Entwicklung erkennen.

Wohl uns, wenn der Streit mit diesem Ausspruch gelöst wäre, wenn ich einfach sagen dürfte, daß das Verständniß der Entzweiung allgemein und deshalb die Versöhnung gesichert sei.

Zahlreiche Forscher einer Neuzeit, zu welcher Vesal und Luther nur die Schwelle bauten, und die sich seit

dem Ende des vorigen Jahrhunderts mit langen Ruhezeiten im Kampfe übt, sehr gewichtige Forscher dieser Neuzeit trennen die Philosophie von der Erfahrung, weil sie an angeborene Anschauungen glauben.

Seit Kant hat man sich darin gefallen, die Mathematik als eine reine Wissenschaft zu betrachten. Die Mathematik wäre von vorn herein eine Bethätigung des menschlichen Denkens, unabhängig von der Erfahrung.

Lehrt man es doch den Kindern, daß sie den höchsten Gipfel des von den Sinnen befreiten Denkens ersteigen können, wenn sie von einigen Vordersätzen ausgehen wollen, die als Eigenschaften ihres Verstandes mit auf die Welt gebracht würden und nur der geweckten Erinnerung bedürften.

Solche Vordersätze nennt der Mathematiker Axiome, und er überzeugt Kinder und Männer, wenn er ihnen Sätze vorhält, wie da sind, daß das Ganze größer sei als ein Theil, und das Ganze gleich der Summe seiner Theile. Und doch weiß dies kein Kind, das es nicht hundertmal gesehen hat, wie ein Apfel verschwindet, wenn man ihn in vier Stücke zerschneidet und diese Stücke an vier Knaben vertheilt.

Raum und Zeit sind nichts weniger als unsinnliche Vorstellungen. Kant sagt, es seien Anschauungen, die der Sinnlichkeit angehören. Er sagt damit zu wenig. Raum und Zeit gehören nicht bloß der Sinnlichkeit an

und ſind nicht bloße Anſchauungen. Raum und Zeit ſind Begriffe, aber Begriffe, welche ohne die ſinnliche Wahrnehmung des Nebeneinander und Nacheinander nimmermehr gefunden wären. Ja, die Wahrnehmung einer räumlichen Veränderung mußte der Anſchauung eines zeitlichen Unterſchieds vorausgehen. Als man die Bewegung des Sands in der Sanduhr und die Schwingungen des Pendels zählte, da hatte man das Mittel gefunden, um die Zeit durch räumliche Veränderung zu meſſen. Umgekehrt maß man die Entfernung zweier Orte durch die Zeit, das heißt aber immer wieder durch die ſinnliche Wahrnehmung der Bewegung am Zeiger einer Uhr, am Schatten oder am Sande. Aller dieſer ſinnlichen Wahrnehmungen bedurfte es, um ſich zu den Begriffen von Raum und Zeit erheben zu können.

Und dennoch ſpricht Liebig von den „blöden Sinnen des Menſchen“ [11]) und rühmt von der Idee, daß „Niemand weiß, von wo ſie ſtammt.“ [12])

So lange dieſer Standpunkt Vertreter findet, Vertreter von Liebig's Genialität und Kenntniſſen, ſo lange arbeitet die neue Welt an der erſten Errungenſchaft, die ſchon Ariſtoteles für ſich beſaß, daß alle Wahrheit von den Sinnen kommt. Es iſt in unſerm Verſtande nichts, was nicht eingegangen wäre durch das Thor unſrer Sinne.

Wer ſich recht lebhaft in die Zeit der Kinderjahre

zurück verſetzen kann, begegnet leicht einer Entwicklungsſtufe, die durch eine Sehnſucht nach dem Denken ausgezeichnet war. Der Knabe reift zum Jüngling. Aug' und Ohr haſchen immer begieriger nach dem neuen Stoff, der noch allerwärts der Erde ihren friſcheſten Zauber verleiht. Aber das Denken, von dem man begeiſtert reden hört, will ſich nicht einſtellen. Der Knabe glaubt, er habe keine Gedanken, weil er das Denken für etwas ganz Beſonderes hält, weil er noch nicht weiß, daß jede Verarbeitung einer ſinnlichen Wahrnehmung ein Gedanke iſt, der ihn zum Denker übt. Freilich kommt der Heißhunger nach dem Denken nicht bloß von dieſer Unwiſſenheit. Die Gedanken ſcheinen uns arm in jener Zeit der Entwicklung, weil die Fülle der Thatſachen fehlt, aus denen die Idee gezeugt wird.

Und alle Thatſachen, jede Beobachtung einer Blume, eines Käfers, die Entdeckung einer Welt und das Belauſchen der Eigenheiten des Menſchen, was ſind ſie denn anders, als Verhältniſſe der Gegenſtände zu unſern Sinnen? Wenn ein Räderthier ein Auge beſitzt, das nur aus einer Hornhaut beſteht, wird es nicht andere Bilder von den Gegenſtänden aufnehmen als die Spinne, die auch Linſe und Glaskörper aufzuweiſen hat? Darum iſt das Wiſſen des Inſekts, die Kenntniß der Wirkungen der Außenwelt für das Inſekt auch eine andere als für den Menſchen. Ueber die Kenntniß jener Be-

ziehungen zu den Werkzeugen ſeiner Auffaſſung erhebt ſich kein Menſch und kein Gott.

Alſo wiſſen wir freilich alles für uns, wir wiſſen, wie die Sonne ſcheint für uns, wie die Blume duftet für Menſchen, wie die Schwingungen der Luft ein Menſchenohr berühren. Man hat dies ein beſchränktes Wiſſen genannt, ein menſchliches Wiſſen, bedingt durch die Sinne, ein Wiſſen, das den Baum nur beobachtet, wie er für uns iſt. Das iſt wenig, hieß es, man muß wiſſen, wie der Baum an ſich iſt, um nicht länger zu wähnen, er ſei ſo, wie er uns ſcheint.

Wo aber iſt denn der Baum an ſich, den man ſuchte? Setzt nicht jedes Wiſſen einen Wiſſenden voraus, alſo ein Verhältniß von dem Gegenſtande zum Beobachter? Der Beobachter ſei Wurm, Käfer, Menſch, wenn es Engel giebt, er ſei ein Engel. Wenn Beide ſind, der Baum und der Menſch, ſo iſt es für den Baum ſo nothwendig wie für den Menſchen, daß er zu dieſem in einer Beziehung ſteht, die ſich eben kundgiebt durch den Eindruck auf das Auge. Ohne ein Verhältniß zu dem Auge, in das er ſeine Strahlen ſendet, iſt der Baum nicht da. Gerade durch dieſes Verhältniß iſt der Baum für ſich.

Alles Sein iſt ein Sein durch Eigenſchaften. Aber es giebt keine Eigenſchaft, die nicht bloß durch ein Verhältniß beſteht.

Der Stahl ist hart im Gegensatz zur weichen Butter. Kaltes Eis kennt nur die warme Hand, grüne Bäume ein gesundes Auge.

Oder ist grün etwas Anderes als ein Verhältniß des Lichts zu unserm Auge? Und wenn es nichts Anderes ist, ist dann das grüne Blatt nicht für sich, eben deshalb, weil es für unser Auge grün ist?

Dann aber ist die Scheidewand durchbrochen zwischen dem Ding für uns und dem Ding an sich. Weil ein Gegenstand nur ist durch seine Beziehung zu anderen Gegenständen, zum Beispiel durch sein Verhältniß zum Beobachter, weil das Wissen vom Gegenstand aufgeht in der Kenntniß jener Beziehungen, so ist all unser Wissen ein gegenständliches Wissen.

Hierdurch wird nicht ausgeschlossen, daß der Eindruck auf die Sinne in Schein und Irrthum gehüllt sein kann. Wenn aber das unerfahrene Kind glaubt, daß der Mond mit Händen zu greifen sei, so wird dadurch das menschliche Wissen nicht berührt. Denn das menschliche Wissen ist nicht das Wissen eines Kindes, eines Mannes oder Weibes, es ist das Wissen der Menschheit.

Das menschliche Wissen ist nicht bei Aristoteles oder Galen, auch nicht bei Newton und Cuvier, es ist nicht im neunzehnten Jahrhundert. Durch keinen vereinzelten Zeitraum läßt sich das Wissen der Menschheit messen.

Warum? aus einem ſehr einfachen Grunde. Zuerſt entwickelt ſich die Sinneskraft des Kindes. Das Kind lernt ſehen und greifen. Aber ebenſo die Gattung. Die Menſchheit lernt erſt Land und Luft mit einander vergleichen nach ihren roheſten Merkmalen; dann Thier und Thier, und Thier und Pflanze. Lange verweilt ſie bei der äußeren Form. Sie iſt glücklich zu wiſſen, wodurch ſich Pferd und Eſel ſicher unterſcheiden laſſen, auch der größte Eſel von dem kleinſten Pferd.

Bewaffnet ſich das Auge, dann mißt der Menſch die Entfernung der Sterne, er muſtert die feinſten Faſern und Bläschen im Eingeweide des Pferdes.

Kurz, die Entwicklung der Sinne iſt die Grundlage für die Entwicklung des Wiſſens.

Wir beſitzen gar treffliche Werke über die Geſchichte von Schlachten und Staatsformen, genaue Tagebücher von Königen und fleißige Verzeichniſſe von den Schöpfungen der Dichter. Aber den wichtigſten Beitrag zu einer Bildungsgeſchichte des Menſchen in der eingreifendſten Bedeutung des Worts hat noch Niemand geliefert. Uns fehlt eine Entwicklungsgeſchichte der Sinne.

Die reichſte Belohnung würde dem Schriftſteller zu Theil fallen, der vor Allem die nöthige Kenntniß der Natur mit einer markigen Gabe lichtvoller Darſtellung verbindend, zu ſchildern vermöchte, wie das Fernrohr die Erde um ihre bevorzugte Stellung im Mittelpunkte

des Weltalls brachte [13]), wie das Mikroskop die Verwandtschaft zwischen Pflanzen und Thieren und Menschen aus der Verwandtschaft der Keime hergeleitet, wie die Wage die Unsterblichkeit des Stoffs bewiesen hat, wie eine elektrische Vorrichtung den Menschen als einen Ausfluß von Naturgesetzen erkennen lehrt.

Ich habe unwillkürlich gezeigt, warum uns die Entwicklungsgeschichte der Sinne fehlt. Sie muß uns fehlen, weil die Menschheit kräftiger als je die Thaten dieser Geschichte unternimmt. Und das Gewissen kommt erst nach der Handlung.

Nur sollte eben deshalb Niemand über Zersplitterung klagen. Wir leben in einer Zeit, in der die Fortschritte der Sinne auf dem Gebiet der Wissenschaft ebenso reißend sind, wie in dem Strom des Lebens. Wenn wir die Gedanken der Engländer über den Kanal her mit Blitzesschnelle durch die elektrischen Ströme des unterseeischen Telegraphen vernehmen, wenn der rastlose Verkehr auf unsern Schienenwegen alle Beschränkungen der Presse und der Lehrfreiheit umgeht, so hat der Naturforscher in dem Verhältniß des Lichts zu Krystallen eine Verfeinerung seiner Augen und Tastwerkzeuge gewonnen, welche in die Anordnung der feinsten Theilchen eines regelmäßigen Körpers ebenso tief eindringt, wie der prüfende elektrische Strom in das feine Getriebe der Nerven, durch welche die Menschen sich bewegen, empfinden und denken. [14])

Wir kennen Körper, deren Kryſtallformen kaum einen Unterſchied wahrnehmen laſſen, während das verſchiedene Verhalten zum Lichtſtrahl uns deutlich lehrt, daß die feinſten Theilchen in den beiden Kryſtallen verſchieden angeordnet ſein müſſen.[15])

Bei jeder Bewegung, die ein Nerv unſeres Körpers erzeugt, weiſen die feinſten Mittel der Beobachtung elektriſcher Erſcheinungen eine Veränderung des elektriſchen Stroms im Nerven nach, die erſt am 18. Novbr. 1847 ermittelt wurde.[16])

Die Vervollkommnung der Mittel zur Beobachtung und namentlich der Meßwerkzeuge ſchafft geräuſchlos in der Werkſtatt des Naturforſchers, während der Dampfwagen, der brauſend und keuchend dahin rollt, auch den Unaufmerkſamen belehren kann über die wachſende Macht von Aug' und Ohr, mit welcher der Menſch den Erdball umfaßt.

Vermehrung der Werkzeuge zu ſinnlicher Wahrnehmung wirkt mindeſtens ebenſo kräftig wie die der Vollendung immer näher rückende Steigerung der Schärfe und Sicherheit. Wie kurz liegt die Zeit hinter uns, in welcher gute Mikroſkope und genaue Wagen zum ſeltenen Beſitz einzelner Bevorzugter gehörten, die häufig pochten auf den geheimen Schatz ihres Werkzeugs, durch was ſie der Welt hochweiſe Orakel verkündigten, die Wenige prüften. Jetzt ſind allerwärts Mikroſkope in

Thätigkeit; ein Beobachter in Amerika berichtigt, wenn ein Forscher in Europa fehlen sollte, und umgekehrt. Und wenn es allein in Deutschland fünfzig und mehr Chemiker giebt, die mittelst feiner Wagen denselben Körper, bei gleichen Wärmegraden getrocknet, wägen und ebenso die Bestandtheile, in welche sie den Stoff zerlegten, dann kann es nicht fehlen, daß uns wenige Jahre in der Erkenntniß der inneren Zusammensetzung des Stoffs weiter bringen müssen, als es die kühnsten Denker verflossener Jahrhunderte zu ahnen sich getrauten.

Ist es denn Zersplitterung, wenn bei solcher Ausbildung der sinnlichen Wahrnehmungskraft die Thatsachen sich häufen, so daß der Einzelne nur zu oft vergeblich kämpft, um des rastlosen Treibens in einer begrenzten Strecke Herr zu bleiben? Oder werden wir, ruhig bauend auf die einheitliche Idee, die alles Wissen von der Stufe der Kenntnisse zur Weisheit erhebt, der Zukunft entgegensehen, in welcher die riesigen Vorräthe an Baustoffen, die ein neues Geschlecht gesammelt, sich zum organischen Kunstwerk zusammenfügen?

Entwicklung der Sinne ist die Grundlage der Entwicklung des Verstandes der Menschheit.

Hat der Mensch alle Eigenschaften der Stoffe erforscht, die auf seine entwickelten Sinne einen Eindruck zu machen vermögen, dann hat er auch das Wesen der Dinge erfaßt. Damit erreicht er sein, d. h. der

Menſchheit abſolutes Wiſſen. Ein anderes Wiſſen hat für den Menſchen keinen Beſtand. [17])

Indem wir aus den Eigenſchaften vieler Körper, aus den Merkmalen verſchiedener Erſcheinungen das Allgemeine herausfinden, gelangen wir zum Geſetz.

Nach früheren Vorſtellungen einſeitiger Weltweiſen wäre das Geſetz ein Vorderſatz des Verſtandes, von dem die ſinnliche Beobachtung ausginge. Das Geſetz ſollte ein freies Maaß ſein, das der Geiſt mit Hülfe der Sinne den Erſcheinungen anlegt. Man hat jedoch die Beſtätigung mit der Auffindung des Geſetzes verwechſelt.

So wie ich aus einer Reihe von Thatſachen das Gemeinſame herausgefunden, habe ich die Thatſachen in einen Gedanken, die Beziehungen zu den Sinnen in ein Verhältniß zum Hirn überſetzt. Das Merkmal eines Gedankens iſt die Zeugungsfähigkeit aus dem menſchlichen Hirn. Aber das zuerſt Befruchtende iſt die ſinnliche Wahrnehmung.

Wenn ich aus den Einzelheiten den allgemeinen Gedanken herausgeleſen habe, prüfe ich deſſen Anſpruch auf den Namen eines Geſetzes. Wenn jede folgende Beobachtung mit jenem Gedanken in Einklang ſteht, dann iſt das Geſetz gefunden. Ich gehe alſo häufig mit einem Gedanken an die Beobachtung neuer Thatſachen, ich prüfe das vermeintliche Geſetz durch den Verſuch unter verſchiedenen Bedingungen. Aber dem Gedan-

ken, dem vermeintlichen Geſetze, lag immer vorher eine Reihe ſinnlicher Wahrnehmungen zu Grunde.

So iſt denn das Geſetz nur durch Erfahrung zu finden. Aber die Erklärung des Geſetzes, wird man ſagen, ſie iſt doch eine reine That der Vernunft ohne alle Dazwiſchenkunft der Sinne. Mit nichten. Eine gute Erklärung führt nur die Erzählung weiter zurück. Ich erkläre das Geſetz der Liebe, indem ich das Geſetz der Verwandtſchaft erzähle. Die Erklärung iſt richtig, wenn die eine Erzählung zur andern ſtimmt.

Wenn alle Geſetze erzählt ſind, ohne daß Ein Widerſpruch zurückbleibt, dann iſt die Welt dem Menſchen erklärt.

Hieraus ergiebt ſich demnach ein für allemal, daß das Geſetz ein aus den ſinnlichen Merkmalen abgeleiteter Gedanke iſt. Das Geſetz iſt nach Erfahrungen gedacht, gefunden, und deshalb iſt es falſch, wenn Liebig vom Geſetze ausſagt, daß es „das Ganze conſtruirt.“ [18])

Liebig ſteht mit jenem Ausſpruch auf dem mit Recht getadelten und oft verkannten Standpunkt der Naturphiloſophen in der übeln Bedeutung des Worts. So lange das Geſetz die Welt baut, ſtatt aus der Welt hervorzuleuchten, ſo lange ſchlummert die Erkenntniß in dem dunklen Schooße einer Zeit, die das Denken der Erfahrung gegenüberſtellt.

Unter den Forſchern, die an dieſen Gegenſatz glau-

ben, wähnen Einzelne, daß ſie viel einräumen, wenn ſie in die Behauptung einſtimmen, daß die Philoſophie der Hülfe der Erfahrung bedarf, und die Erfahrung hinwiederum nicht ſein kann ohne das Denken.

Aber das iſt wenig. Nur wenn die Thatſachen getragen ſind von dem Gedanken, und wenn dem Gedanken kein anderes Recht eingeräumt wird, als das geſchichtliche, das von der Beobachtung, von der Gnade der Sinne ſtammt, dann iſt des Wiſſens Ruhm erbeutet. Nur wenn die Anſchauung zugleich Gedanke iſt, wenn der Verſtand mit Bewußtſein ſchaut, dann iſt der Gegenſatz vernichtet zwiſchen Philoſophie und Wiſſenſchaft.

Kurz, nicht die gegenſeitige Hülfeleiſtung begründet den neueren Bund zwiſchen Erfahrung und Weltweisheit. Die Erfahrung muß aufgehen in der Philoſophie, die Philoſophie in der Erfahrung.

Dann wird die Klage verſtummen über das ameiſenartige Sammeln der Handlanger, aber dann wird man auch nicht mehr den Gedanken, der überall im Stoffe lebt, als naturphiloſophiſche Träumerei zu geißeln ſich vermeſſen.

Dritter Brief.

Unsterblichkeit des Stoffs.

Am achten Mai des Jahres 1790 begann durch den Vorschlag Talleyrand's in Paris eine Arbeit, deren Einfluß von jedem kommenden Geschlechte höher geschätzt werden wird, weil sie die menschlichen Sinne mit einem Hülfsmittel der Untersuchung bereichert hat, das von keinem anderen übertroffen worden ist und in der Allgemeinheit der Anwendung von keinem anderen übertroffen werden kann.

Das Ende des vorigen Jahrhunderts beschenkte die Welt mit einer Gewichtseinheit, die auf so sicherer Grundlage ruht, daß selbst die Zerstörung aller jetzt vorhandenen Gewichte und Meßwerkzeuge uns in keine dauernde Verlegenheit setzen könnte.

Um diese Gewichtseinheit zu finden, hat man den zehnmillionsten Theil eines Viertels des Meridians der Erde gemessen. Dieses Längenmaaß ist der Meter. Seine

Richtigkeit ist verbürgt durch Namen wie Coulomb, Lagrange, Laplace und Lavoisier.

Mit der Einheit des Maaßes war die Einheit des Gewichts gefunden. Ein Würfel reinen Wassers, dessen Kanten die Länge des zehnten Theils eines Meters haben, wurde dem Gewicht als Einheit zu Grunde gelegt. Das Gewicht eines solchen Würfels von reinem Wasser nannte man ein Kilogramm.

Die Länge des Meters beträgt etwas mehr als drei Rheinische Fuß. Das Kilogramm ist ein Liter Wasser, reichlich zwei Pfund Preußisch, genau so viel wie zwei Pfund Badisch.

Von der Sicherheit in Maaß und Gewicht hing die Ausbildung der Chemie, der Physik, der Physiologie in gleichem Grade ab. Maaß und Gewicht sind die strengsten Richter über alle Meinungen, die sich auf eine minder vollständige Beobachtung stützen.

Bevor Lavoisier sich jener treuen Führer bei der Erforschung des Vorgangs der Verbrennung bedient hatte, glaubte man, daß den brennbaren Körpern ein Feuergeist innewohne, dessen Vertreibung die Bedingung des Verbrennens abgeben sollte. Da wies Lavoisier nach, daß die Erzeugnisse der Verbrennung jedesmal schwerer sind als der Körper, der verbrannte. Wenn Holz verbrennt, dann entstehen Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Asche. Kohlensäure, Wasser, Ammoniak

und Asche sind zusammengenommen schwerer als das Holz, sie sind genau um so viel schwerer, als das Gewicht eines Bestandtheils der Luft beträgt, mit dem sich das Holz bei der Verbrennung verbindet. Eine jede Verbrennung ist nichts Anderes, als eine Aufnahme von Sauerstoff. Das Gewicht des Sauerstoffs vergrößert das Gewicht des verbrennenden Körpers. Also werden alle Körper durch Verbrennung schwerer.

Nur das Gewicht hat in Lavoisier's schöpferischer Hand diesen Nachweis geführt. Stahl's Feuergeist, der die brennbaren Körper vor der Verbrennung leichter machen sollte, war hierdurch unrettbar gestürzt.

Stahl's ältere Ansicht war kein Fehler des Denkens, sie war ein Mangel der Beobachtung. Aber der Begriff der negativen Schwere, der sich in die Bande der vervollkommneten Wahrnehmung schmiegen sollte, hatte von vorn herein keine Lebenskraft. Ein Stoff, der durch seine Gegenwart leicht macht, war im Streit mit aller sinnlichen Auffassung des Menschen. Ein Feuergeist, der durch sein Entweichen das Gewicht eines Körpers vermehrt, wäre gleichbedeutend mit einer Kraft ohne Stoff, die sich im sinnlich frischen Leben niemals Geltung erworben.

Wenn man darüber klagt, daß die Heilkunde in ihrer Entwicklung allen anderen Naturwissenschaften nachsteht, so hat man nur in der fehlenden Anwendung von

Maaß und Gewicht den Grund des Thatbeſtandes zu ſuchen. Freilich muß man auch den Stoff kennen, den man wägen ſoll. Hierzu mußten vor allen Dingen die Naturkundigen, Phyſiker und Chemiker, dem Arzt verhelfen. Tadel verdienen deshalb nur die vornehmen Forſcher, die das Wirken der Heilkunde gering ſchätzen, während ſie, zufrieden mit der Sicherheit ihrer Forſchungen über Stein und Stahl, ſich nicht einlaſſen auf die Schwierigkeiten, die der lebende Körper dem Verſuch entgegenſtellt. Die Aerzte, welche die Fortſchritte von Chemie und Phyſik nicht gewiſſenhaft benützen, ſind mehr Krankenwärter als Heilkundige; ſie gehören nicht zur Wiſſenſchaft und ſind vor dem Richterſtuhl der Forſchung nicht zurechnungsfähig. Die Heilkunde aber hat von jeher eher den Tadel verdient, daß ſie allzu begeiſtert und ſiegesfroh den Fortſchritten der Naturkunde ihren Ausdruck verlieh, als daß ſie mehr als nothwendig zurückgeblieben wäre hinter dem weitab liegenden Ziele, dem ſie nachſtrebt.

Es ſtände ſchon heute um die Arzneikunde ganz anders, wenn die Aerzte, ſtatt Meinungen zu dichten, nur fünfzig Jahre lang einen Stoff, der bekannt wäre, mit der Wage hätten prüfen können. Die Meinung iſt ein Ausdruck ſtumpfer, ungeübter Sinne. Daß jene fünfzig Jahre indeß bereits begonnen haben, wer wüßte es nicht, der die Arbeiten kennt von Liebig und

Mulder, von Regnault und Andral? Und gewiß kommt die Zeit, in der auch ein genauer Naturforscher dem jetzigen Bemühen der Aerzte in so beredter Weise den Geist einhaucht, der die geschichtlich urtheilende Nachwelt zum Danke verpflichtet, wie Liebig dem Stein der Weisen aus der Alchemie.[18a])

Durch die Wage erfährt man die Menge der flüchtigen Erzeugnisse der Verbrennung so genau, wie das Gewicht der Asche. Die Wage lehrt, daß die Kohlensäure, die einen Hauptstoff der verbrannten Körper darstellt, die Pflanzen schwerer macht und ein Reis mit wenigen Blättern in einen Wald verwandelt. Des Waldes Vorrath wird verbrannt, und in neuen Strömen fließt die Kohlensäure unsern Feldfrüchten zu. Die Frucht nährt den Menschen, der Harn düngt den Acker. Und in allen diesen tausendfältigen Wanderungen folgt die Wage dem Stoff.

Der Wald speichert nicht mehr Kohlenstoff auf, als Luft und Erde ihm bieten. Der begrenzte Sauerstoffgehalt der Luft setzt der Verbrennung eine Grenze. Der Kraft der Verbrennung entspricht die Menge der Kohlensäure, der Menge der Kohlensäure die Schwere des Grases. Und das Gras finden wir wieder in Koth und Harn und den sonstigen Ausscheidungen der Kuh. Auch nicht der kleinste Theil des Stoffs geht verloren.

Was der Mensch ausscheidet, ernährt die Pflanze.

Die Pflanze verwandelt die Luft in feste Bestandtheile und ernährt das Thier. Raubthiere leben von Pflanzenfressern, um selbst eine Beute des Todes zu werden und neues keimendes Leben in der Pflanzenwelt zu verbreiten.

Diesem Austausch des Stoffs hat man den Namen Stoffwechsel gegeben. Man spricht das Wort mit Recht nicht ohne ein Gefühl der Verehrung. Denn wie der Handel die Seele ist des Verkehrs, so ist das ewige Kreisen des Stoffs die Seele der Welt.

„In einem Systeme, wo alles wechselseitig anzieht „und angezogen wird, kann nichts verloren gehen; die „Menge des vorhandenen Stoffs bleibt immer dieselbe" (Georg Forster).[19])

Weil der Vorrath des Stoffs sich weder vermehrt, noch vermindert, darum sind auch die Eigenschaften des Stoffs von Ewigkeit gegeben.

Die Wage ist es wieder, die es unumstößlich bewiesen hat, daß kein Stoff eines lebenden Körpers eine Eigenschaft besitzt, die ihm nicht mit dem Stoff von Außen zugeführt wurde.

Pflanzen und Thiere verändern die Stoffe nicht, die sie der Außenwelt entlehnen. Alle Thätigkeit im wachsenden Baum und im kämpfenden Löwen beruht auf Verbindungen und Zersetzungen des Stoffs, der ihnen von Außen geboten wird.

Kein Grundstoff, der es wirklich ist, läßt sich in

einen anderen verwandeln. Fluor ist der einfache Körper, der unter allen im menschlichen Leib in der geringsten Menge enthalten ist. Aber fehlen kann er nicht, weder in Knochen und Zähnen, noch im Blute. Wir wissen es aus den Untersuchungen der neuesten Zeit, daß wir dieses Fluor erhalten in den Getreidesamen und in der Milch, die ohne Fluor den Säugling nicht vollständig ernähren könnte.[20])

Bewegung der Grundstoffe, Verbindung und Trennung, Aufnahme und Ausscheidung, das ist der Inbegriff aller Thätigkeit auf Erden. Die Thätigkeit heißt Leben, wenn ein Körper seine Form und seinen allgemeinen Mischungszustand erhält trotz fortwährender Veränderung der kleinsten stofflichen Theilchen, die ihn zusammensetzen.[21])

Aus diesem Grunde spricht man bei lebenden Wesen von Stoffwechsel. Der leblose Körper, der Fels, verwittert, verliert an Stoff und verändert dabei seine Form. Stoffwechsel und Verwitterung sind bezeichnende Unterschiede zwischen lebenden und todten Gebilden.

Indem die Gebirge unausgesetzt die Einwirkung von Kohlensäure, Wasser und Sauerstoff erleiden, sind sie der Verwitterung preisgegeben. Eisenoxydul ist eine Verbindung von Eisen und Sauerstoff, die weniger Sauerstoff enthält als Eisenoxyd. Wenn sich Eisenoxydul durch Aufnahme von Sauerstoff in Eisenoxyd verwandelt, dann

wird es roth; das ist ein Fall der Verwitterung, den wir täglich vor Augen haben, wenn die schwarze Ackererde, die wir heraufgraben, nach einiger Zeit eine röthlich graue Farbe annimmt. Wasser löst den Gyps, heißes Wasser unter hohem Druck den Feldspath, Wasser mit Kohlensäure den Quarz.

Alle diese Wirkungen erfolgen äußerst langsam, aber die Schnelligkeit wird durch die Dauer ersetzt. Wenn die Fenster blind werden in Ställen und auf Mistbeeten, und wenn der Granit seinen Glanz verliert, so sind überall die gleichen Mächte der Verwitterung thätig.

Die Sauerstoffmenge, die das Eisenoxydul in Eisenoxyd verwandelt, das Wasser, das dem Feldspath sein kieselsaures Kali entzieht, die Kohlensäure, die erforderlich ist, um dem Sand einen Theil seines Kalks zu rauben, sind dem Gewichte nach bekannt. Der Chemiker hat den Zahn der Zeit gewogen.

Granit verwittert, weil er sich mit dem Zahn der Zeit verbindet. Kohlensäure, Wasser und Sauerstoff sind die Mächte, die auch den festesten Felsen zerlegen und in den Fluß bringen, dessen Strömung das Leben erzeugt.

Wenn der Feldspath verwittert, so erhält die Pflanze im Acker das lösliche kieselsaure Kali, das ihr Wachsthum möglich macht. Durch die Zerlegung des Apatits, der so reich ist an phosphorsaurem Kalk und außerdem

eine erhebliche Menge Fluor enthält, werden der Gerste und also auch unserm Blut und unsern Knochen Phosphorsäure und Fluor zugeführt.[22])

Weil der Aufbau auf den Umsturz gegründet ist, darum ist die Bewegung rastlos und darum das Leben verbürgt.

Die Unveränderlichkeit des Stoffs, des Vorraths und der Eigenschaften, und die gegenseitige Verwandtschaft der Elemente, das heißt, ihre durch Gegensätze bedingte Neigung, sich mit einander zu verbinden, begründen die Ewigkeit des Kreislaufs. Die Unsterblichkeit des Stoffs offenbart sich in der Verwitterung der Felsen.

So ist denn der Zahn der Zeit nichts weniger als eine zerstörende Macht. Und selbst der Künstler sollte nicht verzweifelnd jammern, wenn von Jahrhundert zu Jahrhundert der Marmorblock zerstiebt, den ein Kunstwerk zum Tempel weihte. Der Marmor bleibt und mit ihm der prometheische Funke, der neue Kunstgebilde schaffen wird. Denn der Stoff ist unsterblich.

Vierter Brief.

Das Wachsthum von Pflanzen und Thieren.

Bei den Bergnegern Guinea's wird an einigen Orten eine Pflanze, die nach Art der Meerlinſen auf dem Waſſer ſchwimmt und unter Anderen auf Cuba, Domingo und dem benachbarten Feſtlande Amerika's ſtille Gewäſſer in reicher Menge überdeckt, in großen Töpfen voll Waſſer an der Hausthür unterhalten [23]). Hierdurch wird die Abkühlung in ähnlicher Weiſe erreicht, wie in Indien durch die Begießungen des Fußbodens. Von den Blättern jener Pflanze verdunſtet das Waſſer außerordentlich raſch. Iſert, ein däniſcher Arzt, fand, daß ein Gefäß voll Waſſer mit jener Pflanze ſechsmal ſo viel Waſſerdampf in die Luft entweichen ließ, als ein anderes, in dem kein Pflänzchen wuchs.

Dieſe Verdunſtung iſt ihrerſeits eine der mächtigſten Urſachen des Aufnehmens gelöſter Stoffe durch die Pflanzenwurzel.

Es ist eine dem Laien geläufige Vorstellung, daß die Pflanzenwurzeln den Saft, der sie in der Ackererde umgiebt, aufsaugen wie ein Schwamm. Allein es ist von schwammförmiger Beschaffenheit an den feinsten Wurzelfasern auch nicht eine Spur vorhanden.

Der Uebergang gelöster Stoffe in die Wurzel erfolgt vielmehr mittelst einer allgemeinen Eigenschaft der Häute von lebenden Wesen, die darin besteht, daß sie eine Wechselwirkung zwischen zwei Flüssigkeiten zulassen, auch wenn diese durch eine solche Haut von einander getrennt sind.

Wenn man eine Glasröhre, die an beiden Seiten offen ist, mit der Oberhaut eines Blatts von einer Fackeldistel, einer Aloe oder irgend einer anderen Pflanze an dem einen Ende zubindet und nun von der anderen Seite eine Kochsalzlösung eingießt, dann dringt, wenn man die Röhre frei hinhängt und das Zubinden gehörig bewerkstelligt war, kein Kochsalz durch die Oberhaut hindurch. So wie man aber die Röhre in ein Gefäß mit reinem Wasser stellt, geht in kurzer Zeit Kochsalz aus der Röhre in das äußere reine Wasser über und zugleich wächst die Flüssigkeitssäule in der Röhre. Denn rascher als das Salz durch die trennende Haut hindurch zum Wasser übergeht, strömt dieses der Richtung der Schwere entgegen zum Salzwasser hinüber.

So kann man mit Hülfe des Wassers außerhalb der Röhre in verhältnißmäßig kurzer Zeit das Salz über die

anfangs kaum zur Hälfte gefüllte Röhre hinausheben. Weil nämlich das Waſſer viel raſcher durch die trennende Haut hindurch zum Salzwaſſer ſtrömt, füllt ſich die Röhre bald bis an den oberen freien Rand. Steht die Röhre geneigt, dann fließt an der einen Seite des Rands ein Tropfen Salzwaſſer über. Der Tropfen läßt ſein Waſſer verdunſten. Eine Salzkruſte bleibt zurück. Ueber dieſe hinaus fließt ein neuer Tropfen nach und immer wieder einer, die alle ihr Waſſer verdunſten laſſen. In wenigen Tagen iſt die eine Seite der Röhre mit einer Salzauswitterung bedeckt.

Man denke ſich nun die Röhre auch an ihrem oberen Ende mit der Oberhaut eines Blattes zugebunden und ſtatt mit Salzwaſſer in ihrer ganzen Höhe mit reinem Waſſer gefüllt. Taucht man dann das eine Ende in eine Kochſalzlöſung, dann dringt Kochſalz durch die trennende Haut in die Röhre. Nach oben kann durch die Oberhaut wohl Waſſer verdampfen, es quillt aber kein Salzwaſſer durch ſie hindurch. In Folge dieſer Verdunſtung würde in der Röhre zwiſchen den beiden Oberhäuten ein freier Raum entſtehen, wenn nicht der Luftdruck auf das umgebende Salzwaſſer letzteres in die Röhre triebe. Verdunſtung und Luftdruck vereint wirken wie ein Pumpenwerk.

Es iſt nichts leichter, als ſich den Pflanzenſtengel ſammt ſeiner unteren Fortſetzung, der Wurzel, als eine oben und unten, aber auch noch rings an den Seiten

durch Oberhaut verſchloſſene Röhre vorzuſtellen. Die Wurzel iſt das Ende, das in die Salzlöſung taucht. Der Stengel erhebt ſich frei in die Luft. Von ſeiner Oberfläche verdunſtet Waſſer. Und außer der Verwandtſchaft zwiſchen dem Saft der Wurzel und der Flüſſigkeit der Ackererde iſt es die Verdunſtung von oben, welche mit Hülfe des Luftdrucks das Eindringen von unten unterſtützt.[24])

Nicht bloß an den feinſten Spitzen der Wurzel, nicht bloß an den Wurzelenden erfolgt die Aufnahme. Denn die ganze Wurzel iſt von einer Oberhaut überzogen, welche die Wechſelwirkung zwiſchen den getrennten Löſungen zuläßt. So iſt es klar, warum eine Pflanze aus einem Gefäß mit Waſſer 625 Gramm in die Luft entſenden kann, während das Gefäß ohne die Pflanze nur 125 Gramm Waſſer verliert. Von der Oberfläche des Waſſers im Gefäß und von den Blättern der Pflanze entwichen im oben erzählten Falle 750 Gramm.

So wie wir durch die oben offene Röhre Salz herausheben können mittelſt des Waſſers im Gefäß, in welchem die Röhre enthalten war, ſo finden wir mitunter Salzauswitterungen auf den Blättern kranker Pflanzen. Die Oberhaut ſolcher Blätter läßt nicht nur Waſſerdampf, ſondern auch Salzlöſungen nach außen treten. Nicht das ausgewitterte Salz iſt Urſache, Beginn der Krankheit, wie Liebig meint. Die Ober-

haut der Blätter muß vielmehr schon vorher eine Veränderung erlitten haben, wenn salzhaltiges Wasser ausschwitzt.[25])

Häufig hat man an Topfgewächsen Gelegenheit zu beobachten, wie die unteren Blätter welken, wenn man den Topf nicht begießt, oder wenn eine Oeffnung unten im Topf das zugeführte Wasser gleich wieder abfließen läßt. Liebig berichtet die lehrreiche Thatsache, daß dann in den unteren Blättern die Salze fehlen. In Folge der Verdunstung von den oberen Theilen steigt der salzhaltige Saft immer höher im Stengel. So werden die oberen Blätter noch versorgt, während die unteren absterben müssen. „Die abgewelkten Blätter enthalten nur Spuren von löslichen Salzen, während die Knospen und Triebe außerordentlich reich daran sind.“[26])

Diese Thatsachen ergeben, daß das Wachsthum überhaupt bedingt ist durch den gegenseitigen Austausch von Flüssigkeiten, welche durch eine pflanzliche oder thierische Haut getrennt sind.

Pflanzen und Thiere sind im ganzen Leib mit kleinen Bläschen oder Zellen, mit Röhren oder Gefäßen angefüllt. Die Salzlösung, welche eine oberflächlich gelegene Zelle der Pflanzenwurzel dem Acker entzogen hat, tritt sogleich in Wechselwirkung mit dem Inhalt eines weiter nach innen liegenden Bläschens. Das letztere steht durch eine ununterbrochene Reihe von Zellen und Gefäßen mit

den äußersten Blattspitzen und Blumenkronen im Zusammenhang.

Im Körper des Menschen werden jene Röhren zuletzt so fein, daß man sie Haargefäße nennt. Die Haargefäße führen Blut. Was durch die Wand der Haargefäße im Körper nach außen schwitzt, wird zur Keimflüssigkeit für die festen Theile, für die Gewebe unserer Werkzeuge. Die Gewebe nähren sich vom Blut. Das Wachsthum ist eine üppige Ernährung der Gewebe.

Blut ist eine Mischung von Eiweiß und Fett, von Zucker und Salzen. Von diesen Stoffen sind das Fett und ein Theil der Salze vorzugsweise in kleinen, an beiden Seiten in der Mitte eingedrückten, linsenförmigen Scheibchen enthalten. Der Inhalt der hohlen Bläschen, der zahllosen Zellen, welche der Herzschlag in alle Gegenden des Körpers treibt, steht fortwährend in Wechselwirkung mit dem Saft, in dem sie schwimmen.

Kochsalz ist unter allen Salzen im Blut am reichlichsten enthalten. Darum ist Kochsalz in der Nahrung unentbehrlich. Und trotz dem Austausch, der zwischen dem Inhalt der Blutkörperchen und der Blutflüssigkeit unabläßig thätig ist, enthalten die Blutbläschen nur sehr wenig Kochsalz (C. Schmidt).

Hierdurch wird deutlich bewiesen, daß jener Austausch sich nach der Art der Stoffe richtet. Die Verwandtschaft der Haut der Blutbläschen und ihres Inhalts zum

Kochsalz ist gering; sie lassen wenig Kochsalz ein. Schon im Blut ist alles Leben auf Anziehungen und Abstoßungen der Stoffe gegründet. Wenn das Blut nicht organische Stoffe enthielte, die im Vergleich zu anderen Blutbestandtheilen eine sehr geringe Verwandtschaft zum Kochsalz haben, könnten sich die Blutkörperchen nicht bilden.

Wie in dem Blut die Körperchen, so verhalten sich in den Geweben die Haargefäße. Die feinen blutführenden Röhrchen der Haut, welche die Lunge überzieht, lassen das Eiweiß des Bluts rascher durchschwitzen als die Haargefäße des Bauchfells und diese wieder schneller als die Häute des Hirns (C. Schmidt).

Eiweiß, Fett und Salze sind in dem Blut in Wasser gelöst. Sie alle dringen durch die Wand der Haargefäße hindurch. Von diesen Stoffen verlassen aber die Salze das Blut mit der größten Geschwindigkeit, nächst den Salzen das Wasser, langsamer das Fett, am langsamsten das Eiweiß.[27])

Und dennoch sind die Gewebe ärmer an Wasser als das Blut. Denn die Oberhaut und die Lungen, Nieren und Schweißdrüsen entziehen dem Körper immer Wasser. Der Saft, der aus den Haargefäßen ausschwitzt, wird durch Verdunstung und Schweiß, durch das Athmen und die Harnausscheidung eingedickt zu Fleisch und Knochen.

Aber nicht auf eine bloße Verdichtung läuft die Bildung der Gewebe aus dem Nahrungssaft hinaus. Die

Lösung von Eiweiß und Fett und sehr verschiedenen Salzen enthält alle Bedingungen, die nöthig sind, um die mannigfaltigsten Formunterschiede hervorzurufen.

In einer Lösung von Eiweiß, Fett und Salzen sondern sich bald kleine Körnchen aus. Diese Körnchen ballen sich zu einem Häufchen zusammen. Aus dem Häufchen wird ein kleines Bläschen, dessen Anziehung die umgebende Schichte in die Form einer Hülle um das Bläschen verwandelt. So wird das Bläschen von einer Zelle umschlossen, in der es selbst den Kern darstellt.

Diese Zellenbildung ist der allgemeinste Vorgang, der die organische Materie organisirt, den Stoff in Formbestandtheile verwandelt. Aus den Zellen werden Röhren und Fasern, und durch die Verbindung der verschiedenen Formen entsteht das dichte, aber dem bewaffnet forschenden Auge klare Gefüge der Gewebe.

Zellen sind allseitig geschlossene Bläschen, zum Theil mit einem flüssigen Inhalt gefüllt, der mit den umgebenden Flüssigkeiten und Gasen durch die Wand des Bläschens hindurch in ununterbrochenem Austausch steht. Wenn wir diesen Austausch in Zellen und Zellenreihen beobachten, belauschen wir das geheimste und ursprünglichste Getriebe des Stoffwechsels, dessen Erzählung der Naturforscher kaum erst begonnen hat.

So lange die Materie formlos ist, kann sie wohl organisch sein, sie kann in ihrer Mischung einen höheren

Grad von Verwicklung und eine größere Neigung zum Zerfallen zeigen, als Kochsalz oder Salpeter und andere anorganische Stoffe; organisirt wird die Materie erst durch die Beharrlichkeit, mit welcher Lösungen von organischen Stoffen die Form der Zellen erzeugen.

Je nach dem Stoff wechselt die Form der Zelle, deren Bau das Gewebe von Bläschen, Röhren und Fasern beherrscht.

Für die Formengebung sind aber die anorganischen Stoffe nicht minder wichtig als Eiweiß und Fett. Die Blutbläschen erreichen ihre Vollendung nur mit Hülfe des Eisens.

Darum welken die Blätter, wenn ihnen die löslichen Salze fehlen, und wenn man Hühnern die Kalkerde vorenthält, dann werden ihre Knochen zerbrechlich. Ja, Chossat sah Tauben im siebten oder achten Monat sterben, als er ihnen Getreide ohne Sand zum Futter reichte.[28])

In den allermeisten Fällen findet ohne Salze keine Zellenbildung statt. Fast nur zarte Pilze, wie die von Mulder untersuchte Essigmutter, gelangen ohne anorganische Stoffe zur Entwicklung.

Zellen sterben, wenn sie vom Mutterboden getrennt sind, der den Saft enthält, mit welchem ihr flüssiger Inhalt in Wechselwirkung tritt. Die Zellen sterben, „weil willkürlich getrennte Theile — belebter Stoffe —

unter den vorigen äußeren Verhältniſſen ihren Miſchungszuſtand ändern" (Alexander von Humboldt[29]).

Ohne Stoffwechſel kein Leben der Zelle. Ohne lebende Zelle, die aus der umgebenden Keimflüſſigkeit ſchöpft, iſt Wachsthum nicht denkbar.

Die Verdunſtung, welche der Pflanzenwurzel die Aufnahme der Stoffe der Ackererde erleichtert, während ſie die feinen Gefäße des Darms der Thiere gleichſam in Wurzeln verwandelt, die aus dem Speiſeſaft ſchöpfen, und die Wahlverwandtſchaft von Flüſſigkeiten, die durch trennende Zellwände hindurch thätig iſt, ſind die Haupteigenſchaften des Stoffs, die das Wachsthum bewirken.

Aber des Wachsthums Richtung iſt durch den Stoff bedingt, den die Außenwelt liefert. Das Waſſer iſt wie die Erde, die es durchſickert. Darum die Pflanze wie Land und Waſſer. Und darum giebt es eine Geographie der Pflanzen, der Thiere und Menſchen, die durch Luft und Sonne nur um ſo deutlicher ſich entfaltet.

Fünfter Brief.

Die Erde als Werkzeug der Schöpfung von Pflanzen und Thieren.

Wenn man eine Pflanze vorsichtig verbrennt, so gelingt es nicht selten, ein Gerippe übrig zu behalten, das der ursprünglichen Form des Stengels entspricht. Das Gerippe besteht aus anorganischen Bestandtheilen, die vorher der Rinde der Erde angehörten.

Ein verbrannter Schachtelhalm hinterläßt eine Asche, die beinahe ganz aus Kieselerde, einem Hauptstoff des Sandes, besteht.

Gleichwie der Saft eines Thiers, einer Pflanze, je nach seiner Mischung, hier diese, dort jene Form von Zellen zur Entwicklung gelangen läßt, so ist die Beschaffenheit der Salze eine Grundbedingung, an welche das Gedeihen und bei der ersten Verbreitung der Gewächse die Entstehung bestimmter Pflanzenarten geknüpft ist.

So zeichnet ſich die Weinrebe aus durch ihren Gehalt an Kalk, der Weizen durch phosphorſaure Salze, die Rübe durch den der Kalkerde ähnlichen Talk.

In dem Blumenkohl und den Theeblättern findet ſich Mangan, ein dem Eiſen überaus ähnliches Metall, welches die Eiſenerze beinahe immer wenigſtens ſpurweiſe begleitet.

Der Tabak, der Nußbaum, die Selleriеblätter führen Salpeter. Ja der Salpeter kann im Tabak ſo reichlich vertreten ſein, daß man, wie Schöpf berichtet, im vorigen Jahrhundert in Virginien zu Kriegszeiten eine Art von Tabak, die in niedrigen Gegenden wächſt, zur Gewinnung jener Verbindung von Salpeterſäure und Kali benutzt hat. Hundert Gramm der gröberen, ſonſt unbrauchbaren Stengel im trocknen Zuſtande ſollen ſogar über vier Gramm reiner Salpeterkryſtalle geliefert haben.[30])

Wenn man erfährt, daß der Talk oder die Bittererde nicht blos in Runkelrüben, ſondern auch in Kartoffeln und Weizen enthalten iſt, der Kalk in Klee und Erbſen ſo gut wie im Weinſtock, dann könnte man auf den erſten Blick verleitet werden, in dem Verhältniß jener Erden zur Pflanzenart nicht ſowohl eine eigenthümliche und feſt begrenzte Wahlverwandtſchaft zu ſehen, als vielmehr eine allgemeinere Beziehung, deren Weſen nicht aufginge in der Verſchiedenheit des Stoffs. In einer Zeit, in welcher der Menſch ſich noch ſo weiſe

dünkte, den Plan der Natur nach Begriffen der Zweckmäßigkeit zu bestimmen, ließ man die Kieselerde des Sandes in den Schachtelhalm oder in den Grasstengel übergehen, um der Pflanze die Festigkeit zu ertheilen, vermöge welcher die Aehre sich auf dem Halme wiegt. Und weil man die vorausgesetzte Zweckmäßigkeit nur mit der zweiten Annahme, daß die Natur zu ihren Zielen den kürzesten Weg wähle, im Einklang finden wollte, so lag es nahe zu glauben, die Pflanze nehme eben Kalk, wenn Kalk vorhanden sei, sonst statt des Kalks den Talk, oder Eisenoxyd, oder irgend einen ähnlichen Körper.

Wie aber, wenn der Bärlapp, jene Pflanze, die das bekannte Hexenmehl liefert, mit dem man die wunden Hautfalten der Kinder bestreut, eine beträchtliche Menge Thonerde führt, während diese, in Pflanzen überhaupt seltnere, Verbindung in Eichen, Fichten und Birken, die auf demselben Boden wuchsen, durchaus fehlt? (Ritthausen, Aderholdt.) Wir finden einen so weit verbreiteten Bestandtheil, wie den kohlensauren Kalk, in den oberflächlichen Zellen einiger Arten aus der Gattung der Armleuchterchen*) vor, um sie in anderen Arten derselben Pflanzengattung zu vermissen (Payen). So scheint eine gelbe Veilchenart**), die auf den Galmei-

*) Chara.

**) Viola lutea calaminaria.

hügeln bei Aachen wächst, dem Zinkgehalt des Bodens ihr Daſein zu verdanken (Bellingrodt). Die neueſten Unterſuchungen lehren, daß in der Gerſte unter allen Umſtänden, und wenn man dem Boden noch ſo viel Natronverbindungen zugeſetzt hat, der Kaligehalt das Natron um mehr als das Dreifache übertrifft (Daubeny). Ein Heidepflänzchen*), welches in der Ebene des Lechthals wuchert, zeigt ſich auffallend reich an Kalk, während ein nahe verwandtes, aber der Art nach verſchiedenes Heidekraut**), welches in den Wäldern der Hügelreihen am Lech und an der Wertach vorkommt, noch augenfälliger durch ſeinen Reichthum an Kieſelerde ausgezeichnet iſt (Röthe). Und wenn es nur auf die nächſte anorganiſche Verbindung ankäme, nicht auf die Art des Stoffes, wie kommt es, daß eine große Anzahl von Pflanzen, Kartoffeln, Schneidebohnen, Spinat, Gerſte, Hafer und Kreſſe, unter der Einwirkung von Natron ebenſo ſichtlich leiden, wie ſie unter dem Einfluß von Kali gedeihen? (Chatin.)[31])

Solche Thatſachen geben uns den ſchlagendſten Beweis, daß die Pflanzenwurzel nach feſten Geſetzen der Verwandtſchaft die anorganiſchen Beſtandtheile aufnimmt, die ſie in der Ackererde umgeben.

---

*) Erica carnea.

**) Calluna vulgaris.

Liebig, der bei jener rohen Beziehung zur Festigkeit des Stengels nicht stehen bleiben konnte, war der Erste, der das nothwendige Wechselverhältniß zwischen bestimmten Pflanzenarten und den anorganischen Stoffen des Bodens nach Gebühr hervorhob. Und doch hat gerade Liebig ein Gesetz aufgestellt, nach dem es gleichgültig sein sollte, welche anorganischen Verbindungen die Pflanze enthält, wenn die Basen nur gleiche Verwandtschaft zu Säuren besäßen, mit anderen Worten, wenn sie nur gleiche Sauerstoffmengen enthielten und dadurch gleiche Säuremengen zu sättigen vermöchten.

Aber selbst die ähnlichsten Körper, die man wegen ihrer Verwandtschaft zu den Säuren als Basen zusammenfaßt, können sich nur in sehr bedingter Weise vertreten. So können im Blumenkohl zwei Erden, die in ihren Eigenschaften einen sehr hohen Grad von Uebereinstimmung zeigen, der Kalk und die Bittererde, einander nahezu das Gleichgewicht halten, während in anderen Fällen der Blumenkohl beinahe nur Kalk und sehr wenig Bittererde führt. Es ist also wirklich ein großer Theil der Bittererde durch Kalk ersetzt. In den seltensten Fällen wird ein Bestandtheil unter Einflüssen des Bodens durch einen auffallend verschiedenen Stoff vertreten. Kürzlich fand Röthe in kriechendem Günzel*), der auf

*) Ajuga reptans.

Kalkboden wuchs, einen Reichthum an Kalk, deſſen Stelle in Pflanzen derſelben Art, die auf Thonboden gefunden wurden, zu einem großen Theil von Kieſelerde eingenommen war[31a]). Freilich paßt dieſes Beiſpiel durchaus nicht zu Liebig's vermeintlichem Geſetze der Sättigung, da eine ſchwache Säure durch eine ſtarke Baſis vertreten wird.

Nach der anderen Seite ſind Kali und Natron einander nicht minder ähnlich als Kalk und Talk. Und doch enthalten Buchen und Eichen im Vergleich zum Kali nur eine ſehr geringe Menge Natron, ſelbſt dann, wenn die Bäume in einem Boden wachſen, in welchem das Natron das Kali um das Fünffache übertrifft (K. Biſchof). Ebenſo giebt es Waſſerpflanzen, in denen mehr Bittererde als Kalk vorhanden iſt, trotzdem daß im Boden des Bachs, dem ſie entnommen waren, zehnmal ſo viel Kalk als Bittererde vorkommt[32]). In den verſchiedenſten Theilen der Roßkaſtanie findet eine Vertretung von Kali durch Natron oder von Erden durch Kali niemals ſtatt (E. Wolff, Staffel).

Dieſe und zahlreiche andere Beiſpiele haben unwiderleglich bewieſen, daß an ein allgemeines Geſetz der Vertretung in dem Sinne, der nur die Sättigung der Säuren durch ein beſtimmtes Gewicht von Baſen erfordern ſollte, nicht zu denken iſt. Es herrſcht zwiſchen den einzelnen Pflanzenarten und den Beſtandtheilen des Erdbodens ein Geſetz der Verwandtſchaft, das hier, wie

immer, jede Vorstellung von einem Spiel des Zufalls verbannt.

So fest ist diese innere Beziehung der organischen Masse des Pflanzenleibs zu den Salzen, welche die Erde liefert, daß selbst dann, wenn ein Boden Stoffe führt, die nur ausnahmsweise in die Pflanze gelangen, bestimmte organische Körper den Eindringling fesseln. In neuerer Zeit wiederholen sich die Beispiele, in welchen man Arsenik in Pflanzen gefunden hat. Die Knollen der Kartoffeln, weiße Rüben, die äußeren Blätter des Kopfkohls, Roggenstroh können Spuren von Arsenik enthalten, wie denn dieser Grundstoff nach Walchner in allen eisenreichen Ackererden vorhanden ist. Aber in allen jenen Pflanzen ist das Arsenik in irgend einer Weise mit dem Zellstoff verbunden, einem äußerst schwer löslichen Stoff, der in der Pflanze alle jugendlichen Zellwände zusammensetzt. Daher fand man Arsenik auch in dem Koth einer Kuh, mit welchem ein großer Theil des Zellstoffs des Grases unverdaut entleert wird (Stein).[33])

Je genauer die sorgfältigste Forschung jene anorganischen Bestandtheile in's Auge faßt, die man sonst bei Untersuchungen organischer Körper in einen wenig beachteten Anhang zusammenzuwerfen pflegte, desto tiefer und reichhaltiger sind die Beziehungen, welche die Natur der Pflanzen an das Erdreich und dessen Gewässer binden. So fand neuerdings Schulz-Fleeth in mehren Wasser-

pflanzen viel mehr Kali als Natron, während in anderen Gewächsen, denselben Bächen entnommen, das Natron über Kali vorherrschte. Es ist gewiß der Beachtung werth, — wenn man es auch mit dem genannten Forscher behutsam vermeiden muß, die lehrreiche Thatsache zu einem allgemeinen Gesetze zu erheben, — daß die Pflanzen, die sich auszeichneten durch ihre frische grüne Farbe, die Kali-reichen waren, während der dunklen, in's Braune übergehenden Farbe der anderen der Reichthum an Natron entsprach.[34])

Und wie sich zu der Erde die Pflanzenart verhält, so in der Pflanze die einzelnen Theile. Wenn in dem Samen Kali und Phosphorsäure, wenn Kalk und Chlor im Stengel vorherrschen, und wenn eine solche Vertheilung innerhalb der Pflanze sich jedesmal wiederholt, dann ist es ein zwingender Schluß, daß die Entstehung des Samens an Kali und Phosphorsäure, wie die des Stengels an Kalk und Chlor geknüpft ist.

Aus diesem Gesichtspunkte gewinnt beinahe jede zuverlässige Angabe über die Salze in bestimmten Pflanzentheilen eine noch vor Kurzem ungeahnte Bedeutung. Es verbreitet sich ein wohlthätiges Licht über alle einzelnen Thatsachen, wenn mit der Zahl der untersuchten Pflanzentheile auch die Fruchtbarkeit des Zusammenhangs wächst, der die Entwicklung der Pflanzen an die Steinchen und den Kalk von Feld und Garten bindet.

Denn selbst den Unerfahrensten muß es ergreifen, wenn er hört, daß der kohlensaure Kalk, den er oft mühsam aus dem Garten entfernt, in alten Pflanzentheilen ein so wesentlicher Körper ist, wie in jugendlichen Werkzeugen die Verbindung des Kalks mit der Phosphorsäure. Je reicher ein Theil der Pflanze mit eiweißartigen Stoffen versehen ist, desto größer ist auch die Menge des phosphorsauren Kalks, der ihn vor eiweißarmen Geweben der Pflanze auszeichnet.

So wird es klar, warum der Samen, in dem sich der Eiweißvorrath der Pflanzen aufspeichert, dem Stengel die Phosphorsäure entzieht. Die Menge der Phosphorsäure im Stroh ist dann besonders verringert, wenn ein bedeutendes Gewicht an Körnern erzeugt wurde.[35])

Die Hauptmasse ihres Leibes bildet die Pflanze aus der Kohlensäure der Luft. Ein Theil des Sauerstoffs dieser nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehenden Verbindung wird von der Pflanze ausgehaucht, während der Kohlenstoff nebst dem übrigen Sauerstoff in die Zusammensetzung der wichtigsten Pflanzenstoffe eingeht.

Bis zu einer gewissen Grenze läßt sich die Lebendigkeit des Wachsthums der Pflanze messen durch die Sauerstoffmenge, welche sich bei jenem Vorgang entwickelt. Aber bei Wasserpflanzen hört die Ausscheidung des Sauerstoffs, die Zersetzung der Kohlensäure in den grünen Theilen auf, wenn die Salze fehlen, die in den natür-

lichen Gewässern vorhanden sind [36]). Diese Salze sind die anorganischen Verbindungen des Erdbodens.

Ohne die anorganischen Stoffe ist also die Bildung der organischen Grundlage von Blatt und Stengel eine Unmöglichkeit.

Und die Thiere sind in dieser Beziehung durchaus der Pflanzen Ebenbild. Weder das Blut des Menschen, noch das der Wirbelthiere könnte sich entwickeln, wenn nicht die Erde das Eisen führte, das ihr die Pflanze entzieht. Und ohne phosphorsauren Kalk sind die eiweißreichen Theile des Thierkörpers so wenig wie die der Pflanze. Der phosphorsaure Kalk macht etwa die Hälfte unserer Knochen aus; er ist allgemein unter dem Namen der Knochenerde bekannt.

Kupfer übernimmt im Blut der Weinbergschnecke die Rolle des Eisens im Blut des Menschen (Harleß und von Bibra). Im Blut der Teichmuschel ersetzt der kohlensaure Kalk die phosphorsaure Verbindung dieser Erde, die im Blut der Wirbelthiere vorkommt (C. Schmidt).

Dem entsprechend finden wir kohlensauren Kalk in den knochenharten Theilen, den Stacheln, Gehäusen und Schalen von Stachelhäutern, Polypen und Weichthieren, während bei Menschen und Wirbelthieren die Knochen und Zähne ihre Festigkeit dem phosphorsauren Kalk verdanken.

Schwefelsaures Natron, Glaubersalz, zeichnet die

Knochen der Fiſche und der Lurche*) aus. Phosphorſaure Bittererde iſt in reichlicher Menge in den Zähnen der Dickhäuter vertreten (von Bibra).

Beim Thier und bei der Pflanze ſind Art und Gattung wie die Entwicklung der einzelnen Gewebe an die Aufnahme ganz beſtimmter Salze mit unumgänglichſter Nothwendigkeit gebunden.

In der harten Erdkruſte ſind die erſten Bedingungen gegeben für die Mannigfaltigkeit der Bewohner der Oberfläche unſeres Weltkörpers.

Die Rinde unſerer Erde enthält in reichlicher Menge die anorganiſchen Stoffe, welche zur größeren Hälfte die weſentlichen Beſtandtheile der Ackererde bilden. Am dichteſten zuſammengedrängt ſind jene Stoffe in Bergen und Felſen, bald weicher und formlos, bald in harten Kryſtallen. Und dieſe felſigen Berge liefern nicht bloß die Hämmer und Zangen, den Marmor und das Gold für unſere Schmieden und die Werkſtätten der Künſtler. Ihre anorganiſchen Beſtandtheile ſind auch die Werkzeuge, welche die organiſchen Stoffe verbinden zu Pflanzen und Thieren, die den Erdball beleben.

Es berſtet der Fels durch den Wechſel von Wärme und Kälte. Aber auch die kalte Wucht einer ewigen Schneedecke ſpaltet den Berg und ſprengt die Blöcke aus

*) Amphibien.

einander. Der ſchiebende Gletſcher, die reißenden Bäche und Waſſerfälle ſind gleichſam die Hammerwerke, die den Fels aus ſeinen Fugen treiben und ſeine Ecken zermalmen. In der Natur iſt nicht Raſt und nicht Ruhe. Jene Mächte der Zertrümmerung übertreffen nicht bloß die Gewalt des Tropfens, der durch öfteres Fallen den Sandſtein aushöhlt; das ewig brauſende und toſende Waſſer, die krachenden Eisthürme, die donnernde Lawine zertrümmern den Granit. Auch der Fels kann der Ewigkeit nicht trotzen.

Der Berg zerfällt in Trümmer, die Trümmer werden Staub. Ströme tragen den Staub in die Ebene; ſie düngen den Acker, denn ſie ertheilen ihm der Pflanzen unentbehrliche Nahrung.

In der Wetterau, zu Logroſan in Eſtremadura, bei Redwitz in der Nähe des Fichtelgebirges finden ſich ganze Lager von phosphorſaurem Kalk, von ſogenanntem Knochenſtein oder Knochenerde (Bromeis, Daubeny, Fikentſcher). [37])

Der Bergmann, der in der Wetterau oder in Eſtremadura dereinſt nach phosphorſaurem Kalk gräbt, ſucht mehr als Gold, er gräbt nach Weizen, gräbt nach Menſchen. Wir durchwühlen das Eingeweide der Erde, um die Heeresmacht beobachtender Sinne und ſinneskräftiger Gedanken zu vermehren. Und ſo hebt denn der Bergmann den Schatz des Geiſtes, den der Bauer

in Umlauf ſetzt, dem Rad der Zeitläufte ſeine erſte Triebkraft ertheilend. Der Bergmann, der im Schweiß ſeines Angeſichts mit Lebensgefahr ſein Leben erringt, er weiß es nicht, ob nicht der Stoff des beſten Kopfes durch ſeine Hände gleitet. Er ſetzt mit ſeiner verborgenen Arbeit vielleicht Jahrhunderte in Bewegung.

Sechster Brief.

Kreislauf des Stoffs.

Es ist ein dem menschlichen Hirn sehr geläufiges Verfahren, daß es im einzelnen Fall einen allgemeinen Schluß auf eine beschränkte Reihe von Beobachtungen gründet. Aus dieser Eigenschaft, an der wir Alle leiden, von der sich nur der Eine mehr, der Andre weniger frei zu halten weiß, erklären sich die schroffen Eintheilungen, durch welche wir unsre Fassungskraft zu steigern suchen.

So verkehrt es wäre, wenn man solchen Eintheilungen ein Bürgerrecht in der Wissenschaft gestatten wollte, so sicher ist es doch, daß gerade jene Versuche, die überall ineinander greifenden Erscheinungen, den kreisenden Strom des Naturlebens in fest begrenzte Fachwerke einzudämmen, erst neue Beobachtungen und dann Gedanken hervorrufen.

Dieses Loos ist auch dem zuerst von Ingenhouß gelehrten Satze zu Theil geworden, nach welchem die

Pflanze nur von anorganischen Nahrungsstoffen leben sollte.

Als man besonders durch Senebier's Forschungsgeist erfahren hatte, daß die Pflanzen im Licht die Kohlensäure zersetzen, die ihre Blätter beständig der Luft entziehen, als man später die Gewichtszunahme bestimmte, welche die Pflanze durch den in ihr zurückbleibenden Kohlenstoff erleidet, war der wichtige Satz gefunden, daß die Pflanze nicht nur zum Theil von der Luft lebt, sondern auch, daß sie den Hauptvorrath ihres Leibes dieser Nahrungsquelle entzieht. Nannte man doch seit langer Zeit den Kohlenstoff den Pflanzenzeuger.

Freilich enthält die Pflanze außer Zellstoff und Zucker, außer Stärkmehl, Fett und Wachs, die alle nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sind, auch Eiweiß, das in Verbindung mit diesen Grundstoffen noch Stickstoff enthält.

Aber auch die Luft führt Stickstoff und zwar nicht nur frei, sondern auch mit Wasserstoff zu Ammoniak verbunden. Dieses Ammoniak führen Thau und Regen der Erde zu, die Pflanzenwurzel nimmt es auf.[38])

Ihre Salze und Wasser findet die Pflanze im Boden. Und damit ist es allerdings erwiesene Thatsache, daß die Pflanzen unter Umständen ausschließlich von anorganischen Stoffen leben können. Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und Salze sind lauter Stoffe, die sich durch

die Einfachheit ihrer Mischung und durch das Zerfallen ihrer Verbindungen in die nämlichen einfachen Stoffe, aus denen sie hervorgegangen sind, als anorganische Körper den von Pflanzen und Thieren oder durch die Kunst hervorgebrachten organischen Verbindungen gegenüberstellen.

Die Flechte, die auf ödem Gemäuer fortwuchert, lebt thatsächlich von anorganischen Stoffen, von Luft und Salzen.

Umgekehrt ist es der Ausdruck der bekanntesten Erfahrung, daß weder der Mensch, noch irgend ein höheres Thier von Luft und Salzen leben kann.

Mit Recht wurde es als neuer und wichtiger Grundsatz verkündigt, daß die Pflanze Luft und Erde in organische Formen bringt. Und jene Neigung zum Gegensatz, der die befangenen Vorstellungen von einer zweckmäßigen Einrichtung der Natur immer Nahrung geben, überwies es den Pflanzen als einzige Aufgabe, anorganische Stoffe aufzunehmen, um sie dem Thier in organische Nahrung zu verwandeln.

Die Pflanze lebt von anorganischen Stoffen, während das Thier der organischen Nahrung bedarf, so lautete die Unterscheidung. Und die Eintheilung sollte noch gewinnen, indem man der Pflanze die Eigenschaft zuschrieb, ausschließlich Luft und Salze als Nahrung zu verarbeiten.

Aber die Verbrennung, welcher Pflanzen und Thiere, lebend und todt, durch die allseitige und fortwährende

Einwirkung des Sauerstoffs der Luft unterliegen, schreitet nicht gleich fort bis zur Bildung von Kohlensäure und Wasser. Das fallende Laub, die Stoppeln und Brachfrüchte, Stalldünger und Leichen helfen die Dammerde bilden. Sie schwängern den Erdboden mit organischen Stoffen. Die Dammsäure*), die Quellsäure und die Quellsatzsäure sind ebenso viele aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehende Körper, die in keiner guten Ackererde fehlen.

Im Boden sind diese Säuren an Ammoniak gebunden. Quellsaures Ammoniak ist ein Körper, der Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthält. In quellsatzsaurem Ammoniak sind diese Grundstoffe nahezu in demselben Verhältniß wie im Eiweiß vorhanden[39]) (Berzelius, Mulder).

Dadurch schien es natürlich erklärt, daß die stickstoffarme Flechte gedeiht auf nackten Felsen, während eiweißreicher Weizen des Düngers Nährkraft erfordert.

Ingenhouß und Liebig schrieben jedoch nur den anorganischen Stoffen des Düngers die fruchtbare Wirkung zu. Und weil der Dünger und die Dammerde Gemenge sind, so erfordert die Annahme, daß Dammsäure und Quellsäure als solche die Pflanze nähren, einen unmittelbaren Beweis.

---

*) Huminsäure.

De Sauſſure hat ihn geliefert. Er hat durch Wägung die Menge des dammſauren Kalis beſtimmt, die in geſunde Pflanzen übergeht. Ich habe den Uebergang von dammſaurem Kali in die Zwiebel und Wurzelfaſern des ächten Safrans beobachtet. Und Malaguti hat ganz neuerdings die Menge von torfſaurem Ammoniak*) gewogen, welche das Wieſenſchaumkraut**) dem Boden entnahm, und zugleich das Gewicht, um welches die Pflänzchen unter dem begünſtigenden Einfluß des torfſauren Ammoniaks zugenommen hatten, im Vergleich zu anderen, denen dieſer Nahrungsſtoff nicht zur Verfügung ſtand.[39a])

Mulder und Soubeiran haben den günſtigen Einfluß von Löſungen der organiſchen Stoffe der Dammerde durch den Verſuch ermittelt.

Demnach iſt es natürlich, daß die Wucherungen jener kleinen Pflänzchen, die wir Schimmel nennen, und deren Verwandte in der Pflanzenwelt reich ſind an Stickſtoff, organiſchen Boden lieben. Bei der trocknen Fäule des Holzes verwandeln ſich die organiſchen Stoffe, die vorher die Holzzellen bildeten, in Zellen eines Pilzes, deſſen Fäden das Holz allmälig verdrängen. In der bekannten Krankheit der Seidenwürmer, der gefürchteten

*) Ulminſaures Ammoniak.

**) Cressonette. Malaguti. Cardamine pratensis.

Muscardine, wächst ein Pilz aus den Blutkörperchen der Raupe hervor. Eine Pflanzung von Pilzen kann den Zucker vernichten; der rothe Ueberzug, den man bisweilen auf verdorbenem Zucker antrifft, besteht aus Arten einer neuen Gattung jener wuchernden Pflänzchen.[40])

Je mehr eine Pflanze Eiweiß erzeugt, desto unentbehrlicher sind ihr die organischen Säuren der Dammerde. Und wir wissen durch Mulder, daß diese Säuren durch ihre Verwandtschaft zum Ammoniak, das dem Eiweiß den Stickstoff liefert, im höchsten Grade ausgezeichnet sind.

Dennoch verharrt Liebig seit Jahren so fest bei seiner Behauptung, daß der Dünger nur durch anorganische Stoffe wirkt[41]), daß er die von Mulder und Johnston, von Soubeiran, Malaguti und so vielen Anderen bis in die neueste Zeit mit Recht vertheidigte Lehre, die Dammerde nütze auch durch ihre organischen Bestandtheile, „verlassen" wähnt.[42])

Liebig sagt: „Wir wissen, daß bei den Seege-
„wächsen von einer Zufuhr an Nahrung, von Humus
„(Dammerde), durch die Wurzel nicht die Rede sein
„kann"[43]). Warum? Fehlen etwa im Meere die Bedingungen der Verwesung, welche die untergegangenen Pflanzen in Dammsäure, in Quellsäure und Quellsatzsäure verwandeln? Aber, gesetzt sie fehlten, so würden der Riesentang und andere Seegewächse sich dem Beispiel

der ohne Dammerde wachſenden Flechten anreihen. Daß deshalb anderen Pflanzen die Dammſäure nicht zur Nahrung gereicht, iſt keine Folge. Oder eſſen wir kein Fleiſch, weil der Grönländer von Fiſchen und die Bewohner mancher Inſeln der Südſee von der Brodfrucht leben?

Aber Kalk nützt, wirft Liebig weiter ein. Und Kalk könnte nicht nützen, wenn die Dammſäure Vortheil bringt, denn Kalk zerſtört die Dammſäure[44]). Es iſt klar, daß hier eine ähnliche Verwechslung eines Wahrſcheinlichkeitsgrundes mit einem Beweiſe Liebig's Schluß verdunkelt. Wenn Kalk ſich unter Umſtänden nützlicher erweiſt als Dammſäure, iſt deshalb Dammſäure wirkungslos?

Kalk läßt überdies das dammſaure Ammoniakſalz unverſehrt. Ja, Kalk kann ſich ſogar mit der Dammſäure verbinden. Liebig ſelbſt hat den Verſuch gemacht, die Menge der Dammſäure, die etwa in die Pflanze übergehen könnte, nach dem Kalkgehalt der Pflanzen zu beſtimmen. Alſo muß der Kalk die Dammſäure wohl nicht vollſtändig zerſtören. Das Kalkſalz wäre nach Liebig ſogar das verbreitetſte und an Dammſäure reichſte der Salze.[45])

Um das Maaß des Widerſpruchs mit ſich ſelbſt zu füllen, hat Liebig ſich gerade aus dem Grunde gegen die Wirkſamkeit der Dammſäure entſchieden, weil die Menge des Kalks, die in der Pflanze vorkommt, zu

klein ſei, um dieſer eine erhebliche Menge von eben der Dammſäure zuführen zu können, welche der Kalk zerſtören ſoll.

Dammſaurer Kalk wäre ferner nach Liebig eine Verbindung, die ſo viel Waſſer erfordert, um gelöſt zu werden, daß der Regen, der auf den Acker herabſtrömt, bei Weitem nicht hinreichen könnte, um der Pflanze viel Kohlenſtoff in der Form von Dammſäure zuzuführen.

Gewiß wäre dieſer Einwurf von großer Bedeutung, wenn Liebig's Behauptung, der dammſaure Kalk ſei das verbreitetſte der Salze dieſer Säure, ihre Richtigkeit hätte. Dem iſt aber nicht ſo. Nicht nur, daß dammſaures Ammoniak viel reichlicher in der Ackererde enthalten iſt, die Verbindung der Dammſäure mit dem Ammoniak iſt auch ſo feſt, daß eine der ſtärkſten Säuren, das Vitriolöl oder die Schwefelſäure, nicht im Stande iſt, dieſelbe vollſtändig zu zerlegen (Mulder).

Nun iſt aber dammſaures Ammoniak ebenſo leicht, wie die Verbindung des Kalks mit der Dammſäure ſchwer in Waſſer löslich. Dammſaures Ammoniak iſt zweitauſendmal leichter in Waſſer löslich als dammſaurer Kalk.

Unter anderen Wahrſcheinlichkeitsgründen gegen die Fruchtbarkeit der Dammerde erhebt Liebig den Einwand, daß wir den Ertrag der Pflanzen an Kohlenſtoff bis zu einer gewiſſen Grenze durch Zufuhr von Stoffen

steigern können, die keinen Kohlenstoff enthalten [46]). So richtig diese Thatsache, so nichtig ist der Einwand. Es unterliegt, besonders nach den lehrreichen Untersuchungen von Cloëz und Gratiolet, nicht dem mindesten Zweifel, daß die Pflanze die Kohlensäure der Luft nicht zerlegen, ihren Kohlenstoff nicht binden kann, ohne die Anwesenheit von geeigneten Salzen im Acker. Weil diese Salze nützen, schließt Liebig, nützt die Dammsäure nicht. Nach derselben Folgerungsweise nützt auch die Kohlensäure nicht, das Wasser nicht, ja nützen selbst die Salze nicht, mit Ausnahme eines einzigen, das man beliebig zu dieser Betrachtung unter den anorganischen Bestandtheilen der Pflanze wählen kann.

Das sind die Abwege, auf denen man sich verliert, wenn man sich darauf einläßt, eine Ansicht mit Wahrscheinlichkeitsgründen, statt mit Beweisen zu stützen. Und darin liegt auch die Zähigkeit eines solchen Irrthums. Denn Wahrscheinlichkeitsgründe schießen wie Pilze aus der Erde.

Ich habe bisher zwar die wichtigsten, aber noch lange nicht alle Erwägungen widerlegt, die Liebig mit den Reizen einer fesselnden, oft blitzartig leuchtenden Darstellung ausgeschmückt hat. Wir müssen noch einen Haupteinwurf in Betracht ziehen.

„Der Ertrag einer Wiese oder der gleichen Fläche „Wald an Kohlenstoff ist unabhängig von einer Zufuhr

„von kohlenſtoffreichem Dünger“[47]). Wie aber, wenn es ſich bei der Zufuhr von dammſaurem Ammoniak viel mehr um die Anweſenheit einer ſehr günſtig zuſammengeſetzten Verbindung von Stickſtoff, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff handelte, als um die Steigerung des Ertrags an Kohlenſtoff, die freilich mittelbar zugleich gegeben iſt? Unſre Feldfrüchte ſind nicht bloß deshalb ſo dringend auf Dünger angewieſen, weil dieſer die Bodenſalze vermehrt oder ergänzt, ſondern auch darum, weil die Erzeugung von ſtickſtoffreichem Eiweiß, die wir beim Feldbau beabſichtigen, durch die Ammoniakverbindungen der organiſchen Säuren der Ackererde auf's Kräftigſte gefördert wird.

Niemand — ſo lange die obſchwebende Frage wiſſenſchaftlich erörtert wurde — durchaus Niemand hat geglaubt, daß die Pflanze einen großen oder gar den größten Theil ihres Kohlenſtoffs der Dammſäure verdankt. De Sauſſure, jener gründliche Vertheidiger der organiſchen Pflanzennahrung, hat ſchon hervorgehoben, daß Pflanzen in fruchtbarer Gartenerde höchſtens $^1/_{20}$ ihres Gewichts den organiſchen Stoffen des Bodens verdanken können.[48])

Wenn aber die Pflanze wirklich nur den kleinſten Theil ihres Kohlenſtoffs von Dammſäure, Quellſäure und Quellſatzſäure herleitet, wird dadurch bewieſen, daß die Pflanze von jenen Säuren gar keinen Kohlenſtoff bezieht?

Liebig selbst, überwältigt von der Macht der Thatsachen, giebt eine Wirkung der Dammerde zu, eine Wirkung eben dadurch, daß sie den Pflanzen Kohlenstoff liefere. „Die Wirkung des Humus“ (der Dammerde) „besteht in einer beschleunigten Entwicklung der Pflanze, „in einem Gewinn an Zeit; in allen Fällen wächst durch „den Humus der Ertrag an Kohlenstoff.“ „Das Mo„ment der Zeit muß bei der Kunst des Ackerbaues mit „in Rechnung genommen werden, und in dieser Be„ziehung ist der Humus für die Gemüsegärtnerei von „ganz besonderer Wichtigkeit.“ [49])

Und doch soll der Ertrag einer Wiese oder der gleichen Fläche Wald an Kohlenstoff unabhängig sein von einer Zufuhr kohlenstoffreichen Düngers?

Es ist klar, Liebig kann, seinem allgemeinen Lehrsatz zum Trotz, die Wirkung der Dammerde als einer Quelle von Kohlenstoff nicht folgerichtig läugnen. Allein den Satz, daß niemals organische Stoffe der Pflanze zur Nahrung gereichen, giebt er dennoch nicht auf. Liebig läßt die Dammsäure durch fortschreitende Verwesung erst ganz in Kohlensäure und Wasser zerfallen, bevor sie von der Wurzel aufgenommen wird. Die Kohlensäure des Bodens soll dann die Kohlensäure der Luft ergänzen, sie soll die phosphorsauren Erdsalze des Bodens lösen, doppeltkohlensaure Salze bilden, die unlöslichen Kieselerdeverbindungen in lösliche Formen überführen. Dadurch meh-

ren ſich die Wurzelfaſern, alſo mittelbar die Blätter und die Aufnahme von Kohlenſäure der Luft.[50])

Daß ein Theil der organiſchen Säuren durch fortſchreitende Verweſung zu Kohlenſäure und Waſſer verbrennt, iſt eine unbeſtreitbare Thatſache. Aber weil die Verweſung eine ſehr langſame Verbrennung darſtellt, eben deshalb ſind die Ammoniakſalze organiſcher Säuren reichlich im Acker enthalten. Daß ſie als ſolche in die Pflanzen übergehen, iſt durch unmittelbare Beobachtung erwieſen. Daß ſie endlich auch durch Zufuhr von Kohlenſtoff nützen, hat Liebig inmitten ſeiner widerſprechenden Behauptungen ſelbſt nachdrücklich ausgeführt. Für den Ausſpruch, daß alle Dammſäure vorher in Kohlenſäure und Waſſer zerfallen müſſe, liegt nicht einmal der Verſuch eines Beweiſes vor.

„Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Ge„treidepflanzen unentbehrlichen phosphorſauren Salze, im „Fall ſie ihm fehlen, ſo haben wir alle Bedingungen zu „einer reichlichen Erndte erfüllt, denn die Atmoſphäre iſt „ein ganz unerſchöpfliches Magazin an Kohlenſäure“[51]). Das iſt ein Lieblingsgrund bei Liebig. Die Luft liefert den Kohlenſtoff in unerſchöpflichem Ueberfluß. Wozu ſoll alſo die Dammerde noch Kohlenſtoff liefern? Demnach liefert die Dammſäure keinen. Es iſt der alte Standpunkt der Zweckmäßigkeits-Vorſtellungen, auf dem man alles wahrſcheinlich machen, und nichts beweiſen

kann. Man braucht ſolche Beweisgründe nur nackt und einfach hinzuſtellen, um für den geſunden Menſchenverſtand keines Worts zur Widerlegung mehr zu bedürfen.

Ich habe Liebig's Scheingründe, die ſich unverbeſſerlich wiederholen, mit mehr Ausführlichkeit bekämpft als ſonſt in ein Volksbuch gehört. Liebig nennt aber in einem Buch, das nicht nur für ſelbſtändig prüfende Fachmänner, ſondern für die ganze gebildete Welt beſtimmt iſt, die Humustheorie „verlaſſen". Damit läßt ſich ſeine Anſicht von den Ernährungsquellen der Pflanzen nicht durchkämpfen. De Sauſſure, Mulder und der erſte Agriculturchemiker, den das praktiſch am weiteſten vorangeſchrittene Land der Erde beſitzt, Johnston, Soubeiran, Malaguti und viele Andere vertheidigen die Wirkung des dammſauren Ammoniaks nicht mit dem Gewicht ihrer Namen oder eines zwingenden Machtſpruchs, ſondern mit Thatſachen, die ſich nicht beherrſchen laſſen.

Wenn die Dammſäure, die Quellſäure und Quellſatzſäure vorzugsweiſe an Ammoniak gebunden in die Pflanzenwurzel übergehen, wenn überdies das quellſatzſaure Ammoniak Stickſtoff, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff nahezu in demſelben Verhältniß führt wie das Eiweiß, dann muß das Ammoniak in der Ackererde für das Gedeihen der Feldfrüchte wenigſtens ebenſo wichtig ſein wie jene organiſchen Säuren.

Ja, das Ammoniak ist noch wichtiger. Denn es läßt sich nicht bezweifeln, daß die Pflanze die Hauptmenge ihres Stickstoffs ebenso dem Ammoniak verdankt, wie bei weitem der größere Gewichtstheil ihres Kohlenstoffs von der Kohlensäure hergeleitet werden muß.

Darum war es eine so bedeutende Leistung Liebig's, daß er den Ammoniakgehalt der Luft und des Regens kennen lehrte. Die Menge des Ammoniaks in der Luft ist einem sehr beträchtlichen Wechsel unterworfen, schon deshalb, weil diese Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff so begierig vom Wasser aufgenommen wird, daß jeder Regen beinahe alles Ammoniak aus dem Luftkreis entfernt.

So wird denn mit jedem Regen dem Acker die fruchtbarste Stickstoffverbindung zugeführt, die den Pflanzen zur Nahrung gereicht, mit dem Gewitterregen in der bedeutendsten Menge. Die segnende Wirkung des Regens ist also nicht beschränkt auf die Lösung der im Boden vorhandenen Körper; mit dem Regen strömt einer der wichtigsten Nahrungsstoffe der Pflanzen auf Feld und Garten herab.

Noch wichtiger als diese Quelle des Ammoniaks ist aber eine andere, in der Ackererde selbst entspringende, die vorzüglich Mulder's Forschergeist aufgedeckt hat. Liebig hat sie mit Unrecht bekämpft.[52])

Es ist nämlich eine der wichtigsten Eigenschaften des

Wasserstoffs, daß er in dem Augenblick, in welchem er sich frei aus seinen Verbindungen entwickelt, mit verdichtetem Stickstoff eine neue Verbindung eingeht, die nichts Anderes ist als Ammoniak.

Eisen ist ein Grundstoff, Wasser eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff. Wenn wir Wasser mit Eisen mischen, dann entzieht das Eisen dem Wasser den Sauerstoff. Es entsteht Eisenrost, eine Verbindung von Eisenoxyd mit Wasser, und Wasserstoff wird frei.

Alle lockeren pulverförmigen Gemenge verdichten luftförmige Körper, z. B. den Stickstoff. Die Eisenfeile ist ein solches lockeres Pulver. Wenn wir der Eisenfeile Wasser zusetzen, bildet sich nicht bloß Eisenrost. Der aus dem Wasser freiwerdende Wasserstoff verbindet sich mit dem in der Eisenfeile verdichteten Stickstoff zu Ammoniak.

Die Ackererde übernimmt die Rolle von Wasser und Eisenfeile zugleich. Sie verdichtet Stickstoff in ihren Poren, und die verwesenden Stoffe der Dammerde sind Quellen von Wasserstoff, der sich im Augenblick des Freiwerdens mit dem verdichteten Stickstoff paart.

In guter Ackererde kann dammsaures Ammoniak nicht fehlen.

Aber in dem dammsauren Ammoniak vereinigen sich Luft und Erde und verwesende Ueberbleibsel von Pflanzen und Thieren, um den wichtigsten Nahrungsstoff für

das Gedeihen der Frucht zu liefern. Die Luft giebt den Sauerstoff, der die Verwesung bedingt. Verwesung ist nichts als eine langsame Verbrennung. Der Sauerstoff ist aber die Ursache, daß sich aus dem verwesenden Körper Wasserstoff entwickelt. Es ist wiederum die Luft, aus welcher der Stickstoff stammt, dem der Wasserstoff im Augenblick des Freiwerdens begegnen muß. Die Erde verdichtet den Stickstoff in den kleinsten Zwischenräumen ihrer Krume. Aus verwesenden Thieren und Pflanzen geht die Dammsäure hervor.

Dammsaures Ammoniak ist der wichtigste Nahrungsstoff für Weizen und Erbsen, für die kräftigsten Nahrungsmittel des Menschen, weil es sich am leichtesten in Eiweiß verwandelt, in jene hoch zusammengesetzte, auf hoher Stufe organischer Mischung stehende Verbindung von Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die den ersten Anstoß giebt zum Leben der Pflanze. Zum Leben, das heißt zum Stoffwechsel.

Lösliches Eiweiß oder Stoffe, die mit dem löslichen Eiweiß den höchsten Grad von Uebereinstimmung zeigen, versetzen das Stärkmehl der Samen und Wurzeln in den gelösten Zustand, das heißt, sie setzen dieselben in Bewegung.

Diese Bewegung bedingt das Keimen.

Schon ragen die ersten grünen Blättchen aus der Erde hervor und schon beginnt die Aufnahme von Koh-

lensäure der Luft, welche mit Hülfe von Ammoniak, Wasser und Salzen jene unscheinbaren Blättchen in Busch und Wald verwandeln kann.

Die Zersetzung der Kohlensäure, welche das üppige Wuchern der Pflanze möglich macht, geht in allen grünen Pflanzentheilen vor sich, die vom Licht beschienen werden. Ja, es ist diese Zersetzung nicht einmal auf die rein grünen Theile ausschließlich beschränkt. Auch die grüngelben Blätter der auf Obstbäumen schmarotzenden Eichenmistel vermögen die Kohlensäure zu zerlegen (Luck).[53])

Aber die Kohlensäure stammt von athmenden Menschen und Thieren, von dem Holz und den Steinkohlen, die wir verbrennen. Die Pflanze führt den Kohlenstoff in den Kreis des Lebens zurück.

Gebunden wird indeß der Kohlenstoff nur, wenn die Pflanze zugleich Salze im Boden vorfindet und Sauerstoff in der Luft. Wenn der Sauerstoff fehlt, vermögen die grünen Blätter selbst im Licht die Kohlensäure nicht zu zersetzen (Theod. de Saussure)[54]). Luft und Erde machen erst die Kohlensäure fruchtbar, die sich sonst anhäufen würde zur Qual, zur Lebensgefahr von Menschen und Thieren.

Wie das Korn auf dem Felde, so sammelt das Vieh auf der Weide das Ammoniak und die Kohlensäure, nachdem sie in Eiweiß verwandelt sind, in einer Gestalt,

die dem Menſchen zur Nahrung am tauglichſten iſt. Erzeugung von Eiweiß, von Fett und Salzen iſt für den Ackerbau und die Viehzucht gleichmäßig Hauptziel.

Derſelbe Kohlenſtoff und Stickſtoff, welche die Pflanzen der Kohlenſäure, der Dammſäure und dem Ammoniak entnehmen, ſind nach einander Gras, Klee und Weizen, Thier und Menſch, um zuletzt wieder zu zerfallen in Kohlenſäure und Waſſer, in Dammſäure und Ammoniak.

Hierin liegt das natürliche Wunder des Kreislaufs. Mir ſcheint es platt, um nicht zu ſagen fade, wenn man es wunderbar findet, daß der Kohlenſtoff unſres Herzens, der Stickſtoff unſres Hirns früher vielleicht einem Aegypter oder Neger angehörte. Dieſe Seelenwanderung wäre die engſte Folgerung aus dem Kreislauf des Stoffs. Das Wunder liegt in der Ewigkeit des Stoffs durch den Wechſel der Form, in dem Wechſel des Stoffs von Form zu Form, in dem Stoffwechſel als Urgrund des irdiſchen Lebens.

Alle Mühe des Menſchen bewegt ſich auf Bahnen, die in jenen Kreislauf einmünden wie Strahlen. Das Ringen iſt näher und ferner dem Mittelpunkt, je nach den Graden des Bewußtſeins. Je näher wir aber dem Mittelpunkt ſtehen, je klarer wir uns bewußt ſind, daß wir durch die richtige Paarung von Kohlenſäure, Ammoniak und Salzen, von Dammſäure und Waſſer an

der höchsten Entwicklung der Menschheit arbeiten, desto mehr wird auch das Ringen und Schaffen veredelt, mit dem wir das Rollen der Elemente auf den kürzesten Weg innerhalb des Kreislaufs zu bannen suchen.

Denn das ist die erhabene Schöpfung, von der wir täglich Zeugen sind, die nichts veralten und nichts vermodern läßt, daß Luft und Pflanzen, Thiere, Menschen sich überall die Hände reichen, sich immerwährend reinigen, verjüngen, entwickeln, veredeln, daß jedes Einzelwesen nur der Gattung zum Opfer fällt, daß der Tod selbst nichts ist als die Unsterblichkeit des Kreislaufs.

Siebenter Brief.

Die Pflanze und der Boden.

Wenn man die getrockneten Blätter der Theeſtaude verbrennt, dann kann man an der Farbe der Aſche unterſcheiden, ob man es mit chineſiſchem oder mit Java-Thee zu thun hat. Durch den bedeutenden Gehalt an Eiſenoxyd iſt die Aſche des letztern viel röther gefärbt. Auch der Aufguß des Java-Thee's iſt dunkler als der des chineſiſchen, weil das Eiſenoxyd mit der Gerbſäure der Theeblätter eine ſchwarzblaue Verbindung eingeht (Mulder).

Es iſt klar, daß der Eiſengehalt des Bodens jener fruchtbaren Inſel die Urſache ſein muß, weshalb der Java-Thee noch immer dem chineſiſchen nicht ganz gleich zu ſetzen iſt. Und wenn im Süden der Vereinigten Staaten Nord-Amerikas, in Alabama, Georgien und Süd-Carolina, wenn gar in Braſilien der Theebau nur allmälig die Blüthe und Vorzüge erreicht, die in China

gegeben sind, so hat man die Gründe zu einem großen Theil im Boden zu suchen.

Die feine Teltower Rübe verläßt den Märker Sand nur auf Kosten ihres Geschmacks. Im üppigen Boden der Rheinprovinz verwandelt sie sich in unförmliche Knollen, in denen der Berliner sein Lieblingsgericht nicht wieder erkennt.

Wie der Thee und die Rüben, so der Tabak und die Rebe. Der Havannah artet auf Java allmälig aus. Man hat es umsonst versucht, in Amerika durch europäische Reben ein dem Rheinwein gleiches Erzeugniß zu erzielen. [55])

Alle diese Thatsachen erklären sich auf die befriedigendste Weise durch das regelmäßige Verhältniß der organischen Grundlage der Pflanzen zu den Salzen des Bodens.

Ob ein Baum süße oder bittere Mandeln trägt, hängt lediglich vom Standort ab. Liebig berichtet von Fällen, in denen es hinreichte, einen Baum, der bittere Mandeln trug, zu versetzen, um süße Mandeln zu erzeugen. In letzteren fehlt der eigenthümliche Mandelstoff*), der sich durch eine in allen Mandeln vorhandene Hefe in Bittermandelöl und Blausäure verwandelt.

Kartoffeln, die im Keller keimen, enthalten einen

---

*) Amygdalin.

giftigen Körper, der ſich auszeichnet durch ſeine Verwandtſchaft zu Säuren. An die Stelle der Alkalien oder Erden, welche die über dem Boden liegenden Knollen nicht aufnehmen konnten, tritt ein organiſches Alkali, das ſich in der Pflanze ſelbſt entwickelt. Je weniger Kalk der Chinabaum im Boden vorfand, deſto mehr Chinin iſt in der Rinde an Chinaſäure gebunden. So kann im Mohnſaft die Mohnſäure*) durch Schwefelſäure vertreten werden.

Es iſt eine merkwürdige Beobachtung der neueſten Zeit, daß die Weine Jod führen. Unter den franzöſiſchen Weinen iſt dieſer Grundſtoff am reichlichſten vertreten in dem Wein der Granithügel von Beaujolais und Mâconnais, am ſpärlichſten in dem auf weißer Kreide gewachſenen Champagner. Der Bordeaurwein von der Tertiairſchichte der Gironde iſt ärmer an Jod als das Gewächs der grünen Kreide, die ſich von Cahors bis nach la Rochelle erſtreckt (Chatin).[56])

Wenn die gemeine Brunnenkreſſe in fließendem Waſſer wächſt, iſt ſie als Arzneimittel beſonders geſucht. Sie verdankt einen Theil ihrer Heilkraft dem Jod, das ihr von fließendem Waſſer immer neu zugeführt wird und deshalb reichlicher in ihr vorkommt, als in Brunnenkreſſe, die aus ſtehendem Waſſer geſammelt wurde (Chatin).

Der Vortheil der Brache, der Wechſelwirthſchaft, des

*) Mekonſäure.

Mineraldüngers, der Nutzen von Gyps, von Mergel und Knochen sind ebenso viele sprechende Beweise für das stoffliche Verhältniß der Pflanze zum Boden, das im Leben längst als Thatsache feststand, bevor es die neuere Wissenschaft begreifen lehrte.

Auch der fruchtbarste Boden wird zuletzt erschöpft. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß die Weinberge Kali erfordern. Wir haben es neuerdings durch Berthier gelernt, daß dieses Kali nur zu einem sehr kleinen Theile in die Trauben, dagegen großentheils in Holz und Blätter der Reben übergeht[57]). Aber die Traube setzt die Rebe voraus. Und wenn auch Bousſingault, der wissenschaftlichste Bearbeiter landwirthschaftlicher Fragen, erwiesen hat, daß Kartoffeln, Weizen und Runkelrüben dem Boden mehr Kali entziehen als der Weinstock[58]), so ist doch das Kali im Boden auch für die Rebe Bedürfniß. Und zwar nicht bloß weil die Rebe Kali führt. Durch die kohlensauren Alkalien des Kuhmistes wird nach Liebig die Menge des Zuckers in den Trauben vermehrt.

Weil Kartoffeln dem Boden das Kali entziehen, würde man durch Kartoffeln einen Weinberg verderben; es würde in der Erde eine Quelle erschöpft, die für den Weinstock fließen muß.

Einer gleichen Flächeneinheit des Bodens wird vom Weizen in derselben Zeit fünfmal soviel Kali und Phosphorsäure entzogen als von einem Buchenwald, und

Kiefern begnügen sich mit etwas mehr als der Hälfte jener Stoffe, welche die Buchen in Anspruch nehmen. Hierin ist einer der merkwürdigsten Gegensätze zwischen Feldbau und Forstwirthschaft gegeben (Fresenius).[58a])

Salm-Horstmar hat gelehrt, daß die Haferpflanze bei Mangel an Eisen ihre grüne Farbe einbüßt, daß sie bleichsüchtig wird und die Fähigkeit verliert, Blüthe und Frucht zu erzeugen.[59])

Fluorcalcium schadet der Haferpflanze[60]), während es in der Gerste vorkommt. Kochsalz schadet leicht dem Buchweizen, während es bei gleichzeitiger Anwesenheit von Dammerde für Gerste und Hafer nützlich ist (E. Wolff).[61])

Roher Gyps, salpetersaures Kali, salpetersaures Ammoniak und schwefelsaures Natron sind nach Isidore Pierre die fruchtbarsten mineralischen Düngmittel für Klee, und zugleich, trotz dem hohen Preise der salpetersauren Salze, die billigsten im Vergleich zum Ertrage.[62])

Die Thatsache, daß unsere Getreidesamen so auffallend reich sind an stickstoffhaltigem Kleber, an Phosphorsäure und Bittererde, veranlaßte denselben ausgezeichneten Forscher zu versuchen, ob nicht ein Doppelsalz, welches Phosphorsäure, Bittererde und Stickstoff in der Form von Ammoniak in sich vereinigt, auf die Ergiebigkeit der Erndten fruchtbar wirken würde. Es zeigte sich in der That, daß phosphorsaures Bittererde-Ammoniak,

in einer Menge von 150 bis 500 Kilogramm dem Hektar zugesetzt, eine außerordentlich günstige Wirkung entfaltet. Weizenkörner wurden in Folge jenes Zusatzes um 3 Procent schwerer, und der Ertrag des Buchweizens wurde reichlich versechsfacht. [62a])

Verschiedene Pflanzenarten erfordern also bestimmte Mineralbestandtheile im Acker, die, wenn sie fehlen, durch die Kunst ergänzt werden müssen.

Hiernach kann die Aufgabe des Landwirths auf doppelte Weise gelöst werden. Entweder wird der Acker als gegeben betrachtet, und dann hat man je nach dem Acker die Frucht zu wählen. Oder aber die zu erzielende Erndte wird als feststehend angenommen, dann hat man den Dünger je nach der Beschaffenheit des Bodens einzurichten.

Da zum Beispiel nach Bouſſingault Kartoffeln und Runkelrüben beide dem Boden eine außerordentliche Menge von Kali entziehen, so wird es unzweckmäßig sein, auf einem Acker, dessen Kaligehalt durch Kartoffeln erschöpft ist, Runkelrüben zu bauen. Man wählt im Einklang mit der Beschaffenheit des Ackers eine andere Frucht, die nicht auf Reichthum an Kali angewiesen ist, oder verbessert den Boden durch Brachfrüchte, die kurz vor der Blüthe eingeackert werden. Letztere theilen den höheren Schichten der Erde die Salze mit, welche ihre Wurzeln aus der Tiefe aufgenommen haben. Während

der Brache aber ist außerdem die Verwitterung thätig; es werden neue Mengen von kieselsaurem Kali neuen Erndten zur Verfügung gestellt.

Auf dieser Kenntniß der Bedürfnisse der einzelnen Pflanzen beruht das Geheimniß der Wechselwirthschaft, der Brache, und es ist Liebig's unsterbliches Verdienst, daß er in der fruchtbarsten Weise den hierher gehörigen dunklen Erfahrungssätzen wissenschaftliche Gründe untergebreitet, an die Stelle des Geheimnisses ein offen erkanntes Naturgesetz gebracht hat.

Im Weinberg ist das Verhältniß umgekehrt, mit dem Acker verglichen. Er soll Jahr ein, Jahr aus Trauben liefern. Die Wahl der Pflanze richtet sich nicht nach dem Boden, also muß der Dünger der Rebe entsprechen. Darum bringen wir mit dem Kuhmist kohlensaure Alkalisalze in den Weinberg. Denn fehlen diese so weit, daß der Weinstock die erforderliche Menge für Blatt und Rebe nicht aufnehmen kann, dann hilft keine Sonne, einen guten Jahrgang zu erzeugen.

Ohne Rebe und Blätter keine Trauben. Nichtsdestoweniger ist es in manchen Fällen von Belang zu wissen, daß der eine Bestandtheil den Stengel, der andere die Frucht begünstigt. So wird nach Wolff durch kohlensaures Kali das Wachsthum aller Theile befördert, die vorzugsweise Zellstoff enthalten, die Entwicklung von Blatt und Stengel, während phosphorsaure Salze das

Gedeihen der Frucht bewirken [68]). Es ist bekannt, daß die Frucht in allen Fällen durch ihren Reichthum an Phosphorsäure und an Eiweiß ausgezeichnet ist. Phosphorsaure Salze und eiweißartige Körper sind die Ursachen, weshalb kein anderer Pflanzentheil mit der Frucht des Weizens, mit dem Samen der Hülsenfrüchte verglichen werden kann. Der Ackerbau, sofern er sich mit dem unmittelbarsten Bedürfniß, mit der Ernährung des Menschen befaßt, kennt keine höhere Aufgabe, als die Erzeugung von Eiweiß und das Sammeln von phosphorsaurem Kali und den phosphorsauren Verbindungen des Kalks und der Bittererde.

So wird es denn verständlich, warum das Streben der Zeit immer bewußter darauf gerichtet ist, im einzelnen Fall den rechten Mineraldünger zu erkennen. Und wenn wir uns bei der stets wachsenden Bevölkerung die Möglichkeit denken, daß Mangel an phosphorsaurem Kalk, Mangel an Knochenerde, eintreten sollte, dann gewinnen die Entdeckungen der Lager von Knochenstein, von phosphorsaurem Kalk in der Wetterau und in Estremadura ihre höchste Bedeutung.

Der Mineraldünger nützt indeß nicht bloß durch die festen Salze als solche. Der kohlensaure Kalk, die kohlensauren Erden überhaupt, die kohlensauren Alkalisalze geben in der Wärme Kohlensäure ab. Unter der Einwirkung der Sonnenstrahlen verliert der kohlensaure Kalk

des Mergels erſt Waſſer und dann Kohlenſäure, die zugleich mit dem Waſſerdampfe fortgeriſſen wird. So entſtehen nach und nach Verbindungen, die mehr Kalk als früher enthalten, ein Kalkſalz, in dem der Kalk über die Säure vorherrſcht, ein baſiſches Kalkſalz (Jacquelain).

Im Winter nimmt das baſiſche Salz von Neuem Kohlenſäure auf, und dadurch iſt für den Sommer eine neue Quelle von Kohlenſäure gegeben.

Dieſer Einfluß des Mergels und anderer Körper, die kohlenſaure Salze führen, ſteigt mit der Wärme. Er kommt bei dem üppigen Wachsthum zwiſchen den Wendekreiſen in Betracht.[64])

Hierdurch wird die Wirkung des Düngers erklärt, der in Nord-Deutſchland unter dem Namen Poſt bekannt iſt. Der Poſt beſteht aus einer Pflanze, aus Chara-Arten, die nach Schulz-Fleeth[65]) durch ihren außerordentlichen Reichthum an kohlenſaurem Kalk ausgezeichnet ſind. Man bringt dieſe Pflanzentheile im Herbſt auf den Acker und läßt ſie den Winter über verwittern. Da es nun dem betreffenden Boden an kohlenſaurem Kalk nicht fehlt, ſo kann der Poſt nicht wirken durch ſein Kalkſalz. Er iſt wie der Mergel eine Quelle von Kohlenſäure, welche die Entwicklung der organiſchen Grundlage der Pflanzen befördert.

Abgeſehen von der unmittelbaren Wirkung durch ihre anorganiſchen Beſtandtheile, abgeſehen davon, daß der

kohlenſaure Kalk, in kohlenſäurehaltigem Waſſer gelöſt, Alkalien und Kieſelſäure aufſchließt, in einen zum Eindringen in die Pflanzenwurzel befähigenden Zuſtand überführt, nützen Mergel und Poſt und andere Verbindungen, die kohlenſauren Kalk enthalten, durch die im Sommer ſich ereignende Abgabe von Kohlenſäure, welche ſelbſt ein Mittel iſt, den kohlenſauren Kalk und andere an ſich unlösliche Körper in Waſſer zu löſen.

In ſolcher Weiſe wird der Boden ſelbſt eine Quelle von Kohlenſäure. Aber ebenſo wie die Kohlenſäure, und mehr noch, iſt das Ammoniak der Erde von Bedeutung.

Jeder thieriſche Dünger, und namentlich der Harn, bereichert den Ammoniakgehalt des Bodens.

Die Pflanzen, die für den Ackerbau am wichtigſten ſind, die Getreide, welche den Menſchen treuer, oder mindeſtens ebenſo treu begleiten, wie die treueſten Hausthiere, die Erbſen, Bohnen und Linſen, ſind ſo reich an Stickſtoff, an Eiweiß, das dieſen Stickſtoff enthält, daß wir künſtlich Ammoniak zuführen müſſen, um unſer Bedürfniß durch dieſe Pflanzen zu decken.

Daß Kartoffeln auch bei der reichlichſten Düngung wenig Stickſtoff liefern[66]), beweiſt nichts gegen die Wirkung des Düngers, ſondern nur gegen die Fähigkeit der Kartoffelpflanze, eine reichliche Eiweißmenge in ihren Wurzeln zu erzeugen. Ohne Dünger vermag der Weizen nicht den Ueberfluß zu bereiten, den wir in guten Jahren ſegnen.

Eben deshalb ist auch jedes Mittel so wichtig, welches das an sich flüchtige Ammoniak in der Erde zu fesseln vermag. Liebig hat in diesem Sinne auf die Bedeutung des Gypses aufmerksam gemacht. Gyps ist eine Verbindung von Kalk und Schwefelsäure, welche kohlensaures Ammoniak in kohlensauren Kalk und in das nicht flüchtige schwefelsaure Ammoniak verwandelt. Mène, der merkwürdiger Weise dieses Verhältniß entdeckt zu haben glaubt, hat gezeigt, daß sich der Gyps durch andere schwefelsaure Salze, durch freie Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure ersetzen läßt[67]). Natürlich, weil alle diese Säuren gleichfalls das Ammoniak zu binden vermögen.

Viel wichtiger als der Gyps sind die Dammsäure fruchtbarer Aecker und die Quellsäure der Quellen. Dammsaures Ammoniak wird nicht einmal durch freie Schwefelsäure vollständig zerlegt. Dammsaures Ammoniak bietet aber nicht nur den Stickstoff, es bietet der Pflanze Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in Verhältnissen, die sehr nahe mit denen des Eiweißes übereinstimmen. Darum ist der Ertrag einer Wiese bedeutender, wenn sie mit einer Quelle bewässert wird, welche reich ist an quellsaurem und quellsatzsaurem Ammoniak, als wenn man die gleiche Wassermenge einer Quelle entnommen hat, welche verhältnißmäßig arm an diesen Salzen ist.[67a])

Der Boden ist der erste der großen irdischen Ein-

flüſſe, nach denen ſich Pflanzen, Thiere, Menſchen richten. Auf den Hochebenen der Anden ſind Kornfelder, die ſeit zwei Jahrhunderten jährlich reichliche Erndten geben. Mais wird in Peru, und ſelbſt im ſüdlichen Europa, mit dem beſten Erfolg ohne Unterbrechung gebaut. Bei uns gedeiht der Weizen nur vermöge einer vernünftigen Wechſelwirthſchaft. In Virginien kann auf dem erſchöpften Boden weder Weizen noch Tabak gebaut werden.

Wegen der Mannigfaltigkeit in dem Gemenge der anorganiſchen Beſtandtheile, die ſich an dem Aufbau der Pflanzen betheiligen, hat jeder Boden ſeine eigene Flora, die den Menſchen mit der Muttererde verknüpft. Durch die Pflanzen hängen wir unmittelbar mit dem Acker zuſammen. Die Pflanzen ſind unſere Wurzeln, durch welche wir Eiweiß für's Blut und phosphorſauren Kalk für unſere Knochen aus dem Felde ſaugen. Und ſo gewinnt es eine tiefe, ſtoffliche Bedeutung, wenn es heißt, daß der Menſch an der Scholle klebt. Die Geſittung gehört zu den Wirkungen des Bodens, die man vielfach überſieht, weil man entweder hochmüthig nicht hinter die nächſte Urſache forſchen will, oder demüthig ſich mit der allerfernſten begnügt.

Achter Brief.

Pflanzen und Thiere.

„Die Pflanzenfreſſer genießen ähnliche Nahrung wie „die Fleiſchfreſſer; ſie genießen beide Eiweißſtoff, jene „von Pflanzen, dieſe von Thieren; der Eiweißſtoff iſt „aber für beide gleich.“ [68])

Mit dieſen einfachen Worten verkündigte Mulder im Jahre 1838 eines der wichtigſten Geſetze, die das neunzehnte Jahrhundert zu Tage gefördert, ein Geſetz, das um ſo allgemeinere Geltung erlangt hat, je weniger Mulder ſelbſt in die Poſaune ſtieß, um ihm Beifall zu verſchaffen.

Seit dem Mulder'ſchen Geſetze iſt die Lehre der Ernährung in einen neuen, in ihren wichtigſten Zeitraum eingetreten.

Durch die Fähigkeit der Pflanzen, aus Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer, mit Hülfe einiger Salze, Eiweiß, d. h. den Körper zu bereiten, der auf der höchſten Stufe organiſcher Miſchung ſteht, wird der Luftgürtel,

der unſere Erde umgiebt, immer neu in den Kreis des irdiſchen Lebens gezogen.

Aus Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer bilden die Pflanzen Eiweiß, aus Kohlenſäure und Waſſer Zucker und Stärkmehl, aus Stärkmehl Fett.

Eiweiß, Zucker und Fett ſind die wichtigſten organiſchen Nahrungsſtoffe der Thiere. Thiere und Menſchen können mittelſt der Pflanzen aus Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer nebſt einigen Salzen des Bodens hervorgehen.

In ſo weſentlicher Weiſe iſt die Luft an der Erſchaffung der Erde betheiligt. Indem die Pflanze Kohlenſäure und Waſſer verwandelt in Zucker und Fett, vermittelt ſie die Auferſtehung des thieriſchen Lebens, das, ganz wie der bibliſche Mythus es lehrt, aus Luft und Erde gezeugt wurde — aber durch die allmächtige Hülfe der Pflanzen.

Allein die Pflanzen ſchaffen auch die Luft. Die Kohlenſäure, die ihren Namen Pflanzenmutter verdient durch den überwiegenden Antheil, den ihr Kohlenſtoff an der Bildung des Pflanzenleibes hat, wird im Licht von der Pflanze zerlegt; ihr Sauerſtoff wird von der Pflanze ausgehaucht. Aber auch Stickſtoff wird in gleicher Weiſe von den Pflanzen ausgeſchieden. Waſſerpflanzen, die in Waſſer wuchſen, welches keinen Stickſtoff enthält, entwickeln dennoch eine bedeutende Menge

dieſes Gaſes auf Koſten ihrer ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile. [69])

Sauerſtoff und Stickſtoff ſind jedoch die Hauptgaſe in dem Gemenge, das wir atmoſphäriſche Luft nennen.

Jener Sauerſtoff iſt unabläſſig thätig an der Verbrennung von Pflanzen und Thieren. Es gehört zu den durchaus unbegründeten, nur aus Luft an der Eintheilung entſpringenden Behauptungen Liebig's, daß die Einwirkung des Sauerſtoffs mit dem Leben der Pflanze „nicht das Geringſte gemein habe“ [70]). Gerade zur Zeit erhöhten Lebens, beim Keimen des Samens und in der Blüthe, iſt eine geſteigerte Aufnahme von Sauerſtoff bewieſene Thatſache (Bouſſingault, de Brieſe). Vogel in München hat gezeigt, daß beim Keimen Kohlenſäure, Kohlenoxyd und Waſſer gebildet werden. [70a])

Manche Pilze und Schwämme nehmen regelmäßig Sauerſtoff auf, während ſie Kohlenſäure aushauchen, wie Liebig ſelbſt in ſeinen Briefen berichtet.

Unſtreitig iſt allerdings der Eingriff des Sauerſtoffs in das Leben der Thiere viel mächtiger. Das Athmen von Thieren und Menſchen iſt eine fortwährende Verbrennung. Der Sauerſtoff, den wir einathmen, verbrennt das Blut zu Geweben, die Gewebe zu Kohlenſäure, Waſſer und Harnſtoff. Und zwar wird durch Licht dieſe Verbrennung im Thierkörper befördert, wie in der Pflanze die Zerſetzung der Kohlenſäure an die Einwir-

kung des Lichts gebunden ist. Ich habe durch zahlreiche Versuche an Fröschen gefunden, daß ein gleiches Gewicht des Körpers dieser Thiere in derselben Zeiteinheit im Licht eine größere Kohlensäuremenge liefert als im Dunkeln.[70b])

Die Kohlensäure und das Wasser hauchen wir aus. Aber manche Aufgußthierchen sind von dieser allgemeinen Regel für die Thiere in ähnlicher Weise Ausnahmen, wie die erwähnten Pilze unter den Pflanzen, indem sie Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoff aushauchen (Wöhler, die beiden Morren).

Wie dem auch sei, ein Eingriff des Sauerstoffs, der sich immer als Verbrennung kundgiebt, herrscht in den weitesten Kreisen bei Pflanzen und Thieren.

Hiermit fällt eine Eintheilung, die in neuerer Zeit wiederholt beliebt zu werden drohte, als wenn man die Pflanzen als stoffbereitende Naturkörper den Thieren als verzehrenden gegenüberstellen könnte.

Soweit der Sauerstoff verzehrend wirkt, erliegen Pflanzen und Thiere, jene wie diese, seinem Einfluß. Und es wäre ein kurzsichtiger Blick, wenn wir im Sauerstoff für das Thier nur eine verzehrende Macht erkennen wollten.

Wenn sich die eiweißartigen Stoffe des Bluts in Gewebe, in Knochen, Knorpel, Muskeln verwandeln, ist so gut eine Aufnahme von Sauerstoff die unerläßliche

Bedingung, wie wenn der Muskel in Kohlensäure, in Wasser und Harnstoff zerfällt. Der Körper des Menschen gedeiht nur im Licht, aus demselben Grunde, aus welchem beleuchtete Frösche mehr Kohlensäure erzeugen als solche, die im Finstern sitzen. In der Finsterniß wird bloß mehr Fett aufgespeichert, welches unter dem Einfluß des Lichts rascher in Kohlensäure und Wasser zerfällt; hieraus erklärt sich die Erfahrung, daß Gänse im Dunkeln leichter gemästet werden. In der Finsterniß kann man fette Gänsebraten, aber nimmermehr kraftvolle Menschen erzielen.

Umbildung und Rückbildung reichen sich die Hand; sie verrathen ihre Verwandtschaft durch das gleiche Verhältniß zum Sauerstoff.

Es wäre deshalb einseitig, wenn man einen allgemeinen, durchgreifenden Unterschied auf den Ausspruch gründen wollte, daß die Pflanzen bereiten, was die Thiere verzehren. Solche schroffe Eintheilungen sind gewöhnlich Ausgeburten einer befangenen Vorstellung zweckmäßiger Natureinrichtung. Die Anschauung der Natur als einer Anstalt, welche den Zweck hat, in Fächer des menschlichen Hirns eingetheilt zu werden, und das Uebertragen dieser Zweckbestimmung auf die zur Person herabgewürdigte Natur, welche die Pflanzen schafft, um Nahrung für die Thiere zu bereiten und den Menschen, um für die Pflanzen zu athmen, ruhen auf einer und der-

ſelben ſchmalen Grundlage einer kindlichen Schulneigung des Verſtandes.

Betrachten wir aber Pflanzen und Thiere in dem großen Haushalt des organiſchen Lebens, in den immer wechſelnden und immer in einander greifenden Beziehungen, die uns gern bereit finden, allem Spiel der Eintheilung zu entſagen, dann kann uns freilich ein großer Gegenſatz nicht entgehen, welcher der Pflanze eine niedere Stufe der Thätigkeit zuweiſt.

Darin liegt der Kern des Pflanzenlebens, daß es Luft und Erde organiſirt. Der Leib der Pflanze, ſo weit er aus feſten Stoffen zuſammengeſetzt iſt, beſteht großentheils aus Zellſtoff, aus einer Verbindung, welche Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff genau in derſelben Menge wie das Stärkmehl, nur in anderer Lagerung enthält. Alle jugendlichen Zellwände ſind in der Pflanze durch Zellſtoff gebildet.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieſer Zellſtoff aus Kohlenſäure und Waſſer hervorgeht.

Kohlenſäure und Waſſer ſind aber außerordentlich viel reicher an Sauerſtoff als Zellſtoff, als Stärkmehl und Zucker. Wenn alſo Zellſtoff aus Kohlenſäure und Waſſer entſteht, dann müſſen dieſe beiden nothwendiger Weiſe einen bedeutenden Verluſt an Sauerſtoff erleiden. Schon hieraus begreift ſich, warum die Pflanze Sauerſtoff austauſcht gegen die Kohlenſäure, welche ſie aufnimmt.

Ausscheidung von Sauerstoff ist der erste Grund des Lebens, des Wachsthums der Pflanze.

Die eigenartige Verbindung von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak zu Zellstoff, Fett und Eiweiß, durch welche die Pflanze den Stoff auf die Stufe organischer Mischung erhebt und zu organisirten Formen entwickelt, ist unzertrennlich mit einer Ausscheidung von Sauerstoff vergesellschaftet.

In diesem Sinne kann man sagen, daß die höhere Entfaltung des Stoffs zu organischem Leben und Verarmung an Sauerstoff gleiche Bedeutung haben.

Ganz anders im Thier. Schon im Blut verbrennt das Eiweiß zu dem von selbst außerhalb des Körpers gerinnenden Faserstoff. Auf derselben Verbrennungsstufe wie dieser steht der Hauptkörper der Muskeln, der von dem Faserstoff des Bluts nur wenig verschieden ist. Eine andere Verbindung von Eiweiß mit Sauerstoff findet sich in der Haut des ungeborenen und des neugeborenen Kindes und verwandelt sich nach und nach in Fasern, die aus derselben leimgebenden Grundlage wie die Knochen bestehen. Wenn man diese Fasern oder Knochen kocht, gewinnt man Tischlerleim.

Entwicklung des Bluts, Fortbildung der Blutbestandtheile zu Geweben sind also an eine Aufnahme von Sauerstoff geknüpft. Denn die Verbrennung ist ja nichts Anderes als eine Verbindung mit Sauerstoff.

Folge dieſer Verbrennung, die nur ſehr allmälig vor ſich geht, erſt Hirn und Muskeln bildet, und nach und nach hier weiter führt zur Bildung von Harnſtoff, von Kohlenſäure und Waſſer, iſt allerdings ein Zerfallen des Stoffs. Wir ſehen die Beſtandtheile des Thierkörpers von der Stufe organiſcher Miſchung, welche ſie durch das Pflanzenleben erſtiegen hatten, zurückkehren zu formloſer Luft und chaotiſcher Erde.

In dieſem Sinne, aber auch nur in dieſem Sinne, kann man ſagen, daß die Pflanzen bereiten, was die Thiere verzehren. Die geringfügigen Umwandlungen, welche das Thier den pflanzlichen Stoffen ertheilt, um ſeinen Leib daraus zu bauen, ruft andere Eigenſchaften der Materie in den Vordergrund. Je mehr ein Körper durch die bloße Organiſirung der ſtofflichen Welt in Anſpruch genommen wird, deſto geringfügiger iſt die Thätigkeit, welche die Bewegung ſeines Stoffs nach anderen Seiten entfaltet. Die Pflanze denkt nicht.

Wir dürfen es demnach als einen weſentlichen, das innerſte Getriebe des Lebens betreffenden Unterſchied zwiſchen Pflanze und Thier bezeichnen, daß jene den Stoff ſeines Sauerſtoffs beraubt, während dieſes ihn nach und nach der vollendeten Verbrennung preisgiebt.

So groß iſt dieſe Neigung auf beiden Seiten, daß die kräftigſte Entziehung von Sauerſtoff, wie ſie der Scheidekünſtler mit ſeinen mächtig eingreifenden Hülfs-

mitteln zu Stande bringt, von der Pflanze, die höchsten Vorgänge der Verbrennung von dem Thier vollzogen werden.

In der Pflanze werden salpetersaure Salze des Silbers und Queckſilbers in den sauerstofffreien Zustand des Metalls zurückgeführt (Vogel).

Die Bildung des Salpeters, eines Salzes, das aus Salpetersäure und Kali oder aus Salpetersäure und Natron besteht, ereignet sich in der Natur durch eine Verbrennung von Ammoniak. Wenn Ammoniak sich mit Sauerstoff verbindet, entstehen Salpetersäure und Wasser, um so leichter, wenn die Salpetersäure ein freies Alkali, Kali oder Natron vorfindet, mit dem sie sich zu einem Salze paaren kann. Ein Salz ist eben nichts Anderes, als die Verbindung einer Säure mit einem Alkali, mit einer Basis überhaupt.

Wenn wir eine Verbindung des Ammoniaks mit dem Chlor in das alkalische Blut bringen, dann geht die Bildung von Salpetersäure im menschlichen Körper vor sich. Man findet das Ammoniak im Harn als Salpetersäure wieder. Während der Genuß von weinsaurem Kali den Harn in kurzer Zeit alkalisch macht, bleibt er sauer, wenn wir weinsaures Ammoniak oder kohlensaures Ammoniak genossen haben. Das Ammoniak wird in der Form von Salpetersäure und Wasser mit dem Harn entleert (Bence Jones).[71])

Mit Rückſicht auf jene Sauerſtoffausſcheidung der Pflanze und die Verbrennung im Thier kann man behaupten, daß die Kraft des Lebens bei der Pflanze durch den Sauerſtoff, beim Thier durch die Kohlenſäure gemeſſen wird, die ſie in die Luft entwickeln.

Durch den Sauerſtoff, den die Pflanze aushaucht, athmet das Thier; von der Kohlenſäure, welche das Thier gegen Sauerſtoff vertauſcht, lebt die Pflanze. Die Reinigung der Luft durch die Pflanzen beruht auf der Entwicklung von Sauerſtoff.

Man hat hin und wieder die Beſorgniß ausgeſprochen, als könnte nach Jahrhunderten, nach Jahrtauſenden, eine Zeit hereinbrechen, in welcher die Pflanzenwelt der Erhaltung des thieriſchen Lebens nicht mehr genügte, weil es nicht mehr Bäume genug geben ſollte, deren Blätterkrone die Lüfte reinigt. Die Menge des Sauerſtoffs, welche die Pflanzen aus zerſetzter Kohlenſäure entwickeln, ſollte zu klein ſein, um das Athmungsbedürfniß des Menſchen zu befriedigen. Man ſtellte ſich alſo vor, die pflanzenfreſſenden Thiere würden nach und nach die Pflanzenwelt, die Fleiſchfreſſer die Pflanzenfreſſer aufzehren.

Keine Vorſtellung erliegt raſcher einer beſonnenen Ueberlegung. Es iſt eine der wichtigſten Folgerungen der Wägungen des Scheidekünſtlers, daß kein Stofftheilchen verloren gehen kann, das innerhalb des Kreiſes

der Anziehung unserer Erde gegeben ist. Die Menge des Stickstoffs, Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs, des Schwefels und Phosphors, welche die organischen Stoffe der lebenden Naturkörper zusammensetzen, ist keinem Schwanken unterworfen. Nur die Vertheilung wechselt. Das Fortleben eines neugeborenen Thiers, eines Säuglings, ist nicht denkbar, ohne daß es eine andauernde Ernährungsquelle der Pflanzen darstellt, durch die Kohlensäure, die von beiden ausgeathmet wird.

Die Verschiedenheit der Thier- und Pflanzenarten äußert sich weit weniger durch die Mengen des Stickstoffs, des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, des Sauerstoffs, Schwefels und Phosphors, die in den Einzelwesen der Arten vorkommen, als durch die verschiedenen Verhältnißzahlen, nach welchen jene Grundstoffe mit einander verbunden sind. Aber diese Verhältnißzahlen setzen als letzten Grund gewisse anorganische Stoffe voraus, Kochsalz, Bergkrystall, Knochenerde, die bald durch ihr einfaches Vorhandensein, bald durch ihre Menge die eigenthümlichen Verbindungen der organischen Körper bedingen.

Kochsalz, Bergkrystall, Knochenerde, und wie sie sonst heißen mögen, die anorganischen Stoffe, welche in das Leben von Pflanzen und Thieren artbedingend eingehen, sind nicht nur in mächtigen Schichten in der Erdrinde angehäuft, sie sind auch in reichen Vorrathskammern über der Erde aufgespeichert. Diese Vorrathskammern

ſind die Leiber von Pflanzen und Thieren; ſie ſind unerſchöpflich, weil die Formen von Thier und Pflanze zerbrechlich ſind.

Wir verbrennen einen Fichtenwald, und ſehen an derſelben Stelle ſpäter ein Kornfeld blühen. Unter Beihülfe der Aſche der verbrannten Heidekräuter verwandeln wir Heide nach und nach in Ackerland. Das Kali, der Kalk, die Bittererde, die Phosphorſäure, welche in den Fichten und Heidekräutern vorhanden waren, beſtimmen die Kohlenſäure und das Ammoniak der Luft, den niederfallenden Regen zu neuen Verbindungen, ſie paaren ſich mit dieſen zur Grundlage des Leibes von Nährpflanzen.

Der Kalk, die Bittererde, das Kali, die Phosphorſäure und Schwefelſäure, die in jenen Pflanzen oder in Steinarten vorhanden ſind und die Entſtehung nützlicher Gewächſe veranlaſſen, finden ſich in überwältigender Menge angehäuft in den Urwäldern Amerikas. Indem man dieſe lichtet, indem man ihren Kalk, ihr Kali, ihre Phosphorſäure über den Erdboden zerſtreut, werden unſere Nährpflanzen und Hausthiere neue Werkzeuge gewinnen, um Stickſtoff, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff zu ihren organiſchen Verbindungen zu vereinigen. So werden die Urwälder Amerikas nach und nach in Feldfrüchte, in Hausthiere und neue Menſchen umgeſetzt. Und jeder Tag begrüßt die Welt als neu gebildet, ihre Stoffe

in neuer Vertheilung, so weit, daß es nur Neues, ewig Neues unter der Sonne giebt.

Nie aber kann der Mensch die Thiere, das Thier die Pflanzen bis dahin verzehren, daß es an grünen Blättern fehlen könnte, die Luft zu reinigen. Während des Lebens und nach dem Tode verwandeln sich Mensch und Thier in Stoffe, die nur Pflanzen Nahrung bieten können. Die Pflanzen allein können aus diesen Nahrungsstoffen die Verbindungen bereiten, aus welchen der Leib von Menschen und Thieren sich aufbaut.

Erst neuerdings hat ein genauer und gründlicher Forscher die Schwankungen beobachtet, welche die Luft in Neu-Granada in Folge der alljährlichen großen Waldbrände erleidet, die bei den Eingeborenen las quemas heißen. Die Menge der Kohlensäure der Luft kann durch diese Feuersbrünste sich um das Zehnfache steigern, und der Sauerstoff erleidet eine entsprechende Verminderung. Der Zellstoff und die Holzstoffe des Waldes haben ihren Kohlenstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft in Kohlensäure verwandelt. Diese Kohlensäure gereicht dem Korn und den Erbsen zur Nahrung.[72])

Ohne Kohlensäure ist üppiges Wachsthum der Pflanze nicht möglich. Das Athmen der Thiere erfordert den Sauerstoff der Luft. Aber der Sauerstoffgehalt der Luft kann wechseln; es kann namentlich der Stickstoff des Dampfkreises, der die Erde umgiebt, durch Wasserstoff

erſetzt, die Menge der Kohlenſäure bedeutend vermehrt werden, ohne daß Athemnoth eintritt, ſo lange noch Sauerſtoff genug vorhanden iſt (Regnault und Reiſet). Ebenſo können Pflanzen in einer Luft, die nur aus Waſſerſtoff oder Stickſtoff beſteht, Wochen lang verweilen, ohne Schaden zu nehmen (De Sauſſure, J. H. und C. Gladſtone).[73]) Das Verhältniß der Gaſe der Luft könnte alſo ziemlich beträchtliche Schwankungen erleiden, ohne dem Leben von Pflanzen und Thieren gefährlich zu werden. Allein durch den Gegenſatz dieſer beiden ſind die Schranken, in denen der Wechſel möglich iſt, verhältnißmäßig eng gezogen. Die jetzige Weltordnung beſteht nur durch den jetzigen Dampfkreis.

So bedeutungsvoll nun auch die ſauerſtoffraubende Kraft die Pflanze dem in immerwährender Verbrennung begriffenen Thier entgegenſetzt, ſo wenig iſt dieſer Gegenſatz ausſchließlich, das heißt demnach, ſo wenig kann er eine Eintheilung begründen.

Wir haben bereits geſehen, daß die Pflanze der Verbrennung nicht entgeht. Nachts nehmen die Pflanzen ſtatt Kohlenſäure Sauerſtoff auf, ſie hauchen Kohlenſäure aus. Keimen und Blühen ſind durch eine Verbrennung ausgezeichnet. Die Umkehr des gewöhnlichen Vorgangs, das Merkmal des nächtlichen Pflanzenlebens, beginnt bereits im Schatten, in der Dämmerung, an trüben

Tagen (Garreau). Sie ist nach Ch. Morren ebenso bei einer Sonnenfinsterniß vorhanden. [74])

Das Seitenbild im Thierreich fehlt uns nicht, und es ist mindestens ebenso wichtig.

Als Liebig's glänzendste That für die Lehre vom Stoffwechsel ist es mir immer erschienen, daß er die Fettbildung im Thierkörper kennen lehrte. Eine Kuh, die Milch und Butter liefert, erhält in ihrer Nahrung nur so viel Fett, als sie mit dem Koth verausgabt. Sie verdankt das Fett ihrer Butter dem Zellstoff, dem Stärkmehl des Futters. Aus Zellstoff kann im Körper der Pflanzenfresser Stärkmehl, aus Stärkmehl Zucker werden. Auch der Mensch verwandelt Stärkmehl in Zucker, Zucker in Milchsäure, Milchsäure in Buttersäure. Damit ist die Fettbildung eingeleitet, dem Namen Fettbildner für Stärkmehl und Zucker sein Recht gesprochen.

Das Mulder'sche Gesetz der Bereitung von Eiweiß in Pflanzen und das Liebig'sche Gesetz der Fettbildung sind zwei Errungenschaften, die allein schon im Stande sind, dem Jahrhundert einen würdevollen Platz in der Geschichte der Naturforschung zu sichern. Durch jene Gesetze sind Mulder und Liebig die ersten Begründer einer Lehre vom Stoffwechsel, die dem Stoff auf allen Entwicklungsstufen, auf allen Bahnen des großartigen Kreislaufs folgt.

Nur glaube man nicht, daß der Pflanze die Fähig-

keit, Fett zu bilden, abgeht. In den öligen Samen verwandelt sich jedenfalls Stärkmehl in Fett, und es ist nicht unmöglich, daß die Pflanze das Fett auch aus Kohlensäure und Wasser bereitet.

Fettbildung im Thierkörper, sie ist das Seitenstück zu der Verbrennung im Pflanzenleib. Diese Fettbildung beruht durchaus auf einer Verarmung an Sauerstoff.

In Stärkmehl und Zucker, die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, sind die beiden letztgenannten Grundstoffe in demselben Verhältniß wie im Wasser zugegen. Alle Fette enthalten dagegen weit weniger Sauerstoff. So wie die Entwicklung des Zuckers im Thier über die Stufe der Milchsäure hinaus bis zur Buttersäure fortschreitet, verliert die ursprüngliche Verbindung die Hälfte der Sauerstoffmenge, die sie noch als Milchsäure besaß.

Durch die Fettbildung ragt die wichtigste Eigenthümlichkeit des pflanzlichen Stoffwechsels in das Thierleben herein. Und umgekehrt, wenn im thierischen oder im menschlichen Körper die Fettbildung vorherrscht, sinkt er zur Stufe der Pflanze hinab. Bei Kindern, die von der Geburt an mit Fettsucht behaftet sind, ist mangelhafte Entwicklung des Verstandes als Regel vorhanden (Chambert).[75])

Vegetiren heißt Grundstoffe zu organisationsfähigen Körpern verbinden. Das geschieht mittelst einer Ver-

armung an Sauerſtoff. Fettbildung iſt das letzte Glied in dieſem Vorgang.

Durch organiſirte Verbindungen und deren Verbrennung Empfindung, Bewegung, Gedanken äußern, in den unzähligſten Abſtufungen bis zum ſpurloſen Verſchwinden des Gedächtniſſes, heißt Thier ſein.

Wir denken in Folge des Vegetirens der Pflanze.

Neunter Brief.

Ernährung und Athmung.

Einer der sonderbarsten Mißgriffe, zu denen eine oft als genial gepriesene Eintheilung Liebig's Veranlassung gegeben hat, ist der Gegensatz der Ernährung zur Athmung.

Liebig hat die Nahrungsstoffe eingetheilt in Nährstoffe und Athemmittel.

Nährstoffe sind nach dieser Auffassung die eiweißartigen Körper. Sie haben unmittelbaren Antheil an der Bildung der Gewebe. Liebig nennt sie auch Baustoffe des Leibes.

Eine ganz andere Rolle wäre dem Fett und den Fettbildnern, d. h. dem Stärkmehl, dem Zucker zuertheilt. Sie verbinden sich im Blut mit dem eingeathmeten Sauerstoff, sie sind die eigentlichen Brennstoffe des Körpers. Indem sie durch ihre Verbrennung den Sauerstoff fesseln, sind sie Athemmittel. Liebig betrachtet den Sauerstoff als eine feindliche Macht, gegen welche der Körper zu kämpfen hat. Dieser thut es in leidender Weise, indem

er das Fett dem Sauerstoff preisgiebt. Das Fett ist Futter für den Sauerstoff. „Der Sauerstoff trifft eine „Auswahl unter den Stoffen, die sich zu einer Verbin„dung mit ihm eignen“ [76]). „Das Stärkmehl, der „Zucker, das Fett, sie dienen zum Schutze der Organe.“ [77])

Das ist der Kern dieser Auffassung. Die eiweißartigen Körper dienen zum Aufbau, Fett und Fettbildner fallen der Zerstörung anheim.

Solchen Anschauungen gegenüber ist jede Schonung, jede Vermittlung des Urtheils eine Sünde. Jene Anschauung ist durch und durch verkehrt, sie ist falsch in ihrer Grundlage, falsch in allen Ableitungen und Anwendungen.

Die Eintheilung der Nahrungsstoffe in Nährstoffe und Athemmittel ist auf einen Gegensatz gegründet, den man nur aus einer gänzlich einseitigen Betrachtung des Athmungsvorgangs schöpfen konnte. Sie ist ein Ausfluß jener engherzigen Zweckmäßigkeitsvorstellungen, die schon Spinoza bekämpft, die Georg Forster mit fruchtbarster Klarheit überwunden hatte, und in denen dennoch die große Mehrzahl der heutigen Naturforscher befangen ist, nur allzu oft ohne es selbst zu ahnen. Die Vorspiegelung eines Zwecks macht immer einseitig; denn wer ein Ziel erjagen will, läßt alles liegen, was von seinem Augenmerk abschweift.

Ich sagte es schon, Liebig sieht in der Wirkung

des Sauerstoffs einen feindlichen Eingriff, eine Gewalt der Zerstörung des Körpers. Der Sauerstoff hat nur den Zweck der Verbrennung, und weil Verbrennung Wärme erzeugt, den Zweck der Wärmebildung im Körper. Liebig sagt es mit so viel Worten: „Die Natur hat „die stickstofffreien Nahrungsmittel zur Unterhaltung der „Wärmequelle im Thierkörper bestimmt und alle Nahrung „finden wir aufs Weiseste für diesen Zweck gemischt.“ [78])

Verbrennen und Wärmequelle sind nach Liebig Selbstzweck, und alles, was diesen Zweck erfüllt, ist Athemmittel, Thran und Alkohol, Butter und Stärkmehl. Alle Verbindungen, die Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten und dabei noch viel Sauerstoff aufnehmen müssen, um in Kohlensäure und Wasser zu zerfallen, sind geeignete Brennstoffe, die das Athmen unterhalten.

Diese Zweckbestimmung ist einseitig, ich betone es, sie ist einseitig durch und durch.

In der Aufnahme des Sauerstoffs ist die Ursache einer Veränderung gegeben, deren Bedeutung noch viel zu wenig ins Auge gefaßt worden und die uns doch allein den Vorgang der Ernährung aus dem stofflichen Gesichtspunkt erklärt.

Die Entwicklung der Stoffe, die für die Gewebebildung am wichtigsten sind, ist durch eine langsame Verbrennung bedingt.

Schon im Blut bereichert sich das Eiweiß mit Sauerstoff. Der Körper, welcher durch seine Gerinnung an der Luft die farbigen Blutkörperchen einschließt und dadurch in dem aus der Ader geflossenen Blut den Kuchen bildet, ist nichts Anderes als eine höhere Verbrennungsstufe des Eiweißes. Man nennt ihn Faserstoff, weil er aus Blut, das mit einer Ruthe kräftigst gepeitscht wird, in Fasern gerinnt.

Dem Eiweiß des Bluts verdankt das Fleisch seine Fasern. Der Stoff dieser Fasern ist wie der von selbst gerinnende Körper des Bluts durch einen höheren Sauerstoffgehalt vor dem Eiweiß ausgezeichnet. Durch Aufnahme von Sauerstoff, durch eine langsame Verbrennung des Eiweißes des Bluts ist das Dasein der Muskeln gegeben. Entwicklung des Muskelfleisches ist eine Folge des Athmens, eine Folge, die ihren Grund als nothwendig voraussetzt.

Käsestoff ist ein Bestandtheil des Bluts, der Wände der Blutgefäße, des Bindegewebes unter der Haut und des Nackenbandes. Der Käsestoff ist im Blut vorhanden, auch ohne vorherigen Milchgenuß und ohne vorhandene Milchbereitung.

Der Käsestoff gehört zu den eiweißartigen Körpern. Er unterscheidet sich vom Eiweiß, indem er keinen Phosphor und weniger Schwefel als dieses enthält. Wenn Käsestoff aus Eiweiß hervorgeht, dann muß dieses seinen

Phosphor und einen Theil seines Schwefels verlieren. Der Verlust wird durch den Sauerstoff bewirkt. Phosphor und Schwefel verbrennen zu Phosphorsäure und Schwefelsäure, die sich mit dem Natron des doppeltkohlensauren Natrons im Blut zu phosphorsauren und schwefelsauren Salzen verbinden.

Verwandlung von Eiweiß in Käsestoff ist eine langsame Verbrennung. Die Entstehung der Gefäßwand, des Bindegewebes unter der Haut und des Nackenbandes ist durch das Athmen bedingt.

In der Haut des neugeborenen Kindes ist eine höhere Verbrennungsstufe des Eiweißes der wesentlichste Bestandtheil. Ohne den Sauerstoff, den das Athmen der Mutter dem Blut des Kindes zuführt, wäre die Haut der Frucht im Mutterleibe nicht möglich.

Die Grundlage der Knochen und der Fasern, welche, zu Bündeln vereinigt, alle Theile des Körpers mit einander verbinden, die Grundlage der Knochen und des Bindegewebes, die beim Kochen Leim giebt, verdankt ihre Entwicklung nur einer reichlichen Mischung des Blutes mit Sauerstoff. Leim und leimgebende Gewebe stehen auf einer hohen Verbrennungsstufe des Eiweißes.[78a])

Muskeln und Bänder, Knochen und Gefäße, Haare und Knorpel, sie alle bestehen nur durch die Verbrennung, durch das Athmen. Und das Hirn hört auf zu denken, wenn ihm das Blut keinen Sauerstoff zuführt.

So weit also liegt es ab, daß Stärkmehl, Fett und Zucker die Werkzeuge des thierischen Körpers vor dem Eingriff des Sauerstoffs schützen sollten, daß diese Werkzeuge vielmehr nur sind durch die allerunmittelbarste Einwirkung des Sauerstoffs. Man hat es so wörtlich wie nur immer möglich zu verstehen, daß das Athmen Muskeln und Knochen, Herz und Haut aus dem Blute bildet, entwickelt.

Entwicklung von Haut und Knochen, von Muskeln und Bändern, kurz der festen Gewebe, der Formbestandtheile in den Werkzeugen des Körpers, das ist der Vorgang, den der Naturforscher als Ernährung bezeichnet.

Es besteht so wenig ein Gegensatz zwischen Ernährung und Athmung, daß die Ernährung vielmehr einzig und allein durch die Hülfe des Athmens Bestand hat.

Und daher ist es widersinnig in der Grundlage, wenn man von Nahrungsstoffen spricht, welche die Aufgabe hätten, den Sauerstoff abzuleiten vom Eiweiß, von Athemmitteln, die durch Aufnahme von Sauerstoff die Bestimmung erfüllten, die Werkzeuge vor der verzehrenden Kraft dieses Grundstoffs zu schützen.

Aber die Eintheilung ist nicht minder verkehrt, wenn man ihr in der Anwendung folgen will. Berechtigt ist jede Eintheilung nur dann, wenn sie erschöpft und ausschließt. Es ist nur dann Grund vorhanden, die Nahrungsstoffe zu spalten in Baustoffe und Athemmittel,

wenn kein Athemmittel zugleich ein Bauſtoff, und kein Bauſtoff in jenem Sinn ein Athemmittel iſt.

Liebig nennt nur „die ſtickſtoff- und ſchwefelhaltigen „Beſtandtheile der Nahrung Formbildner und Kraft- „erzeuger" des Körpers[79]). Nur die Eiweißkörper ſeien die Bauſtoffe des Leibes. Von Waſſer und Fett ſollen nur „viele phyſikaliſche Eigenſchaften der Organe ab- „hängig" ſein, Waſſer und Fett ſeien „nur mechaniſch „aufgeſaugt, wie in einem Schwamm". „Sie beſitzen „niemals eine ihnen eigene organiſche Form"[80]). „Sie „beſitzen keine vitalen Eigenſchaften."[81])

Auch nicht eine einzige von allen dieſen Beſtimmungen bedingt einen ausſchließlichen Gegenſatz zu den eiweiß- artigen Stoffen. Das Gewebe, welches unter allen den höchſten Rang im Körper einnimmt, der Hauptträger der Eigenſchaften des Stoffs, welche den Zuſtand des Lebens bedingen, das Gewebe von Hirn und Nerven kann ohne Fett nicht beſtehen. Weder Nervenfaſern, noch Nervenzellen können ohne Fett ihre eigenthümliche Form und ihre ſonſtigen auszeichnenden Merkmale behaupten. Nicht Eiweiß allein, nicht Fett allein, die in dem Mark der Nervenfaſer gegeben ſind, nicht die eigenthümliche Miſchung von leimgebendem und federkräftigem Stoff, welche die Scheide der Faſer bildet, nicht die überraſchende Menge von phosphorſauren Salzen, welche in die Zu- ſammenſetzung des Hirns eingeht, giebt der Nerven-

faſer ihre Form. Nur alle jene Stoffe vereinigt ſind im Stande, die Form von Nervenfaſern und Nervenzellen anzunehmen.

Schon die farbloſen Körperchen im Blut verdanken ihre Entwicklung dem Fett, das die Nahrung in den Kreislauf bringt. Die erſte Zelle, die ſich im Körper bildet, deren Entſtehung den Ausgangspunkt darſtellt für alle Organiſation, iſt ohne Anweſenheit einer reichlichen Menge von Fett nicht denkbar.

Die Dotterkugeln im Ei, die Milchkörperchen, die Fettzellen beſtehen hauptſächlich aus Fett. Die erſten feſten Körnchen, die ſich aus der Keimflüſſigkeit abſondern, ſich zu Körnern vereinigen und die Zellenbildung einleiten, ſie beſtehen aus Fett, das eine zarte Eiweißhülle umkleidet. In den Körperchen der Milch iſt das Fett ſo vorherrſchend, das Käſeſtoffhäutchen, von welchem das Fett umſchloſſen wird, ſo außerordentlich dünn, daß man mit gleichem Recht das Fett, wie den Käſeſtoff, als den Formenbildner anſprechen dürfte.

Es iſt kein Wunder, wenn Liebig ſelbſt es ausſpricht: „Das Fett nimmt Antheil an der Bildung der Zellen“[82]). Nur ſollte er folgerecht zugeben, daß eben deshalb das Fett auch ein Bauſtoff iſt, ſo gut wie das Eiweiß und ſo weſentlich, daß ſich von den meiſten Geweben nicht ſicher entſcheiden läßt, ob Fett oder ſtickſtoffhaltige Körper den erſten Grund zu ihrer Entwicklung legten.

Und nun erſt die Salze, die ſo wenig Stickſtoff enthalten wie das Fett! Als wenn der Knochen ſein könnte ohne Knochenerde, der Knorpel ohne Kochſalz. Jedes Werkzeug des Thierkörpers iſt nicht minder abhängig von ſeinen ſalzigen und erdigen Theilen als von Eiweiß und Fett. Phosphorſaurer Kalk iſt ein Knochenbildner, ſo unentbehrlich, wie die organiſche Grundlage, die ſich beim Kochen in Knochenleim verwandelt.

In dem Samen kommen ſehr kleine, nur bei ſtarker Vergrößerung erkennbare Formbeſtandtheile vor, die einem breiteren kurzen Kopf, einem ſchmäleren, langen, zugeſpitzten Schwanze und den höchſt merkwürdigen Bewegungen, die ſie vollführen, den ungeeigneten Namen Samenthierchen verdanken. Man kann dieſe Körperchen behutſam verbrennen, ohne ihre Form zu zerſtören (Valentin). Die anorganiſchen Stoffe zeigen das urſprüngliche Bild unabhängig von dem ſtickſtoffhaltigen Körper, den die Verbrennung zerſtörte.

Freilich iſt dieſes Bild nicht die ganze Form, ſo wenig wie der Faſerſtoff der Muskeln die ganze Muskelfaſer, oder Eiweiß die Nervenzelle, oder Horn die Hornzelle bildet. Und deshalb hat Liebig gar keinen Unterſchied bezeichnet zwiſchen Fett und Eiweiß oder eiweißähnlichen Stoffen, wenn er vom Fett behauptet, daß es niemals eine eigene organiſche Form beſitzt.

Fett macht das Knochenmark leicht, Waſſer das

Blut beweglich, Knochenerde den elfenbeinernen Theil der Knochen ſchwer, den Zahnſchmelz hart, Faſerſtoff die Muskelfaſer verkürzbar, der ſtickſtoffhaltige Stoff des Nackenbandes ertheilt demſelben die Federkraft. Jeder Stoff des Körpers, jeder Formbeſtandtheil, jedes Werkzeug hat ſeine eigenthümlichen phyſikaliſchen Merkmale. Wo liegt denn der Unterſchied, wenn Liebig ſagt, daß von Waſſer und Fett „viele phyſikaliſche Eigenſchaften „der Gewebe abhängig ſind"? Oder iſt das Eiweiß des Nahrungsſaftes in der Leber, in den Nieren z. B. in anderer Weiſe „mechaniſch aufgeſaugt", als ein Theil des Fetts im Zellgewebe unter der Haut?

Aber die ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile der Organe, ſagt Liebig, haben „vitale Eigenſchaften". Wenn das Wort irgend eine Bedeutung haben ſoll, ſo kann es nur die ſein, daß die einzelnen Werkzeuge die Eigenſchaften, welche der Stoff im Zuſtand des Lebens in denſelben entfaltet, den eiweißartigen Körpern oder deren ſtickſtoffhaltigen Abkömmlingen verdanken. Zu dieſen Eigenſchaften gehört gewiß in erſter Reihe das Empfindungsvermögen der Nerven. Da aber die Nervenfaſer keinen Beſtand hat ohne Fett, ſo möchte ich wiſſen, worin es begründet wäre, daß Hirn und Nerven die ſogenannte „vitale Eigenſchaft" nur vermöge des Eiweißes und nicht auch vermittelſt des Fetts beſäßen.

Wir finden endlich unter den Wahrſcheinlichkeitsgrün-

den, mit welchen Liebig die Annahme von Bauſtoffen im Gegenſatz zu den Athemmitteln ſtützt, die Behauptung, daß ſich die nicht ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile den Werkzeugen unſeres Körpers „durch Auflöſungsmittel entziehen laſſen, ohne daß die Structur dieſer „organiſchen Theile im Mindeſten geändert wird.“ [83])

Auf der einen Seite aber läßt ſich Eiweiß aus dem Muskelfleiſch durch Waſſer, die eine Hülle der Fettzellen durch Eſſigſäure, ein Theil des Hornſtoffs der Oberhautzellen durch Kali löſen, ohne daß die organiſche Form dieſer Gebilde zu Grunde geht. Andererſeits kann man das Kochſalz aus den Knorpeln ſelbſt durch warmes Waſſer nicht auswaſchen [84]), und die Formen der Blutkörperchen werden unregelmäßig, wenn man durch Aether ihr Fett entfernt. [85])

Es iſt ein zwingender Schluß, daß die anorganiſchen Beſtandtheile, die Fettbildner und Fette der Nahrung ganz mit demſelben Recht als Nährſtoffe, als Bauſtoffe des Körpers bezeichnet werden wie Eiweiß und die leimgebenden Grundlagen von Knochen und Knorpeln.

Sehen wir zu, ob die andere Gruppe nach Liebig's Eintheilung beſſer Stich hält, als die der eiweißartigen Stoffe, ob nur das Fett und die Fettbildner „zur Reſpiration dienen“, ob „der Sauerſtoff in dem Reſpirationsprozeß eine Auswahl trifft.“ [86])

Ich habe eigentlich die Frage im Eingang dieſes

Briefes bereits beantwortet, als ich nachwies, daß der von Liebig verfochtene Gegensatz zwischen Ernährung und Athmung keine Geltung hat.

Und dennoch sagt Liebig: „Wäre das Eiweiß für „sich zerstörbar oder veränderlich durch den eingeath„meten Sauerstoff, in dem Kreislauf des Blutes, so „würde der verhältnißmäßig kleine Antheil, welcher täg„lich den Blutgefäßen durch die Verdauungsorgane zu„geführt wird, sehr rasch verschwinden, die geringste „Störung in der Funktion der letzteren würde dem Leben „eine Grenze setzen müssen.“ [87])

Sie würde nicht bloß, sie thut es. So groß ist die Menge des Eiweißes, die wir dem Körper täglich zuführen, immerhin, daß sie den Harnstoff deckt, den wir ausleeren. Der Sauerstoff, den wir einathmen, führt das Eiweiß des Bluts nach und nach auf immer höhere Verbrennungsstufen. Schon im Blut entstehen Faserstoff und Mulder's höhere Oxyde des Eiweißes. Aber der Sauerstoff dringt auch durch die Wand der Haargefäße in die Gewebe und verwandelt Eiweiß in leimgebenden und federkräftigen Stoff, die Gewebebildner in Fleischstoff*), in Harnsäure, in Harnstoff und Kohlensäure. Und vierzehn Tage reichen hin, um den hungernden Körper, dem gar kein Ersatz geboten wird, durch jene Verbrennung so

*) Kreatin.

weit an Eiweiß verarmen zu laſſen, daß Erſchöpfungstod die unabwendbare Folge iſt.

Darum muß Liebig ſelbſt es zugeben: „Bei Hungernden verſchwindet nicht allein das Fett, ſondern „nach und nach alle der Löslichkeit fähigen feſten Stoffe. „In dem völlig abgezehrten Körper der Verhungerten „ſind die Muskeln dünn und mürbe, der Contractilität „beraubt.“ [88])

Alſo iſt nicht bloß Fett ein Athemmittel, ſondern ebenſo das Eiweiß, das zu Faſerſtoff verbrennt, der Schwefel des Eiweißes, der ſich mit Sauerſtoff zu Schwefelſäure verbindet, wenn ſich Eiweiß in Käſeſtoff oder in leimgebende Körper verwandelt. Der Leim iſt ein Athemmittel, wenn ihn der Sauerſtoff zu Harnſäure verbrennt. Und die Harnſäure iſt ein Athemmittel, wenn ſie zuletzt durch Aufnahme von Sauerſtoff in Harnſtoff und Kohlenſäure zerfällt.

Eiweiß und Leim ſind ſtickſtoffhaltig. Alſo haben auch die ſtickſtoffhaltigen Körper der Nahrung Anſpruch darauf, Athemmittel zu heißen.

„Athemmittel?“ nein, und abermals nein. Der Name iſt widerſinnig. Denn der Menſch ißt nichts, damit er es verathme, er lebt nicht, um zu verbrennen.

Das Weſen der Athmung iſt allerdings Aufnahme des Sauerſtoffs. Dieſe Aufnahme des Sauerſtoffs iſt eine Macht der Entwicklung und erſt nachher in immer fort-

ſchreitender Entfaltung ein Hebel des Zerfallens. Denn alle Entwicklung endigt mit der Auflöſung. Das iſt der Kreislauf des Stoffs.

Jene Entwicklung bedingt die Gewebebildung, die Ernährung. Wenn aber alle Nahrungsſtoffe Bauſtoffe ſind und alle organiſche Nahrung im Körper fortwährender Verbrennung unterliegt, dann kann ich nicht Eiweiß und Fett als Nährſtoff und Athemmittel von einander trennen.

Thut es denn Liebig?

Im Lehrſatz ja, im Leben nicht.

Liebig nennt das Fleiſch, das aus ſtickſtoffhaltigen Stoffen beſteht, wiederholt ein Athemmittel, nur ein ſehr unvollkommenes [89]). Er ſagt, daß „die verbrennlichen „Elemente (der ſtickſtoffhaltigen Nahrungsſtoffe) bei wei„tem nicht hinreichen, um den in das Blut übergegan„genen Sauerſtoff in Kohlenſäure und Waſſer zu ver„wandeln.“ [90])

Weil ſie nicht hinreichen, thun ſie es darum nicht? Oder kann es Liebig entgangen ſein, daß Faſerſtoff feuchten Sauerſtoff aufnimmt und Kohlenſäure abgiebt, wie Scherer und Mulder gelehrt haben?

Wahrlich, bei einem Manne, der minder als Liebig das Recht hätte ſich zu fühlen, würde man glauben, daß er die Unrichtigkeit ſeiner Eintheilung verſchanzen wollte hinter halben Widerrufungen und Widerſprüchen, wenn

man ſieht, daß Liebig ſogar den Athemwerth des Fleiſches berechnet[91]). Liebig hat dadurch ſelbſt gegen ſeine Eintheilung gerechte Einſprache erhoben, beherrſcht durch die unausweichliche Gewalt der vollendeten Thatſache. Wenn er dennoch an der Eintheilung feſthält, ſo iſt dies ein Fehler, der um ſo entſchiedener Bekämpfung verdient, je größer die Zahl der Schriftſteller iſt, die ſich blenden ließen durch die vermeintliche Genialität jener Anſchauung. Leider iſt es bei Weitem nicht ſo anerkannt als Geſetz des Lebens, wie es als Gemeinplatz feſtſteht: das Verkehrte iſt nie und nimmermehr genial.

Zehnter Brief.

Entwicklung der Nahrung im Thierkörper.

Obgleich das Leben eine Kreislinie darstellt, die sich in ununterbrochenem Fortschritt verfolgen läßt, gleichviel, von welchem Punkte man seine betrachtende Wanderung beginnt, so ist doch der Stoff, aus dem sich der Körper aufbaut, als der wichtigste Vermittler seiner Beziehungen zur Außenwelt, der natürlichste Ausgangspunkt, der uns zugleich für die Entwicklungsgeschichte am meisten verspricht.

Diese Entwicklungsgeschichte liegt ganz in den Bewegungen des Stoffs, den die Nahrung dem Körper zuführt. Aus der Eigenthümlichkeit der stofflichen Mischung erklären sich die Formen der Gewebe. Der Form und Mischung entsprechen alle anderen Eigenschaften.

Will man die Nahrung eintheilen nach dem obersten Gesichtspunkt, nach welchem sie den Urstoff bildet, aus dem immer erneut der Körper hervorgeht, so kann nur

die Entwicklungsgeschichte den Grund der Eintheilung abgeben. Wer sich bemüht, die Zwecke der Nahrung zu errathen, der wählt den entgegengesetzten Weg und setzt sich derselben Gefahr aus, an welcher Liebig's Annahme von Nährstoffen und Athemmitteln gescheitert ist. Die Ahnung der Zweckmäßigkeit könnte nur durch Offenbarung gelingen; ruhige Beobachtung der Entwicklung führt sicher zum Ziel.

Aus der Nahrung wird Blut, aus Blut werden Gewebe, Muskeln, Knochen, Knorpel, Hirn und Nerven, kurz alle festen Theile des Körpers.

Die Entwicklung der Nahrung ist also Blutbildung. Blut besteht aus Eiweiß und Zucker, aus Fett und Salzen. Zucker ist aber ein Körper, der sich in Fett verwandeln kann, er ist ein Fettbildner.

Hiernach ergiebt sich die Eintheilung der Nahrungsstoffe von selbst. Die Nahrungsstoffe zerfallen in eiweißartige Körper, in Fettbildner, Fette und Salze.

Zu einem vollkommenen Nahrungsmittel gehören Eiweiß, Zucker, Fett und Salze.

Jeder von diesen Stoffen hat die Bedeutung eines Baustoffs des Leibes, eines Nährstoffs. Eiweiß verbindet sich im Blute mit Sauerstoff so gut wie Zucker und Fett. Wäre die Athmung Selbstzweck, so hätten alle drei ein gleiches Anrecht auf den Namen Athemmittel.

Allein der Sauerstoff, den wir einathmen, ist gleichsam

ſelbſt ein Nahrungsſtoff. Indem er ſich mit den Nahrungsſtoffen, die der Magen aufnahm, verbindet, vollendet er die Blutbildung und die Entwicklung der Gewebe.

Blut und Gewebe ſind die vollendetſten Entwicklungsſtufen, welche die Nahrung im Verein mit dem Sauerſtoff erſteigt. Sie gehen aus der vereinigten Wirkung der Verdauung und Athmung hervor.

Es iſt eine Erleichterung des Ueberblicks, wenn man die Nahrung nur mit dem Blut und nicht zugleich mit den Geweben vergleicht. Denn Blut iſt die Mutterflüſſigkeit aller feſten Theile des Körpers.

Die Nahrungsſtoffe aufzulöſen und, wenn ſie nicht mit den Stoffen des Bluts übereinſtimmen, in Blutbeſtandtheile zu verwandeln, das iſt der ganze Umfang der Verdauung.

Wenn wir Kartoffeln oder Brod genießen, ſo nehmen wir Kartoffelſtärke oder Stärkmehl auf, einen in Waſſer unlöslichen Stoff, der im Blut nicht vorkommt. Speichel und Bauchſpeichel verwandeln das unlösliche Stärkmehl in löslichen Zucker, Galle, Bauchſpeichel und Darmſaft verwandeln den Zucker in Fett. Zucker und Fett ſind Beſtandtheile des Bluts. Die Verdauung hat das Stärkmehl in lösliche Blutſtoffe verwandelt.

Darum iſt Stärkmehl ein Blutbildner ſo gut wie das Eiweiß. Und es iſt eine höchſt einſeitige Auffaſſung der Verdauung, wenn Liebig ſie bezeichnet „als eine

„fortschreitende Entziehung von Stickstoff, welche die „Nahrung bei ihrem Durchgang durch die Eingeweide „erfährt“[92]). Dieser Ausdruck ist eine andere Umschreibung des Irrthums, daß nur die eiweißartigen Körper als Nährstoffe zu betrachten seien.

In einer älteren Zeit bestand die ganze Weisheit der Wissenschaft des Lebens in Worten wie Speisebrei, Speisesaft, Verähnlichung. Man beschrieb nur die äußeren Veränderungen, welche die Nahrungsmittel im Magen und Darm erleiden. Im Magen sah man die Nahrung mit Speichel und Magensaft gemischt zu einem Brei, der sich immer mehr verflüssigte zu Speisesaft, um sich allmälig dem Blut zu verähnlichen.

Alles dies geschah durch eine geheimnißvolle Kraft, die keinen Stoff als Träger brauchte.

Es ist einer der größten Fortschritte des Jahrhunderts, daß wir solchen Ausdrücken gar keinen Werth mehr beilegen. Wir haben die Verdauung kennen gelernt als eine chemische Umwandlung des Stoffs, der wir Schritt vor Schritt zu folgen trachten. Das ist nicht bloße Erweiterung der Gelehrsamkeit, es handelt sich bei der Erkenntniß der chemischen Umsetzung von Speisen und Getränken nicht etwa bloß um gelehrte Beschreibung einzelner Eigenschaften und Zustände, es handelt sich um die Einsicht in den wichtigen Satz, daß das Blut rein stofflichen Ursprungs ist. Wir stützen unsere Verehrung

für den rothen Lebenssaft nicht mehr auf die leere Annahme von Lebensgeistern und Zauberkräften, die den Körper in Thätigkeit halten, sondern auf die Thatsache, daß das Blut eine hohe Entwicklungsstufe der Nahrung darstellt, die sich selbst weiter zu Geweben entfaltet.

Durch diese Einsicht ist die stoffliche Grundlage gewonnen für den Bestand unsres ganzen Seins und unsrer größten Leistungen. Mit der Entdeckung der Verdauung als eines rein chemischen Vorgangs wurde das beste Siegel erworben für die allgemeinen Lehrsätze, welche Helvetius, Diderot, La Mettrie und Cabanis aus minder vollkommenen Beobachtungen schöpften.

Nur durch jene Umwandlungen lernen wir es begreifen, daß der Säugling leben kann von Milch, die im Käsestoff nur Einen eiweißartigen Körper führt und zwar einen Körper, dessen Menge im Blut dem Eiweiß und Faserstoff weit nachsteht. Eiweiß und Faserstoff sind verschieden von Käsestoff. Durch die Verdauung wird der Käsestoff in Eiweiß, durch das Athmen das Eiweiß in Faserstoff verwandelt. Dabei nimmt der Käsestoff Phosphor auf, den er ursprünglich nicht enthielt. Durch Aufnahme von Phosphor wird er in Eiweiß, durch Aufnahme von Sauerstoff wird das Eiweiß in Faserstoff des Bluts verwandelt.

Stoffliche Umsetzung der eiweißartigen Körper setzt uns in den Stand, von Pflanzen zu leben. Denn bei

aller Aehnlichkeit in den wichtigsten Eigenschaften, bei aller Uebereinstimmung in den wesentlichsten Verhältnissen der Zusammensetzung, die wir durch Mulder's Untersuchungen zuerst erfahren haben, sind doch die eiweißartigen Verbindungen der Pflanzen den entsprechenden Körpern des Thierbluts keineswegs völlig gleich.

In den Erbsen ist ein eiweißartiger Stoff in so reichlicher Menge enthalten, daß er das Recht hat, Erbsenstoff zu heißen*). Man hat diesen Erbsenstoff mit Käsestoff verglichen, mit dem Käsestoff der Milch und des Bluts. Beide lassen sich aus ihren Lösungen durch Essigsäure fällen. Allein der Niederschlag des Käsestoffs wird durch überschüssig zugesetzte Essigsäure gelöst, der Erbsenstoff nicht. Erbsenstoff ist der phosphorreichste aller eiweißartigen Körper (Norton)[93]), Käsestoff enthält gar keinen Phosphor.

Nichtsdestoweniger nennt Liebig den Erbsenstoff Pflanzenkäsestoff. Und er unterstützt diesen Namen mit einem „merkwürdigen Beleg", der darin besteht, daß die Chinesen aus Erbsen einen „wirklichen Käse" zu machen pflegen[94]). Diese an und für sich sehr wissenswürdige Thatsache ist jedoch nicht nur „von den Untersuchungen der Chemie ganz unabhängig", sondern gegen die auf chemische Eigenschaften gegründete Unterscheidung nicht

*) Legumin.

im Allermindeſten beweiſend. Wenn dadurch der Erbſenſtoff dem Käſeſtoff gleich ſein ſoll, daß die Chineſen nach Itier ein dem Käſe ähnliches Gericht, meinetwegen „wirklichen Käſe“ aus Erbſen bereiten, dann ſteht uns nichts im Wege, wenn wir Reis und Eier und Brod und Kartoffeln als Puddingſtoffe zuſammenwürfeln wollen.

Ein anderer Grund, den Liebig ſeiner Uebertragung der Namen thieriſcher Eiweißkörper auf ähnliche Stoffe des Pflanzenreichs unterlegt, iſt folgender: „Dieſe verſchiedenen Stoffe liefern zuletzt in Oxydationsprozeſſen „einerlei Produkte, was die Chemie als einen Beweis „betrachtet, daß ihre Elemente auch in gleicher Weiſe geordnet ſind“ [95]). Abgeſehen davon, daß ein von den Zerſetzungsprodukten hergeleiteter Beweis der Gleichheit nur dann wahre Geltung haben kann, wenn dieſelben Zerſetzungsprodukte unter denſelben Verhältniſſen in gleicher Menge entſtehen, wiſſen wir durch Stenhouſe, daß die Zerſetzungsprodukte thieriſcher und pflanzlicher Eiweißkörper keineswegs vollkommen mit einander übereinſtimmen. So liefern thieriſches und pflanzliches Eiweiß oder Käſeſtoff und Erbſenſtoff, wenn man ſie trocken erhitzt und bei der Behandlung mit Säuren oder mit Laugen, verſchiedene flüchtige Baſen, welche, im Bunde mit mehren anderen Unterſchieden, die von Liebig behauptete Gleichheit entſchieden widerlegen.[96])

Und deshalb iſt es entſchieden falſch, wenn Liebig

behauptet, „daß Thierfibrin *) und Pflanzenfibrin **), „Thieralbumin und Pflanzenalbumin, Thiercaſein ***) „und Pflanzencaſein†) nicht allein die nämlichen Ele„mente in denſelben Verhältniſſen enthalten, ſondern auch „gleiche Eigenſchaften beſitzen“ [97]). Das lösliche Pflanzeneiweiß enthält weniger Schwefel als das Eiweiß des Bluts. Der Faſerſtoff der Thiere iſt unter Verhältniſſen gelöſt, in welchen das ungelöſte Pflanzeneiweiß immer geronnen iſt. Aus demſelben Grunde iſt auch das Eiweiß des Bluts nicht gleich dem Faſerſtoff des Fleiſches [98]). Die viel bedeutendere Verſchiedenheit des Erbſenſtoffs vom Käſeſtoff endlich iſt oben bereits hervorgehoben worden.

Man ſieht hieraus, daß Mulder's Ausdruck nicht wörtlich zu verſtehen iſt, wenn er behauptet, daß Pflanzenfreſſer und Fleiſchfreſſer denſelben Eiweißſtoff verzehren††). Das iſt aber auch nicht die Bedeutung des Mulder'ſchen Geſetzes. Es ſoll nur die Verwandtſchaft bezeichnen, welche die eiweißartigen Körper der Pflanzen mit denen der Thiere zu Einer Gruppe verbindet.

Durch dieſe Verwandtſchaft iſt das Leben der Pflanze eine die Verdauung des Thieres vorbereitende Thätigkeit,

---

*) Faſerſtoff.

**) Ungelöſtes Pflanzeneiweiß.

***) Käſeſtoff.

†) Erbſenſtoff.

††) Vergl. oben S. 99.

und zwar eine unerläßliche Vorbereitung, da weder dammsaures Ammoniak, noch kohlensaures Ammoniak im Verdauungskanal der Thiere zu Eiweiß umgesetzt werden können.

Umwandlung des einen eiweißartigen Körpers in den anderen ist dagegen ein Vorgang, der eine viel weniger bedeutende Umsetzung verlangt, als die Verdauungsflüssigkeiten in den Fettbildnern hervorbringen müssen, wenn sie dieselben in Fett verwandeln.

Aus diesem Grunde kann unser Körper aus Erbsen und Bohnen, aus Weizen und Roggen Blut bereiten, ebenso wie der Säugling die Fähigkeit hat, den Käsestoff der Milch in Eiweiß und Faserstoff des Bluts überzuführen.

Ja, der Thierkörper vermag durch diese umsetzende Thätigkeit noch weit mehr. Hunde können wochenlang von rohen Knochen leben, obgleich diese so gut wie kein Eiweiß, sondern nur leimgebenden Stoff enthalten, der sich in Eigenschaften und Zusammensetzung vom Eiweiß viel weiter entfernt, als irgend ein eiweißartiger Körper vom anderen. Ohne Erneuerung des Eiweißes im Blut kann aber der Hund nicht leben. Aus dem Fett des Knochenmarks kann kein Eiweiß entstehen. Es ist also klar, daß sich der leimgebende Stoff im Thierkörper in Eiweiß verwandelt, daß Leim ein Nahrungsstoff ist.

Mit Unrecht behauptet Liebig daher, „daß die an

„ſich geſchmackloſe und beim Genuſſe ekelerregende Leim-
„ſubſtanz keinen Ernährungswerth beſitzt“ [99]). Liebig ſucht dieſen Ausſpruch zu erhärten durch die bekannte Thatſache, daß Hunde von Leim allein, oder ſelbſt von Leim, „begleitet von den ſchmackhaften Beſtandtheilen „des Fleiſches“, nicht leben können. Allein dieſe und ähnliche Thatſachen beweiſen zwar, daß Leim kein vollſtändiges Nahrungsmittel iſt, daß Leim und Fleiſchbrühe auf die Dauer nicht im Stande ſind, ohne Zuſatz von anderer Nahrung das Leben zu friſten; daß Leim kein Nahrungsſtoff iſt, folgt daraus nie und nimmermehr. Oder iſt Eiweiß kein Nahrungsſtoff, iſt Fett kein Nahrungsſtoff, weil Thiere und Menſchen bei Eiweiß allein, oder bei Fett allein ebenſowenig am Leben bleiben, wie wenn ſie nur Leim genießen? Es iſt eine Liebig'ſche Schlußform, die leider in allen Ernährungsfragen bei ihm wiederkehrt: weil Eiſen allein die Dampfwagen nicht bewegt, ſo hat das Eiſen überhaupt für dieſe Bewegung keinen Werth.

„Nur diejenigen, welche befangen ſind,“ ſagt Mulder, „die ihre Verſuche an Hunden anſtellen, welche „Thiere, nach dem Ausſpruch der Gelatin-Commiſſion, „lieber neben der Gallerte verhungern, als ſie zu freſſen; „nur die, welche das Ergebniß von hunderttauſend Be-
„obachtungen läugnen, werden dem Leim eine Stelle unter „den nützlichen Nahrungsſtoffen abſprechen. Wer, ſo wie

„ich, die ärztliche Praxis viele Jahre lang ausgeübt hat „und die Gelegenheit hatte, Genesende unzählige Male „unter dem Gebrauch von Arrow-root*) und Hirschhorn-„gallerte**) an Kräften zunehmen zu sehen, oder sah, „wie Geschwächte durch den Gebrauch von Hirschhorn-„gallerte wieder elastischer wurden, muß es bedauern, „daß Versuche dort etwas entscheiden sollen, wo Ver-„suche verwerflich und überflüssig sind, wo nur die Be-„obachtung etwas zu entscheiden hat.“ [100])

Eine ganz andere Frage ist es, ob das leimgebende Gewebe zu den leicht verdaulichen Nahrungsstoffen gehört. Und diese Frage ist ganz entschieden zu verneinen. Sie beantwortet sich mit einer klaren Ansicht von der Verdauung von selbst. Wenn die Verdauung sich für die löslichen Nahrungsstoffe darauf beschränkt, daß den Blutbestandtheilen ungleiche Körper in Blutbestandtheile verwandelt werden, so ist es klar, daß ein löslicher Nahrungsstoff um so verdaulicher sein muß, je ähnlicher er von vornherein den Blutstoffen ist. Leimgebendes Gewebe weicht aber unter allen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen am weitesten von den Eiweißkörpern des Blutes ab; Leim ist unter den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen aus eben diesem Grunde am schwersten verdaulich.

---

*) Stärkmehl.

**) Leim.

Hierin liegt die Rechtfertigung und die Pflicht des Kampfes, den Liebig und Andere gegen jede Erſetzung von Fleiſch oder anderen eiweißreichen Nahrungsmitteln durch Leim oder Knochen führen. Und damit iſt den gewöhnlichen Suppentafeln, wenn ſie aus Knochenleim bereitet ſind, ein unwiderrufliches Verdammungsurtheil geſprochen.

Viele gebräuchliche Nahrungsmittel enthalten Stoffe, welche die Verdauungsflüſſigkeiten des Menſchen, Speichel, Magenſaft, Galle, Bauchſpeichel und Darmſaft nicht zu löſen und nicht in Blutbeſtandtheile zu verwandeln vermögen. Dieſe gehen unverdaut ab. Sie ſind, wie die Schalen von Linſen und Bohnen, Kirſchkerne und ähnliche Körper, im Koth vorhanden.

Zu dieſen Stoffen gehören aus dem Pflanzenreich der Zellſtoff, der den Hauptbeſtandtheil der Schalen von Hülſenfrüchten bildet, ſodann der Kork und die Holzſtoffe, welche in die Zuſammenſetzung der harten Kerne von Pfirſichen, Abrikoſen, Kirſchen und ähnlichen Obſtarten eingehen. Unter den Beſtandtheilen thieriſcher Nahrung ſind die Stoffe der federkräftigen Faſern, der Horngebilde, Haare, Nägel, die Oberhaut der inneren und äußeren Häute in den Verdauungsſäften unlöslich.

Je vollkommener alſo ein Nahrungsmittel in den Verdauungsflüſſigkeiten gelöſt wird, deſto weniger läßt es Stoffe zurück, die an der Kothbildung Antheil haben, und

deſto vollkommener iſt die Verdauung. Demnach iſt es eine vollkommene Begriffsverwechſelung, wenn Liebig den „Verdauungswerth“ eines Nahrungsmittels „an der „ganz beſonderen Größe der Ueberreſte genoſſener Mahl„zeiten erkennen will, welche Vorübergehende an Hecken „und Zäunen hinterlaſſen“ [101]). Die Kothbildung und die Verdauung haben mit einander nicht das Geringſte gemein. Im Gegentheil, der Koth beſteht aus dem unbrauchbaren Rückſtand der Nahrungsmittel, vermiſcht mit einigen Flüſſigkeiten, die aus dem Blut bereitet und ausgeſchieden wurden, mit Galle, Schleim und ähnlichen Stoffen. Inſofern die Abſonderung dieſer Flüſſigkeiten und regelmäßige Ausleerung jener Rückſtände der Nahrung ein nothwendiges Zeichen der Geſundheit darſtellen, iſt der Stuhlgang von der allerwichtigſten Bedeutung für das Leben. Wenn man aber Stuhlgang und Verdauung als gleichbedeutend anſieht, ſo überträgt man eine aus falſchem Anſtand gewählte Bezeichnung auf einen Begriff, der in der Wiſſenſchaft eine ganz andere Bedeutung hat. Es giebt nicht leicht zwei andere Begriffe auf dem ganzen Gebiet des Stoffwechſels, die einander ſchroffer entgegengeſetzt ſind, als Blutbildung und Kothbereitung. Die Verdauung iſt Blutbildung.

Weil aber das Blut der Inbegriff aller Beſtandtheile der Gewebe iſt, die flüſſige Summe aller Stoffe, welche die feſten Werkzeuge unſeres Körpers darſtellen, ſo nimmt

die Blutbildung den erſten Rang ein in der Entwicklungsgeſchichte der Nahrung. Indem das Blut und die Gewebe durch fortdauernde Athmung immer weiter zerfallen, um ſich zuletzt aufzulöſen in Harnſtoff, Kohlenſäure und Waſſer, ſchlägt die Entwicklung in Rückbildung um.

Auch hier ſind Rückbildung und Entwicklung einander fortwährend bedingende Glieder. In dem erwachſenen Körper machen zerfallende Formbeſtandtheile der Gewebe unabläſſig den neu zu bildenden Platz. Je thätiger ein Werkzeug iſt, deſto leichter iſt es, die jungen Entwicklungszuſtände in demſelben wahrzunehmen. Kein Muskel des ganzen Körpers iſt beſtändiger in Thätigkeit, als das Herz. Daher findet man im Herzen am leichteſten die Stoffe, in welche die verbrauchten Formbeſtandtheile der Gewebe zerfallen [102]), und neben dieſen die jüngſten Entwicklungsſtufen jener Formbeſtandtheile, d. h. junge Muskelfaſern, welche zu ſehr ſchmalen Bündeln vereinigt ſind. [103])

Jedermann weiß, daß durch einen heftigen Schlag auf den Nagel eines Fingers ein dunkelbrauner Fleck entſteht. Dieſer Fleck wird gebildet durch Blut, das in Folge der Zerreißung einiger Gefäße des gefäßreichen Muttergewebes unter dem Nagel ergoſſen wird. Weil aber von jenem Muttergewebe die Flüſſigkeit ausſchwitzt, welche die jüngſten unteren Nagelſchichten bildet, ſo wird das ergoſſene Blut nach und nach vollkommen vom Nagel

umſchloſſen. Und weil der Nagel von hinten nach vorn wächſt, ſo wird der braune Fleck nach mehren Wochen über die Spitze des Fingers hervortreten. Man ſieht dann das vertrocknete Blut zwiſchen den unteren und oberen Schichten des Nagels. Aber in dieſer Zeit hat ſich ein vollſtändig neuer Nagel gebildet. Den alten ſchneiden wir nach und nach ab. Ganz ebenſo erneuern ſich die Haare, die Oberhaut, welche die ganze Außenfläche des Körpers und die inneren Höhlen deſſelben überzieht.

Auf dieſelbe Weiſe bilden ſich an die Stelle der zerfallenden Nervenfaſern und Knorpelzellen, der Muskelbündel und Knochenplättchen immer neue Formen aus immer neuem Stoff. Die ausgeathmete Luft, Harn, Koth, Schweiß führen das Verbrauchte nach außen.

Die ſchleunigſte Neubildung erfolgt im Blut. Zwei bis drei Stunden nach einer Mahlzeit finde ich in meinem Blut die Zahl der farbloſen, fettreichen Zellen vermehrt, aus welchen die farbigen Blutkörperchen hervorgehen. In ſieben bis acht Stunden iſt dieſe Umwandlung bei Säugethieren und Menſchen beendigt [104]). Bei kaltblütigen Thieren wird ſie bedeutend verzögert. Am allerlangſamſten erfolgt ſie nach meinen Beobachtungen bei Fröſchen, denen die Leber ausgeſchnitten iſt.

Blutzellen, erſt farbloſe, dann farbige, ſind die erſten Formbeſtandtheile, die ſich im fertigen Körper entwickeln. Die Entwicklung iſt begründet in der eigenthümlichen

Mischung des Bluts. Eine Flüssigkeit, in der Eiweiß, Fett, Zucker und Salze gelöst sind, enthält alle Bedingungen, welche die Bildung von Kernen und Zellen erfordert. Das Blut ist eine vollendete Keimflüssigkeit, in der man die schönste Gelegenheit hat, verschiedene Altersstufen von Zellen zu erforschen. Mit dem Bilde der Blutbereitung haben wir eine Anschauung von der wichtigsten Entwicklung der Nahrung nach Mischung und Form.

Elfter Brief.

Asche der Thiere und Menschen.

Es war ein kostbarer Staub, den die Alten in Aschenkrügen in ihren Gräbern beisetzten. Denn die Asche enthielt den Stoff, mit dessen Hülfe die Pflanzen aus Bestandtheilen der Luft Thiere und Menschen zu erschaffen vermögen.

Mit Ausnahme der Stoffe, die wir in der Asche finden, sind die Elemente aller übrigen Bestandtheile des Körpers von Pflanzen, Thieren und Menschen in der Luft enthalten. Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sind zum Theil als freier Stickstoff und freier Sauerstoff, zum Theil als Kohlensäure, Wasser und Ammoniak in dem Dampfkreis unserer Erde vorhanden.

Aus Kohlensäure und Wasser bildet die Flachspflanze den Zellstoff, das Zuckerrohr den Zucker. Ohne anorganische Stoffe im Boden ist aber die Bildung des Zuckers im Zuckerrohr, des Zellstoffs im Flachs nicht möglich. Mayer und Brazier haben es in einem ebenso schönen

als richtigen Gleichniß ausgedrückt: „Die Vegetation der „Flachspflanze gleicht dem Wachsthum des Zuckerrohrs, „von deſſen Pflege wir ein ganz aus atmoſphäriſchen Be„ſtandtheilen zuſammengeſetztes Produkt erwarten. Die „anorganiſchen Theile, welche von der Pflanze aufge„nommen werden, ſind nur die Werkzeuge, um es her„vorzubringen, und ſollten ebenſo ſorgfältig bewahrt wer„den, wie die Werkzeuge in einer Fabrik, um bei der Er„zielung künftiger Erndten ferner Dienſte zu leiſten.“ [105])

In derſelben Weiſe ſind die anorganiſchen Beſtandtheile des Bluts die Werkzeuge, mit deren Hülfe aus den organiſchen Stoffen des Bluts die verſchiedenen Gewebe unſeres Körpers gezeugt werden. Schon im Blut iſt die Entwicklung der Formbeſtandtheile, der Blutkörperchen, gegründet auf die Trennung der Kaliſalze und Natronſalze, die beide aus der Nahrung der Blutbahn zufließen. Die Blutkörperchen enthalten die Kaliſalze, während die Natronverbindungen in der Blutflüſſigkeit gelöſt ſind. Kochſalz, eine Verbindung von Natrium und Chlor, iſt nur in der Flüſſigkeit, die Verbindung von Kalium und Chlor iſt vorzugsweiſe in den Körperchen vorhanden (C. Schmidt). Und alſo finden wir ſchon im Blute den Beweis für Liebig's Ausſpruch, daß Kali und Natron, ſo ähnlich ſie auch in anderen Eigenſchaften ſind, ſich im Thierkörper nicht erſetzen können [106]). Auf gleiche Weiſe fand Schmidt

in den Körperchen die Phosphorsäure, in der Flüssigkeit Kalk und Bittererde, Kohlensäure und Schwefelsäure vorherrschend.

Am allerinnigsten ist aber die Verwandtschaft einer organischen Gruppe von Elementen zu einem anorganischen Körper in dem Farbstoff des Bluts, der in den farbigen Körperchen enthalten ist. Dieser Farbstoff ist eine Verbindung von Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, zu der sich das Eisen gesellt, etwa so wie Schwefel und Phosphor zum Eiweiß gehören.

Es ist irrig, wenn Liebig behauptet, daß der Blutfarbstoff die Oxyde des Eisens enthält [107]). Mulder hat es durch die schlagendsten Gründe dargethan, daß das Eisen des Blutfarbstoffs nicht mit Sauerstoff verbunden ist. Durch starke Schwefelsäure läßt sich das Eisen aus dem Farbstoff entfernen. Es verhält sich dabei ganz so wie metallisches Eisen. Denn es entzieht dem vorhandenen Wasser seinen Sauerstoff, verwandelt sich auf Kosten des Wassers in Eisenoxyd, das sich mit der Schwefelsäure verbindet, während zugleich eine Entwicklung von Wasserstoff vor sich geht. Dabei behält man eine organische Gruppe zurück, deren Sauerstoffgehalt sich nicht verändert hat. Wäre das Eisen als Oxyd im Farbstoff vorhanden, dann hätte die Schwefelsäure demselben nicht bloß das Eisen, sondern zugleich einen Theil seines Sauerstoffs rauben müssen.

Ebenſo unrichtig iſt Liebig's Behauptung, daß aller Phosphor in den thieriſchen Körpern in der Form von Phosphorſäure enthalten ſei. Wenn man beim Verbrennen eines eiweißartigen Körpers weniger Phosphorſäure in der Aſche findet, als wenn man denſelben mit Salpeterſäure behandelt, ſo ſoll der Verluſt nach Liebig nur daher rühren, daß durch die Hitze bei der Anweſenheit von Kohle ein Theil der Phosphorſäure zerſetzt und verflüchtigt werde. Kurz, nach Liebig enthielte der eiweißartige Körper den Phosphor nur in der Geſtalt von Phosphorſäure, nur oxydirt. Und wenn man in der Aſche weniger Phosphorſäure finde, als auf dem ſogenannten naſſen Wege, ſo ſei dies ein im chemiſchen Verfahren begründeter Verluſt, der ſich durch Zuſatz von Alkalien oder alkaliſchen Erden, welche die Phosphorſäure binden, verhüten laſſe [108]). So wahr es nun iſt, daß unter den bezeichneten Umſtänden ein Theil der Phosphorſäure zerſetzt und verflüchtigt wird, ſo entſchieden muß es beſtritten werden, daß aller Phosphor nur als Phosphorſäure in den eiweißartigen Stoffen vorkommt. Wenn man Erbſenſtoff das eine Mal mit Salzſäure, ſchwefelſaurer Bittererde und Ammoniak, das andere Mal mit Salpeterſäure, ſchwefelſaurer Bittererde und Ammoniak behandelt, dann erhält man im erſteren Fall nur eine Spur, im zweiten eine reichliche Menge von phosphorſaurer Ammoniak-Bittererde [109]). Sal-

petersäure ist nämlich eines der kräftigsten Oxydationsmittel, über die der Chemiker verfügt. Sie verwandelt den Phosphor des Erbsenstoffs in Phosphorsäure, was durch Salzsäure nicht geschieht. Schwefelsaure Bittererde und Ammoniak schlagen die Phosphorsäure nieder als phosphorsaure Ammoniak-Bittererde; sie lassen dagegen den Phosphor unverändert. Daß trotzdem durch schwefelsaure Bittererde und Ammoniak ein Niederschlag entsteht, wenn man die Eiweißkörper nur mit Salzsäure und nicht mit Salpetersäure behandelt, hat darin seinen Grund, daß alle eiweißartigen Stoffe phosphorsauren Kalk enthalten, der durch die Salzsäure gelöst und daher von schwefelsaurer Bittererde und Ammoniak niedergeschlagen wird.

Wahrscheinlich ist es in hohem Grade, daß wir dereinst die Formen, in welchen Eisen, Schwefel und Phosphor in den organischen Stoffen enthalten sind, erkennen werden. Bisher kennen wir sie nicht, für den Schwefel so wenig, wie für Phosphor und Eisen [110]). Nur das wissen wir, daß das Eisen im Blutfarbstoff, der Schwefel und der Phosphor in den eiweißartigen Körpern nicht in einfach oxydirter Form enthalten sind.

Das Blut läßt sich für die Gewebe in jeder Rücksicht mit den in der Ackererde gelösten Stoffen für die Pflanzenwurzel vergleichen. Die anorganischen Bestandtheile des Bluts hängen von der Nahrung ab. Kohlen-

saure Salze sind zwar, trotz Liebig's Widerspruch [111]), in jedem Blut enthalten. Allein beim Genuß von Kräutern nehmen die kohlensauren Salze im Blut bedeutend zu, während sie einem Uebergewicht der phosphorsauren Salze weichen beim vorherrschenden Genuß von Fleisch und Brod, ohne deshalb jemals ganz zu verschwinden (Verdeil). Daher kommt es, daß das Blut eines fleischfressenden Hundes weit mehr Phosphorsäure führt, als das von Ochsen oder Schaafen.

Ob nun das Blut kohlensaures oder phosphorsaures Natron in überwiegender Menge enthält, ist keineswegs gleichgültig, schon weil die Kohlensäure und Phosphorsäure verschieden sind, namentlich aber deshalb, weil kohlensaure Salze bisher für kein einziges Gewebe, phosphorsaure Verbindungen dagegen für alle von der allerwichtigsten Bedeutung gefunden wurden.

Es ist daher falsch, wenn Liebig der durch das Vorherrschen von Kohlensäure oder von Phosphorsäure hervorgebrachten Ungleichheit in der Zusammensetzung allen Einfluß auf die Eigenschaften des Blutes abspricht, oder gar erklärt, daß das phosphorsaure Alkali in seinen Eigenschaften mit dem kohlensauren Alkali identisch sei [112]). Liebig gründet den letzteren Ausspruch auf die Angabe, daß das kohlensaure Salz und das phosphorsaure beide in gleicher Weise Kohlensäure aufnehmen. Allein diese Angabe habe ich durch Versuche widerlegt. Es ist wahr,

daß eine Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron sehr viel Kohlensäure aufnimmt; die Kohlensäure läßt sich jedoch durch die Luftpumpe vollständig wieder austreiben. [113])

Wenn aber das Blut durch die Nahrung innerhalb gewisser Grenzen verschieden wird, so muß sich dieser Einfluß geltend machen auf die Gewebe, die aus dem Blut entstehen. Man kann deshalb Liebig nicht beipflichten, wenn er es wunderbar findet, daß das Blut zweier verschiedener Thierarten „bei einer abweichenden „Zusammensetzung zu denselben Zwecken tauglich ist" [114]). Das ist so wenig wunderbar, wie es auffallen kann, daß zwei Ackererden von verschiedener Mischung beide Erndten liefern. Jene Betrachtung Liebig's kann nur dadurch hervorgerufen sein, daß er die Gewebebildung als einen allgemeinen Zweck der Zusammensetzung des Bluts in's Auge faßt, ohne die Entwicklung der Gewebe mit der Mischung des Bluts zu vergleichen, etwa wie weiland Henle knöchernen und hornigen Zähnen gleiche Verrichtung zuschreiben wollte, vielleicht weil beide beim Beißen benützt werden. [115])

Gewebe und Erndten werden allerdings durch zwei verschiedene Blutarten und zwei verschiedene Ackererden hervorgebracht, aber jedem wesentlichen Unterschied in der Mischung des Bluts und des Ackers muß eine Verschiedenheit in Geweben und Erndten entsprechen.

Da das Blut in einem und demſelben Einzelweſen, im Großen und Ganzen, eine gleichmäßige Miſchung darſtellt, welche vom Herzen durch die Schlagadern den verſchiedenſten Körpertheilen zugeführt wird, um durch die Wand der feinſten Gefäße, in welche ſich die Schlagadern auflöſen, in die Gewebe hinüberzuſchwitzen, ſo iſt es klar, daß eine verſchiedene Zuſammenſetzung der Gewebe nur dadurch herbeigeführt werden kann, daß die einzelnen Beſtandtheile des Bluts die eigentliche Blutbahn an verſchiedenen Stellen mit verſchiedener Geſchwindigkeit verlaſſen.

Und ſo geſchieht es wirklich. Die Naturlehre des Menſchen und der Thiere iſt ſchon ſeit längerer Zeit im Beſitze eines bedeutſamen Winkes für dieſes Verhältniß, inſofern ſie weiß, daß die Haargefäße — ſo heißen jene feinſten Kanäle, in welche ſich die Schlagadern auflöſen und welche die Schlagadern mit den Adern verbinden, — in verſchiedenen Theilen des Körpers einen ſehr verſchiedenen Durchmeſſer beſitzen und Netze bilden, deren Formen für die einzelnen Gewebe und Werkzeuge eigenthümlich ſind. Das Hirn iſt durch ſehr feine, das Knochenmark durch außerordentlich weite Haargefäße ausgezeichnet. In den Nerven iſt das Netz der Haargefäße aus langgeſtreckten und unregelmäßigen Maſchen zuſammengeſetzt; in der Lunge ſind die Maſchen eng und mehr oder weniger rautenförmig; in den Muskelhäuten des Darms außer-

ordentlich regelmäßig rechteckig. Hier, wie in den Muskeln überhaupt, ist das Haargefäßnetz ziemlich dicht. Gerlach.

Ist es zu verwundern, daß jene eigenthümliche Beschaffenheit der Haargefäße auch der Schnelligkeit, mit welcher ihre Wand von den einzelnen Blutbestandtheilen durchsetzt wird, ihr Gepräge aufdrückt? Für die organischen Stoffe hat C. Schmidt durch vortreffliche Untersuchungen jenen Wink zu einer höchst lehrreichen Thatsache gestaltet, die in mehren Fällen von Ludwig Wachsmuth bestätigt wurde [115*]). Aus den Haargefäßen in der Haut, welche die Lungen überzieht, schwitzt das Eiweiß rascher durch, als aus den Haargefäßen, die in dem Bindegewebe unter der allgemeinen Körperhaut verlaufen.

Auf die merkwürdigste Weise hat sich dieses Wechselverhältniß zwischen der Schnelligkeit, mit welcher die einzelnen Stoffe das Blut verlassen, und der Zusammensetzung der Gewebe für die anorganischen Bestandtheile herausgestellt.

Wir haben durch eine der schönsten und gediegensten Untersuchungen Liebig's erfahren, daß, während in dem Blut das Kochsalz bedeutend über Chlorkalium vorherrscht, in den Muskeln gerade umgekehrt das Chlorkalium reichlicher als Kochsalz vertreten ist. Wenn aber in dem Blut viel Natron und wenig Kali, in den Muskeln viel Kali und wenig Natron enthalten ist, wenn es ferner feststeht, daß die Muskeln ihren sämmtlichen Kaligehalt nur vom Blut beziehen, so müssen die Haargefäße der

Muskeln das Kali des Bluts mit größerer Geſchwindigkeit austreten laſſen, als das Natron.

Gerade umgekehrt in den Knorpeln. Die Knorpel enthalten kein Chlorkalium, dagegen ſehr viel Kochſalz. Es ergiebt ſich daraus mit Nothwendigkeit, daß Chlorkalium durch die Haargefäße der Knorpelhaut viel langſamer ausſchwitzt, als durch die Haargefäße der Muskeln. Ja, wenn es ſich beſtätigt, daß die Knorpel gar kein Chlorkalium führen, dann iſt die Geſchwindigkeit, mit welcher das Chlorkalium ſich aus dem Blut in die Knorpel bewegt, mit dem Mathematiker zu reden, unendlich klein.

Knorpel und Muskeln verhalten ſich hinſichtlich der Vertheilung von Chlornatrium und Chlorkalium zu einander wie Blutflüſſigkeit und Blutkörperchen.

Ob an einer gegebenen Stelle des Körpers Muskel- oder Knorpelgewebe aus dem Nahrungsſaft, d. h. aus der durch die Haargefäßwand hindurchgeſchwitzten Flüſſigkeit hervorgeht, das iſt in erſter Linie bedingt durch das Vorherrſchen von Natron oder Kali an den betreffenden Orten.

Darin liegt alſo der unſchätzbare Werth der Aſche der Gewebe. Die Verſchiedenheit der Gewebe iſt vor allen Dingen gegründet auf die Mannigfaltigkeit der anorganiſchen Beſtandtheile, welche durch die einzelnen Haargefäßgruppen mit wechſelnder Geſchwindigkeit hervor-

ſchwitzen. Dieſe anorganiſchen Stoffe ſind es, welche beim Verbrennen der Gewebe als Aſche zurückbleiben, während ſich die organiſchen Beſtandtheile verflüchtigen.

Aus dieſem Grunde iſt den Stoffen der Aſche eine weſentliche Rolle in der Gewebebildung zuzuſchreiben. Die Muskeln entſtehen nur mit Hülfe des Chlorkaliums. Chlorkalium iſt das Muskelſalz. Kochſalz iſt der Gewebebildner der Knorpel. Das Kochſalz iſt das Knorpelſalz.

Ebenſo iſt der phosphorſaure Kalk als der wichtigſte Gewebebildner der Knochen zu betrachten. Der phosphorſaure Kalk geht mit der leimgebenden organiſchen Grundlage der Knochen chemiſche Verbindungen ein. Man nennt den phosphorſauren Kalk Knochenerde. In demſelben Sinne darf man die phosphorſaure Bittererde als Muskelerde bezeichnen. Fluorcalcium, eine Verbindung, in welcher der Sauerſtoff des Kalks durch Fluor vertreten iſt, erſcheint als Knochenſalz.

Zu den Haaren gehört als Gewebebildner das Eiſen. Das Eiſen iſt nicht nur Blutmetall, es iſt auch als Haarmetall zu würdigen.

Man ſieht hieraus, daß es unrichtig iſt, wenn Liebig vom Kochſalz behauptet, daß es ohne Einfluß ſei auf die bildende Thätigkeit der Gewebe [116]). Das Kochſalz iſt zur Entſtehung von Knorpeln ſo nothwendig, wie die Knochenerde zur Bildung von Knochen, das Chlorkalium zur Entwicklung von Muskeln.

Von allen anorganiſchen Stoffen hat aber die Phosphorſäure die weiteſte Verbreitung im Thierkörper. Sie iſt in den Knochen an Kalk, in den Muskeln an Kali und Bittererde, in der Leber an Alkalien, Erden und Eiſen, am allerreichlichſten aber im Hirn an Kali und Natron, an Eiſen, Kalk und Bittererde [117]) gebunden. Alle eiweißartigen Stoffe des Körpers enthalten eine gewiſſe Menge phosphorſauren Kalks. Mit vollem Rechte iſt es von Liebig betont worden: „Die Bildung und „Erzeugung der geformten Theile des Körpers kann ohne „vorwaltende Phosphorſäure nicht gedacht werden“ [118]). In manchen Theilen des Leibes, im Hirn, in den Eiern, im Samen und bereits im Blut iſt der Phosphor, wie es ſcheint als Phosphorſäure, ſogar mit einer organiſchen Gruppe in der Weiſe gepaart, daß ein phosphorhaltiges Fett daraus hervorgeht [119]). Deshalb iſt man, des Liebig'ſchen Einwurfs ungeachtet [120]), durchaus berechtigt zu ſagen, daß das Blut und Hirn, Eier und Samen, kurz gerade die Theile, welche auf der höchſten Staffel des Lebens ſtehen, ein phosphorhaltiges Fett beſitzen, in dem ihre weſentlichſte Eigenthümlichkeit begründet iſt. Daher fand Breed in der Aſche des Hirns eine anſehnliche Menge freier Phosphorſäure.

Wird das Hirn zu Kohle verbrannt, dann beſitzt dieſe eine ſaure Beſchaffenheit; ſie röthet, wenn ſie vorher mit etwas Waſſer angefeuchtet wird, einen Streifen

blauen Lackmuspapiers. Die freie Säure ist keine andere als Phosphorsäure.

So wichtig ist jene organische Gruppe des Hirns, in deren Zusammensetzung der Phosphor eingeht, daß ihre größere oder geringere Menge schon jetzt, nachdem das phosphorhaltige Fett kaum drei Jahre lang genau erforscht ist, einen merkwürdigen Unterschied zwischen den Hirnen verschiedener Thiere kennen lehrte. Nach Lassaigne zeigen das Hirn und das verlängerte Mark der Katze und der Ziege nach der Verkohlung keine so deutlich saure Beschaffenheit, wie dieselben Theile des Pferdes. Die Menge des phosphorhaltigen Fetts im Hirn verschiedener Thiere ist demnach verschieden groß.[121])

Ganz in derselben Weise, wie in dem Einzelwesen die Art der Gewebe zu einem großen Theil bedingt ist durch die anorganischen Bestandtheile, welche an einer gegebenen Stelle das Blut der Haargefäße verlassen, so sind auch die Merkmale der Art, welcher das Einzelwesen angehört, die Gründe ihrer Entstehung und Ausbildung in den Aschenbestandtheilen zu suchen, die ihr Körper bei der Verbrennung zurückläßt.

Natürlich ist hier mit der Nahrung die erste Quelle des Unterschieds in der Zusammensetzung des Bluts gegeben. Ich habe schon erwähnt, wie deutlich die Phosphorsäure vorherrscht im Blut von Menschen und Thieren, die vorzugsweise Fleisch und Brod genießen, und wie sie

ver Kohlensäure weicht, wenn die Nahrung vorzugsweise in Kräutern bestand.

Das Eisen des Bluts der Menschen und der Wirbelthiere ist in dem Blut der Weinbergschnecke durch Kupfer vertreten; der phosphorsaure Kalk des Menschenbluts durch kohlensauren Kalk bei der Teichmuschel.

Wenn wir durch C. Schmidt erfahren, daß das Blut der Schaalthiere so reichlich mit kohlensaurem Kalk geschwängert ist, daß dieses Salz, mit etwas kohlensaurem Natron vermischt, beim Verdunsten des Bluts in Krystallen anschießt, dann werden wir uns nicht wundern, daß man die Schaalen der Muscheln benützt, um Kalk daraus zu brennen. Der Kalk der Schaalen stammt vom Blut, wie der des Blutes von der Nahrung.

Die Knochen der Lurche und Fische kennt man an dem schwefelsauren Natron, das sie führen; die Zähne der Dickhäuter an der phosphorsauren Bittererde. In den Knochen der Pflanzenfresser ist mehr phosphorsaure Bittererde zugegen als in denen der Fleischfresser und des Menschen.

Kieselsäure ist zwar sehr allgemein der Gewebebildner horniger Theile. Sie findet sich in Haaren, in Wolle und Schleim. Vor allen anderen sind aber die mächtig entwickelten Horngebilde der Vögel, die Federn, durch ihren Reichthum an Kieselerde bezeichnet. Und hier sind es wieder die körnerfressenden Vögel, welche die von

Fiſchen und anderen Waſſerthieren lebenden übertreffen. Der Haushahn ſteht durch den bedeutenden Kieſelerdegehalt ſeiner Federn unter den Vögeln obenan (von Gorup-Beſanez).

Wenn aber die regelmäßigen anorganiſchen Beſtandtheile von Thieren und Menſchen eine ſo geſetzmäßige Anziehungskraft üben und erleiden im Verhältniß zu den organiſchen Grundlagen des Körpers, ſo fehlt eine ſolche Verwandtſchaft auch nicht für diejenigen, die nur unter beſonderen Einflüſſen, ſei es der Nahrung oder der Arzneien, dem Körper einverleibt werden.

Aus dieſem Geſichtspunkt iſt das Verhalten der Metalle vorzugsweiſe lehrreich. Bei manchen Thieren führt die Leber ſchon unter gewöhnlichen Umſtänden Kupfer. Bei der Weinbergſchnecke entſpricht der Kupfergehalt der Leber der Anweſenheit des Kupfers im Blut (Harleß). Genth fand Kupfer in dem weißlichblauen bis himmelblauen Blut einer Art von Moluckenkrebs*)[121a]), von Bibra in der Leber beim Taſchenkrebs, bei Forellen, Haifiſchen und Sonnenfiſchen.

Nun aber enthält das Getreide bisweilen Kupfer, das aus der Ackererde, z. B. aus Thonſchiefer oder aus gelbem Thon, aufgenommen werden kann. Es iſt nur eine wei-

*) Limulus Cyclops, Fabricius, in Philadelphia unter dem Namen King's crab bekannt.

Von allen anorganischen Stoffen hat aber die Phosphorsäure die weiteste Verbreitung im Thierkörper. Sie ist in den Knochen an Kalk, in den Muskeln an Kali und Bittererde, in der Leber an Alkalien, Erden und Eisen, am allerreichlichsten aber im Hirn an Kali und Natron, an Eisen, Kalk und Bittererde [117]) gebunden. Alle eiweißartigen Stoffe des Körpers enthalten eine gewisse Menge phosphorsauren Kalks. Mit vollem Rechte ist es von Liebig betont worden: „Die Bildung und „Erzeugung der geformten Theile des Körpers kann ohne „vorwaltende Phosphorsäure nicht gedacht werden“ [118]). In manchen Theilen des Leibes, im Hirn, in den Eiern, im Samen und bereits im Blut ist der Phosphor, wie es scheint als Phosphorsäure, sogar mit einer organischen Gruppe in der Weise gepaart, daß ein phosphorhaltiges Fett daraus hervorgeht [119]). Deshalb ist man, des Liebig'schen Einwurfs ungeachtet [120]), durchaus berechtigt zu sagen, daß das Blut und Hirn, Eier und Samen, kurz gerade die Theile, welche auf der höchsten Staffel des Lebens stehen, ein phosphorhaltiges Fett besitzen, in dem ihre wesentlichste Eigenthümlichkeit begründet ist. Daher fand Breed in der Asche des Hirns eine ansehnliche Menge freier Phosphorsäure.

Wird das Hirn zu Kohle verbrannt, dann besitzt diese eine saure Beschaffenheit; sie röthet, wenn sie vorher mit etwas Wasser angefeuchtet wird, einen Streifen

blauen Lackmuspapiers. Die freie Säure ist keine andere als Phosphorsäure.

So wichtig ist jene organische Gruppe des Hirns, in deren Zusammensetzung der Phosphor eingeht, daß ihre größere oder geringere Menge schon jetzt, nachdem das phosphorhaltige Fett kaum drei Jahre lang genau erforscht ist, einen merkwürdigen Unterschied zwischen den Hirnen verschiedener Thiere kennen lehrte. Nach Lassaigne zeigen das Hirn und das verlängerte Mark der Katze und der Ziege nach der Verkohlung keine so deutlich saure Beschaffenheit, wie dieselben Theile des Pferdes. Die Menge des phosphorhaltigen Fetts im Hirn verschiedener Thiere ist demnach verschieden groß.[121])

Ganz in derselben Weise, wie in dem Einzelwesen die Art der Gewebe zu einem großen Theil bedingt ist durch die anorganischen Bestandtheile, welche an einer gegebenen Stelle das Blut der Haargefäße verlassen, so sind auch die Merkmale der Art, welcher das Einzelwesen angehört, die Gründe ihrer Entstehung und Ausbildung in den Aschenbestandtheilen zu suchen, die ihr Körper bei der Verbrennung zurückläßt.

Natürlich ist hier mit der Nahrung die erste Quelle des Unterschieds in der Zusammensetzung des Bluts gegeben. Ich habe schon erwähnt, wie deutlich die Phosphorsäure vorherrscht im Blut von Menschen und Thieren, die vorzugsweise Fleisch und Brod genießen, und wie sie

der Kohlensäure weicht, wenn die Nahrung vorzugsweise in Kräutern bestand.

Das Eisen des Bluts der Menschen und der Wirbelthiere ist in dem Blut der Weinbergschnecke durch Kupfer vertreten; der phosphorsaure Kalk des Menschenbluts durch kohlensauren Kalk bei der Teichmuschel.

Wenn wir durch C. Schmidt erfahren, daß das Blut der Schaalthiere so reichlich mit kohlensaurem Kalk geschwängert ist, daß dieses Salz, mit etwas kohlensaurem Natron vermischt, beim Verdunsten des Bluts in Krystallen anschießt, dann werden wir uns nicht wundern, daß man die Schaalen der Muscheln benützt, um Kalk daraus zu brennen. Der Kalk der Schaalen stammt vom Blut, wie der des Blutes von der Nahrung.

Die Knochen der Lurche und Fische kennt man an dem schwefelsauren Natron, das sie führen; die Zähne der Dickhäuter an der phosphorsauren Bittererde. In den Knochen der Pflanzenfresser ist mehr phosphorsaure Bittererde zugegen als in denen der Fleischfresser und des Menschen.

Kieselsäure ist zwar sehr allgemein der Gewebebildner horniger Theile. Sie findet sich in Haaren, in Wolle und Schleim. Vor allen anderen sind aber die mächtig entwickelten Horngebilde der Vögel, die Federn, durch ihren Reichthum an Kieselerde bezeichnet. Und hier sind es wieder die körnerfressenden Vögel, welche die von

Fiſchen und anderen Waſſerthieren lebenden übertreffen. Der Haushahn ſteht durch den bedeutenden Kieſelerdegehalt ſeiner Federn unter den Vögeln obenan (von Gorup-Beſanez).

Wenn aber die regelmäßigen anorganiſchen Beſtandtheile von Thieren und Menſchen eine ſo geſetzmäßige Anziehungskraft üben und erleiden im Verhältniß zu den organiſchen Grundlagen des Körpers, ſo fehlt eine ſolche Verwandtſchaft auch nicht für diejenigen, die nur unter beſonderen Einflüſſen, ſei es der Nahrung oder der Arzneien, dem Körper einverleibt werden.

Aus dieſem Geſichtspunkt iſt das Verhalten der Metalle vorzugsweiſe lehrreich. Bei manchen Thieren führt die Leber ſchon unter gewöhnlichen Umſtänden Kupfer. Bei der Weinbergſchnecke entſpricht der Kupfergehalt der Leber der Anweſenheit des Kupfers im Blut (Harleß). Genth fand Kupfer in dem weißlichblauen bis himmelblauen Blut einer Art von Moluckenkrebs*) [121a]), von Bibra in der Leber beim Taſchenkrebs, bei Forellen, Haifiſchen und Sonnenfiſchen.

Nun aber enthält das Getreide bisweilen Kupfer, das aus der Ackererde, z. B. aus Thonſchiefer oder aus gelbem Thon, aufgenommen werden kann. Es iſt nur eine wei-

*) Limulus Cyclops, Fabricius, in Philadelphia unter dem Namen King's crab bekannt.

tere Entwicklung dieser Thatsache, daß man auch im Blute Kupfer gefunden hat. Das Kupfer fand sich wieder in der Leber beim Schwein und beim Ochsen; seine Anwesenheit war durch Verhältnisse der Nahrung bedingt.

Die Anziehungskraft für Metalle bewährt die Leber auch in dem regelmäßigen Zustand der Wirbelthiere. Eisen ist in der Leber in nicht unerheblicher Menge vertreten, und die Galle, die Flüssigkeit, welche von der Leber bereitet wird, zeichnet sich z. B. vor dem Harn durch ihren regelmäßigen Gehalt an Eisen aus [122]). Es gewinnt diese Thatsache besonders dadurch an Gewicht, daß die Leber zwar nicht die ausschließliche, aber doch eine vorzügliche Bildungsstätte der farbigen Blutkörperchen darstellt. Ohne eisenhaltigen Farbstoff können sich jedoch die farbigen Blutkörperchen nicht entwickeln. Ich habe durch sehr häufig wiederholte Zählungen gefunden, daß bei entleberten Fröschen die Menge der farbigen Körperchen des Bluts im Verhältniß zu den farblosen bedeutend abnimmt. [122a])

Ist es bei dieser Verwandtschaft der Leber zu den Metallen, welche die Außenwelt zuführt, zu verwundern, daß das Quecksilber der Heilmittel oder das Blei in langsam entstehenden Bleivergiftungen vorzugsweise in der Leber gefunden wird? In einem Fall von Quecksilbervergiftung konnte von Gorup-Besanez das Quecksilber unter mehren untersuchten Geweben mit völliger Sicherheit nur in der Leber, dagegen gar nicht in dem

Herzen und in den Lungen, im Gehirn nur zweifelhaft nachweisen[123]). Erst neuerdings fanden Chatin und Bouvier bei einem an Bleilähmung verstorbenen Menschen das Blei in Hirn und Leber.[124])

Je größer die Festigkeit der harten Theile im Thierkörper ist, desto bedeutender ist ihr Gehalt an phosphorsaurem Kalk. So sind die Zähne viel reicher an Knochenerde als die Knochen selbst. Von Bibra hat in diesem Sinne einen merkwürdigen Zusammenhang aufgefunden zwischen den Anstrengungen, denen ein Knochen unterworfen wird, und der Menge des phosphorsauren Kalks, die in demselben vorkommt. Er fand am meisten Knochenerde in dem Schienbein bei Wadvögeln, in dem Oberschenkel bei Scharrvögeln, in dem Oberarm bei Vögeln mächtigen Fluges.

Wenn es in der Nahrung an phosphorsaurem Kalk fehlt, dann werden die Knochen biegsam. Sie sind es bei jungen Kindern, bei denen der Knorpel sich erst allmälig durch die Aufnahme von Knochenerde in Knochen verwandelt. Sie werden es bei Hühnern, denen man in der Nahrung die Kalksalze vorenthält. Umgekehrt macht Ueberfluß an phosphorsaurem Kalk die Knochen spröde. Und da es eine Eigenthümlichkeit des höheren Alters ist, daß die Knochenerde in den Stützen und Hebeln des Körpers zunimmt, so ist dadurch die Zerbrechlichkeit der Knochen alter Leute erklärt.

Aus allen dieſen Thatſachen ergiebt ſich für den thieriſchen Körper ein Geſetz von der allerhöchſten Bedeutung, ein Geſetz, deſſen Fruchtbarkeit für das Verſtändniß der Ernährung beinahe durch jede neue Thatſache heller beleuchtet wird. Es iſt das Geſetz einer feſten und nothwendigen Verwandtſchaft zwiſchen den organiſchen Grundlagen der Gewebe und den anorganiſchen Gewebebildnern. Durch dieſes Geſetz beſteht das Recht, das Fluorcalcium Knochenſalz oder Zahnſalz, die phosphorſaure Bittererde Muskelerde, das Chlornatrium Knorpelſalz, das Eiſen Haarmetall zu nennen.

Dieſe regelmäßige Beziehung, welche von den Aſchenbeſtandtheilen der Gewebe des Körpers jeden Schein der Zufälligkeit abſtreift, kehrt auch für die Flüſſigkeiten wieder, welche beſtimmte Werkzeuge, die man Drüſen nennt, aus dem Blute abſondern. Die Leber, welche die Galle bereitet, die Nieren, welche den Harn, die Bruſtdrüſen, welche die Milch aus dem Blute abſcheiden, ſind ſolche Drüſen.

Für die Milch ſind phosphorſaurer Kalk und Kaliverbindungen ebenſo nothwendig wie jener für die Knochen und dieſe für die Muskeln. Bedenkt man, daß der größte Theil des Körpers aus Fleiſch und Knochen beſteht, ſo gewinnt es an innerer Bedeutung auch von dieſer Seite, daß die Milch ſo vorzüglich geeignet iſt, die Nahrung des Säuglings zu bilden. Sie führt nicht nur

einen eiweißartigen Körper, Zucker und Fett, als Vertreter der drei Hauptklassen organischer Nahrungsstoffe; sie enthält auch in ihren Aschenbestandtheilen die anorganischen Stoffe, welche wir als die wichtigsten Gewebebildner für die Masse des Körpers betrachten müssen.

Wie die Milch, so sind die Eier ausgezeichnet durch Kalisalze und phosphorsaure Erden, welche letzteren auch reichlich im Samen vertreten sind.

Im Speichel herrscht Chlorkalium vor, im Magensaft Chlornatrium. Am allerbedeutendsten ist Kochsalz im Harn vertreten.

Diesen Verhältnissen fehlt auch die Kehrseite nicht. Das heißt, es kommen Flüssigkeiten vor, in welchen gewisse Salze, die sonst eine weite Verbreitung im Körper zeigen, durchaus nicht vorhanden sind. Der Milch fehlt jede Spur von schwefelsauren Salzen, während sie in Galle [125]) und Harn beständig gefunden werden.

Weil die Salze das Blut rascher verlassen als Wasser, Eiweiß und Fett [27]), so ist es klar, daß das Blut weniger von den betreffenden anorganischen Bestandtheilen enthalten muß, als die Nahrung. Aber unter diesen Stoffen der Asche herrschen einzelne im Blute vor; sie sind in der Asche des Bluts reichlicher vertreten, als in der Asche der Nahrung. Blutasche enthält z. B. mehr Kochsalz als die Futterasche. Das Kochsalz ist unter allen Aschenbestandtheilen des Bluts der nothwendigste; Kochsalz wird

in ſeiner Menge im Blut von keinem anderen anorganiſchen Stoff, als vom Waſſer, übertroffen. [126])

Jenes Geſetz der Verwandtſchaft, nach welchem die thieriſchen Häute neben gewiſſen organiſchen Stoffen auch immer Aſchenbeſtandtheile durchſchwitzen laſſen, erklärt uns auch das Auftreten der anorganiſchen Stoffe im Harn. Der Harnſtoff gelangt aus den Haargefäßen der Nieren nicht in die feinſten Harnkanälchen dieſer Drüſen, ohne von Kochſalz und anderen anorganiſchen Stoffen begleitet zu ſein. Die Nieren ſondern dieſe Stoffe nicht etwa ab, weil ſie erkennen ſollten, daß dieſelben nach Liebig's Ausdruck „für eine weitere Verwendung „zu vitalen Zwecken untauglich ſind" [127]), ſondern weil es nothwendige Eigenſchaft der Haargefäße und der Harnkanälchen iſt, daß ſie neben dem Harnſtoff auch Kochſalz und andere Salze durchlaſſen. Die feinſten Formbeſtandtheile der Drüſen, ſeien es Kanälchen, oder Zellen, ſind von den blutführenden Haargefäßen ſo dicht umlagert, daß die einander anliegenden Wände des Haargefäßes und der Drüſenkanälchen zuſammen nur eine dünne thieriſche Haut bilden, durch welche ein beſtändiger Austauſch gegeben iſt zwiſchen dem Blut und dem Inhalt der Hohlräume in den der Drüſe eigenthümlichen Formbeſtandtheilen.

Obgleich die Nahrung Verarmung oder Ueberfluß an beſtimmten anorganiſchen Stoffen im Thierkörper vermitteln kann, ſo iſt es doch gerade ein einfacher Ausfluß

des oben aufgestellten Gesetzes, daß es feste Verhältnisse giebt, die von dem Wechsel der Nahrung nicht erschüttert werden.

Zu diesen festen Verhältnissen gehört in erster Reihe immer wieder der Kochsalzgehalt des Bluts. Ein Hund, welcher achtzehn Tage lang mit Fleisch gefüttert wurde, enthält dieselbe Menge Kochsalz in seinem Blut, wie nach einer zwanzigtägigen Fütterung mit Brod [128]). Auf die Vertheilung des Kochsalzes an die Blutflüssigkeit und des Chlorkaliums an die Körperchen haben nach C. Schmidt weder die Nahrung, noch der Volksstamm irgend einen Einfluß. [129])

Das entschiedenste Beispiel für die Selbständigkeit jenes Verhältnisses der anorganischen Stoffe zu den organischen Bestandtheilen, welche sie begleiten, hat uns für den Thierkörper Strecker's gediegene Untersuchung der Galle kennen gelehrt. Während im Futter der Wiederkäuer das Kali vorherrscht über das Natron, ist in ihrer Galle die organische Gallensäure beinahe ausschließlich an Natron gebunden. Die Rindsgalle enthält nur Spuren von Kali. In der Galle der Seefische, die aus der umgebenden Salzfluth doch vorzugsweise Kochsalz (Chlornatrium) schöpfen können, ist verhältnißmäßig mehr Kali vorhanden, als in der Galle der Flußfische [130]). Es wiederholt sich die von Forchhammer für manche Seepflanzen beobachtete Thatsache, daß ihr Kaligehalt das

Natron derſelben übertrifft[131]). Die Verwandtſchaft der Art ſiegt über die Gelegenheit der Nahrung.

Es iſt wohl von ſelbſt einleuchtend, daß hierdurch die Wichtigkeit der anorganiſchen Stoffe, die in der Nahrung als Gewebebildner gegeben ſein müſſen, nicht im Mindeſten verringert wird. Im Gegentheil.. Je feſter und nothwendiger das Verhältniß beſtimmt iſt, in welchem die anorganiſchen Stoffe den organiſchen folgen müſſen und umgekehrt, deſto unumſtößlicher ſteht es feſt, daß eine gewiſſe Menge der anorganiſchen Blutbeſtandtheile und Gewebebildner nicht fehlen kann, ohne daß dem Körper ein Nachtheil daraus erwächſt.

Wir haben ſchon geſehen, daß die Knochen von Hühnern ihre Feſtigkeit verlieren, wenn in der Nahrung der Thiere die Kalkſalze fehlen. Mulder heilte in einer armen Familie die Neigung zu Knochenbrüchen durch Roggenbrod und Fleiſch, das heißt durch eine Nahrung, welche das Blut und durch das Blut die Knochen mit dem nöthigen Gehalt an phosphorſauren Erden verſorgen konnte.

Am bekannteſten iſt durch die nachtheiligen Folgen, welche aus Mangel an einem anorganiſchen Stoffe entſtehen, das Fehlen des Eiſens im Blut. Und es iſt nicht zu verwundern, daß hier die Nachtheile ſo tief eingreifen, wenn man bedenkt, daß das Eiſen im Blutfarbſtoff unmittelbar in die organiſche Miſchung der Gruppe eingeht.

Dieſer Eiſenmangel iſt eines der traurigſten Zeichen der Zeit. Er iſt nicht beſchränkt auf eine Entwicklungskrankheit der Mädchen, er findet ſich bei Frauen und Männern, deren Zahl ſeit einigen Jahren ſo bedeutend iſt, daß es kaum zu hart ſcheint, von einem bleichſüchtigen Geſchlecht zu reden, das zum Glück noch in der Minderzahl iſt gegen die geſtählten Herzen, die eines kräftigen Aufſchwungs fähig ſind. Leider wurzelt die Krankheit, deren Zeichen ſo wechſelfällig ſind wie kaum von irgend einer anderen, häufig weit tiefer als im Blut, über das Blut hinaus in die Gewebe hinein. Ich habe oben die mächtige Hülfe erwähnt, welche der Umwandlung farbloſer Blutkörperchen in farbige in der Leber geleiſtet wird. Die Aerzte wiſſen es, wie häufig man der Thätigkeit der Verdauungswerkzeuge, und zwar in erſter Linie der Leber, eine andere Richtung geben muß, bevor man dem Blut das fehlende Eiſen mit Erfolg darzubieten im Stande iſt.

Zu dieſen Beiſpielen, die in dem Bereich jedes Laien liegen, ſei noch ein drittes hinzugefügt. Seit undenklichen Zeiten bemüht man ſich, die Urſachen des Kropfs und jener mangelhaften Entwicklung des ganzen Körpers, die man als Cretinismus bezeichnet [132]), zu erforſchen. Die beſten Stimmen erklärten ſich für einen Grundeinfluß der Nahrung, den man eine Zeitlang in einem zu reichlichen Gehalt an Bittererde ſuchte. Allein die Bittererde

kann sehr reichlich im Trinkwasser vorhanden sein, ohne irgend eine nachtheilige Wirkung zu äußern. Die Brunnenwasser von Rhodez enthalten durchschnittlich fünfmal soviel Bittererde als im Thal der Isère mit dem bekannten Chamouny, das durch seine Kröpfe berüchtigt ist, und dennoch kennt man dort weder Kröpfe noch Cretine.[133])

Auf eine bessere Spur scheint Chatin geführt zu sein durch seine Entdeckung der Verbreitung des Jods in der ganzen Natur. Chatin fand Jod in Land, in Luft und Wasser, in Thieren und Pflanzen, in Milch, in Eiern, in Wein. Zwar hat man von mehren Seiten den Angaben Chatin's widersprochen und sie durch die Vermuthung verdächtigt, daß das von ihm gefundene Jod nur eine Verunreinigung seiner Prüfungsmittel gewesen sei (Stevenson Macadam, Lohmeyer, de Luca)[133a]). Allein E. Marchand fand Jod in allen natürlichen Gewässern und auch Barral und Meyrac haben zu gewissen Zeiten Jod im Regenwasser gefunden. Die wichtigste Bestätigung hat van Ankum den Chatin'schen Untersuchungen ertheilt, indem er das Brunnenwasser aus allen Gegenden Hollands sorgfältig prüfte und unter dreiundachtzig Fällen nur ein einziges Mal das Jod vermißte. Van Ankum fand Jod im Wasser des Rheins und der Maas, der Vecht und der Yssel, in der Luft und im Regenwasser. Das

Letztere ließ er an zahlreichen Orten Niederlands auffangen, und bei siebenundfünfzig Versuchen wurde nur ein einziges Mal kein Jod gefunden. Van Ankum hat sich gegen jede Verdächtigung seiner Beobachtungen geschützt, indem er sich durch genaue Vorsichtsmaßregeln davon überzeugte, daß seine Prüfungsmittel durchaus kein Jod enthielten [133b]). Weil man nun eine Form des Kropfs als eine Anschwellung der Schilddrüse, als eine Drüsengeschwulst betrachtet, wie sie häufig durch arzneilichen Gebrauch des Jods geheilt wird, so kam Chatin auf den Gedanken, Jodmangel im Wasser und in den gebräuchlichsten Nahrungsmitteln möchte eine Hauptursache abgeben für Kropf und Cretinismus.

Das Ergebniß der bisherigen Untersuchungen hat sich der Annahme Chatin's günstig gezeigt. In eben jenem Thal der Isère, in dem der Kropf so einheimisch ist, haben Chatin und Fourcault, unabhängig von einander, den Mangel an Jod im Wasser und in den Nahrungsmitteln durch Versuche dargethan [134]). Wenn man von dem Rhonebecken bei Lyon gegen die Alpen vorschreitet, dann werden Luft und Regen allmälig ärmer an Jod. In den Alpenthälern, welche Italien zugekehrt sind, fand Chatin ebensowenig Jod, wie in den Thälern der französischen Seite. Alle die Thäler aber, welche am heftigsten vom Kropf heimgesucht sind, zeichnen sich durch diesen Mangel an Jod aus, und zwar nicht nur

in Luft und Regen, ſondern ebenſo in der Ackererde und ihren Erzeugniſſen [135]). Grange verſichert, daß er die von Chatin angegebenen Thatſachen über die Verbreitung des Jods beſtätigen könne. [135a])

Wenn wir trotz alledem dieſes Beiſpiel bisher als weniger günſtig bezeichnen müſſen, als das des im Blut fehlenden Eiſens oder der Knochen ohne Knochenerde, ſo liegt das nicht etwa bloß in der geringeren Anzahl von Beobachtungen, die uns nur vorſichtig die wichtige Behauptung Chatin's zur Regel erheben laſſen, ſondern namentlich auch in unſrer bisher vollſtändigen Unwiſſenheit über die Beziehung des Jods zur Schilddrüſe und anderen Geweben des Körpers. Nur das darf man nicht etwa gegen Chatin's Lehre einwerfen, daß nicht alle Kröpfe durch Jod geheilt werden. Ebenſowenig wie Eiſenmangel im Blut deshalb aufhört, die Urſache der Bleichſucht zu ſein, weil manche Fälle dieſer Krankheit dem Eiſen widerſtehen. Denn es iſt ſelbſtverſtändlich, daß das Eiſen nur dann helfen kann, wenn es nicht bloß in den Magen, ſondern auch in's Blut, nicht bloß in's Blut, ſondern auch in die organiſche Gruppe des Blutfarbſtoffs gelangt, und hierauf hat unter Anderen die Leber einen ſehr bedeutenden Einfluß.

Daß wir bis jetzt in der Mehrzahl der Fälle ſolche Einflüſſe nicht zu beherrſchen wiſſen, kann die Wichtigkeit der anorganiſchen Stoffe als Gewebebildner nicht an-

fechten. Der Bau und die Lebensfähigkeit der Werkzeuge ſind durch die nothwendige Menge der anorganiſchen Beſtandtheile bedingt. Und darin iſt es begründet, daß die in den letzten Jahren erwachte Würdigung des Verhältniſſes der anorganiſchen Stoffe zu den einzelnen Theilen des Körpers, die Würdigung, welche weder hochmüthig verſchmäht, noch überſchwänglich hofft, der Landwirthſchaft und der Heilkunde eine glänzende Zukunft verſpricht.

Es läßt ſich Angeſichts der eingreifendſten Thatſachen nicht mehr beſtreiten, daß die Stoffe, die bei der Verbrennung zurückbleiben, die ſogenannten Aſchenbeſtandtheile, zu der inneren Zuſammenſetzung und damit zu der formengebenden und artbedingenden Grundlage der Gewebe ebenſo weſentlich gehören, wie die Stoffe, welche die Verbrennung verflüchtigt. Ohne leimgebende Grundlage kein wahrer Knochen, aber ebenſowenig ein wahrer Knochen ohne Knochenerde, ein Knorpel ohne Knorpelſalz, oder Blut ohne Eiſen, Speichel ohne Chlorkalium.

Aus Luft und Aſche iſt der Menſch gezeugt. Die Thätigkeit der Pflanzen rief ihn in's Leben. In Luft und Aſche zerfällt der Leichnam, um durch die Pflanzenwelt in neuen Formen neue Kräfte zu entfalten.

Zwölfter Brief.

Rückbildung im Thier.

Hin und wieder ist es der stofflichen Betrachtung der Vorgänge im Thierkörper zum Vorwurf gemacht worden, daß sie mehr eine chemische sei, als eine physiologische. So lange man freilich von jenen Vorgängen keine andere Kenntniß besaß, als daß wir beim Athmen Kohlensäure austauschen gegen Sauerstoff und daß der Harn Harnstoff und Harnsäure enthält, ohne daß man auch nur eine Ahnung hatte von der Entwicklung der Kohlensäure und der Harnbestandtheile, war jener Gegensatz zwischen chemischer und physiologischer Behandlung berechtigt. Heutzutage liegt aber das Wesen der Physiologie des Stoffwechsels in der Entwicklungsgeschichte der Nahrung und der Auswurfsstoffe. Nahrungsstoffe und Bestandtheile der Ausscheidungen, das sind die Grenzen, zwischen welchen die Verdauung und Gewebebildung eingeschlossen sind. Durch die gründliche Erforschung jener Vorgänge der Entwicklung ist ein ansehnlicher Theil der Physiologie

ein Abſchnitt der Chemie geworden. Es unterliegt keinem Zweifel, die Phyſiologie, die Lehre des Lebens von Pflanzen und Thieren, beſteht aus Chemie, Phyſik und Beſchreibung von Formen. Die Zeit iſt überwunden, in welcher das Mikroſkop allein dem Phyſiologen Ring und Stab verlieh; Phyſiologe iſt nur, wer das Leben chemiſch-phyſikaliſch zu begreifen trachtet.

Aufnahme des Sauerſtoffs beim Athmen iſt nicht nur die Grundbedingung der Entwicklung der Gewebe, ſie iſt in noch viel höherem Grade die Urſache der Rückbildung, ohne welche das Leben nicht denkbar iſt.

Wechſel von Stoff und Form in den einzelnen Theilen, während die allgemeine Geſtalt dieſelbe bleibt, iſt das Geheimniß des thieriſchen Lebens. Die farbloſen Blutkörperchen, die in dieſem Augenblick meinen Körper durcheilen, ſind in ſechs Stunden in farbige Blutkörperchen verwandelt, und dieſe ſind nach längſtens vierzehn Tagen aufgelöſt und durch andere erſetzt.

So zerfallen alle Formbeſtandtheile des Körpers, um ſich unabläſſig zu verjüngen. Der Sauerſtoff, den wir einathmen, gelangt aus dem Mund in die Luftröhre, die ſich veräſtelt und an ihren feinſten Endäſtchen mit ſeitlichen und endſtändigen Bläschen beſetzt iſt, die nur mittelſt des Kanals des Luftröhrenäſtchens mit einander Gemeinſchaft haben. Die Wand dieſer Lungenbläschen iſt auf's Dichteſte von blutführenden Haargefäßen um-

ſponnen. Aus der Luftröhre gelangt der Sauerſtoff in die Lungenbläschen, aus dieſen durch die doppelte Wand von Bläschen und Haargefäßen in das Blut, mit dem Blut in das Herz. Und das Herz leitet durch die Schlagadern des ſogenannten großen Kreislaufs, der den ganzen Körper beherrſcht, das mit Sauerſtoff geſchwängerte Blut in alle Theile. Durch die Wand der Haargefäße, in die ſich die feinſten Schlagadern auflöſen, bringt der Sauerſtoff in die Gewebe ein.

Nun ſchreitet die Verbrennung fort, welche die Blutbeſtandtheile in Gewebebildner verwandelte. Die Grundformen der Gewebe zerfallen, indem der Sauerſtoff ſich mit dem Stoff verbindet, aus dem ſie gebaut ſind. Denn die Erzeugniſſe dieſer fortſchreitenden Verbrennung ſind keiner organiſirten Form mehr fähig.

Die Fleiſchfaſer zerfällt in Fleiſchſtoff*), in eine Fleiſchbaſis**) und eine Fleiſchſäure***). Aus einem eiweißartigen Stoff, der auf der höchſten Stufe organiſcher Miſchung ſtand, gehen andere ſtickſtoffhaltige Körper hervor, die ſich nach und nach durch einen immer größeren Reichthum an Sauerſtoff auszeichnen. Die Fleiſchſäure, die nach Liebig in vorzüglicher Menge in der Fleiſchflüſſigkeit des Huhns vorkommt, iſt einer der ſauerſtoff-

*) Kreatin.
**) Kreatinin.
***) Inoſinſäure.

reichsten Stoffe, die man überhaupt in Thierkörpern angetroffen hat.

Es gehört zu Liebig's schönsten Verdiensten, daß er mit dem genialen Blick, der ihm die Forscherweihe giebt, in jenem Fleischstoff, in der Fleischbasis und Fleischsäure Uebergangsstufen erkannte von den Gewebebildnern zu den Endprodukten des Verfalls, die wir mit den Ausscheidungen entleeren. Schon die Zusammensetzung dieser Körper, wie sie Liebig kennen lehrte, wies auf diese Bedeutung derselben hin. Entscheidend war die Leichtigkeit, mit welcher sich Fleischstoff in eine neue Basis und in Harnstoff zersetzen ließ, in Harnstoff, den wir als das höchste stickstoffhaltige Oxydationsprodukt betrachten dürfen, das bei der Verbrennung durch das Athmen aus den Geweben entsteht.

Den Harnstoff selbst hat man zwar unter gewöhnlichen Verhältnissen in den Muskeln noch nicht gefunden, sei es, weil er zu rasch in die Blutgefäße übergeht, oder weil der Fleischstoff und die Fleischbasis als solche in das Blut gelangen und hier erst, zum Theil weiter verbrennend, Harnstoff liefern, zum Theil aber unverändert von den Nieren angezogen und mit dem Harn ausgestoßen werden. Ihre Stellung als Auswurfsstoffe ist bezeichnet durch ihr Auftreten im Harn, und daß sie wirklich als solche durch das Blut den Nieren zuwandern, ist erwiesen durch die neuerdings von Verdeil und Marcet ge-

machte Beobachtung, daß Fleiſchſtoff und die Fleiſchbaſis im Blut vorkommen. [136])

Wir kennen übrigens nicht bloß den Fleiſchſtoff, die Fleiſchbaſis und die Fleiſchſäure als Mittelglieder zwiſchen Eiweiß und Harnſtoff. So wie Liebig jene Stoffe aus der Fleiſchflüſſigkeit gewonnen hat, ſo iſt es Scherer gelungen, in der Milz einen neuen Körper als Uebergang vom Eiweiß zur Harnſäure zu entdecken, deſſen Zuſammenſetzung es rechtfertigt, ihn mit dem Namen Harnoxydul*) zu bezeichnen. Dieſer Körper unterſcheidet ſich nämlich von der Harnſäure nur dadurch, daß er weniger Sauerſtoff enthält, in ähnlicher Weiſe wie das Stickſtofforydul der ſalpetrichten Säure im Sauerſtoffgehalt nachſteht. [102])

Nachdem man dieſe Rückbildungsſtufen der ſtickſtoffhaltigen Gewebebildner in den Geweben ſelbſt aufgefunden hat, iſt es fürwahr nicht mehr zu verwundern, daß auch die Endglieder dieſer rückgängigen Entwicklung in den Geweben vorkommen. Neben dem Harnoxydul, das nur Sauerſtoff aufzunehmen braucht, um ſich in Harnſäure zu verwandeln, hat Scherer auch die Harnſäure in der Milz gefunden. Eben dieſe höhere Verbrennungsſtufe hat man in Gießen in zahlreichen Kryſtallen in den Muskeln eines Alligators angetroffen [137]), und Cloëtta hat ſie ſeitdem in Ochſenlungen nachgewieſen. [137a])

---

*) Hypoxanthin.

Aber die Harnsäure ist selbst nur ein Uebergangsglied zum Harnstoff. Auch diese Thatsache verdanken wir Liebig's Untersuchungen über die Harnbestandtheile, denen er eine seiner schönsten und fruchtbarsten chemischen Arbeiten zugewendet hat. Wenn man die Harnsäure mit Bleihyperoxyd behandelt, einem Stoff, der leicht Sauerstoff abgiebt und folglich als ein Verbrennungsmittel anzusehen ist, dann verwandelt sich die Harnsäure in Harnstoff und Kleesäure, zu denen sich noch ein Stoff gesellt, den man im Harn des ungeborenen und neugeborenen Kalbes beobachtet hat*). Auf ähnliche Weise wird die Harnsäure durch den eingeathmeten Sauerstoff im Thierkörper verbrannt. Frerichs hat Kaninchen eine warme gesättigte Lösung von harnsaurem Natron und harnsaurem Ammoniak in das Blut gespritzt, und fand darauf die Menge des Harnstoffs im Harn bedeutend vermehrt. Neben dem Harnstoff enthielt der Harn Niederschläge von Kalk, der an Kleesäure gebunden war. Und diese Säure, die nach ihrem Vorkommen im Sauerklee benannt ist, findet sich nicht selten im Harn gesunder Menschen (Höfle, Lehmann). In der Regel wird die Harnsäure wahrscheinlich gleich weiter zu Harnstoff und Kohlensäure verbrannt. Denn die Kohlensäure ist ihrerseits nichts weiter als eine höhere Verbrennungsstufe der Kleesäure.

---

*) Allantoin.

So ist es denn die natürlichste Folge der in den Geweben vor sich gehenden Rückbildung, daß auch der Harnstoff in denselben auftritt. Er wurde von Millon in der Glasflüssigkeit und in der wässerigen Flüssigkeit des Auges entdeckt. Millon's Angabe wurde von Wöhler bestätigt, und es läßt sich mit Sicherheit vorhersagen, daß sie nicht mehr lange vereinzelt dastehen wird. Bei Fröschen, denen die Leber ausgeschnitten war — nicht bei unversehrten Fröschen, wie Grohé irrig angenommen, — habe ich kleesauren Harnstoff in den Muskeln aufgefunden.

Demnach sind die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte, die mit dem Harn aus dem Körper entfernt werden, bereits in den Geweben enthalten. Der Fleischstoff und die Fleischbasis, der Harnstoff und die Harnsäure wurden in den Geweben des Thierkörpers nachgewiesen. Der Hauptstoff der ausgeathmeten Luft, die Kohlensäure, fehlt ebensowenig.

Allein die Kohlensäure ist in ähnlicher Weise das Endglied der Verbrennung stickstofffreier Gewebebildner, wie der Harnstoff als das Endglied der Rückbildung stickstoffhaltiger Bestandtheile betrachtet werden muß.

Es war bezeichnend für einen früheren Zeitraum der Lehre des Lebens und der organischen Chemie, daß man die Kohlensäure der ausgeathmeten Luft verbranntem Kohlenstoff zuschrieb, ohne sich weiter darum zu bekümmern, in welcher Form dieser Kohlenstoff verbrannt

wurde, ja, man hat es nicht verschmäht, an eine Verbrennung freien Kohlenstoffs zu denken. Freier Kohlenstoff ist jedoch im Körper nicht vorhanden. Die stickstofffreien Bestandtheile der Gewebe sind Fette und Fettbildner, und diese werden durch allmälige Verbrennung den letzten Stufen ihrer Rückbildung entgegengeführt. Sie zerfallen in Kohlensäure und Wasser.

Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure, Bernsteinsäure, Kleesäure, das sind die Mittelstufen zwischen Zucker und Fetten auf der einen, und zwischen Kohlensäure und Wasser auf der anderen Seite.

Jede folgende von diesen Säuren unterscheidet sich von der nächstvorhergehenden durch einen größeren Sauerstoffgehalt. Die Ameisensäure zerfällt durch weitere Aufnahme von Sauerstoff in Kleesäure und Wasser. Die Verbindung von Kleesäure mit Wasser verbrennt zu Kohlensäure, während sich das Wasser von ihr trennt.

Die Milchsäure ist in neuester Zeit als ein regelmäßiger Bestandtheil des Muskelfleisches nachgewiesen worden (Liebig); sie findet sich in dem Gewebe der glatten Muskeln eben so wohl wie in dem aus quergestreiften Fasern bestehenden (Lehmann, Siegmund)[137b]. Von Bibra hat sie im Gehirn beobachtet. Bernsteinsäure fand Heintz in einer kranken Leber. Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure sind wie Milchsäure im Fleisch vorhanden (Scherer)[137c].

Kleesäure endlich ist von C. Schmidt im Schleim, von mir in den Muskeln entleberter Frösche aufgefunden worden. Die Leber enthält Milchsäure, die Milz essigsaures Eisenoxyd (von Bibra, Scherer). Die vollendete Verbrennung, wie sie im Thierkörper durch das Athmen bewirkt wird, verwandelt alle jene Säuren in Kohlensäure und Wasser.

Kohlensäure, kohlensaure Salze und Wasser sind in allen Geweben enthalten. Und die Verbrennung, in deren Folge Kohlensäure und Wasser in den Geweben auftreten, geht auch ohne den Einfluß des Blutkreislaufs vor sich. Wenn man vom Körper getrennte Muskeln in gewöhnliche Luft oder in Sauerstoff hängt, dann athmen sie ganz so wie im Körper. Während sonst der Blutstrom den eingeathmeten Sauerstoff in die Gewebe leitet, sind hier die letzteren unmittelbar von Sauerstoff umgeben. Gegen den Sauerstoff tauschen sie Kohlensäure aus (Georg Liebig)[138]. Diese langsame Verbrennung der Gewebe ist das eigentliche Wesen des Athmungsvorgangs, zu dem das Einströmen von Sauerstoff in die Lungen nur die nothwendige Vermittlungsursache darstellt.

In eben dem Grade, in welchem sich die Erzeugnisse der Rückbildung in den Geweben ansammeln, dringen sie in das Blut. Und daher ist auch das Blut mit Fleischstoff und Fleischbasis, mit Harnstoff und Harnsäure, mit

Ameisensäure und Kohlensäure geschwängert. Es hat lange gewährt, bevor man diese Stoffe im Blut aufzufinden vermochte. Nach der Kohlensäure eröffnete der Harnstoff den Reigen. Und als diese Thatsache den Gedanken, daß die Blutwege Bahnen sind, welche die Ausscheidungsstoffe von den Geweben zu den Lungen und Nieren durchlaufen, gehörig erstarkt hatte, da gelang es der verschärften Aufmerksamkeit und vervollkommneten Forschungsweise, sie alle im Blute nachzuweisen.

Schwierig war es, sich von der Anwesenheit jener Auswurfsstoffe im Blut zu überzeugen, eben weil sie nur durch das Blut hindurcheilen. Die Kohlensäure, welche mit dem Blut der rechten Herzkammer den Lungen zuströmt, dringt durch die Doppelwände der Haargefäße und Bläschen der Lungen in den Hohlraum dieser Bläschen hinüber, gerade so wie der Sauerstoff aus den Lungenbläschen in die Haargefäße übergeht. In den Hohlräumen der Lungen, der Luftröhrenäste und des Luftröhrenstamms tauschen sich die vom Blut herstammende Kohlensäure und die eingeathmete Luft des Dampfkreises nach den allgemeinen Gesetzen des Gaswechsels aus. Dazu kommt die Verengerung des Brustkastens durch die Athembewegungen. Eine mit Kohlensäure geschwängerte Luftsäule wird ausgestoßen. Und auf das Ausathmen folgt unmittelbar eine Einathmung; der Brustkasten erweitert sich, sauerstoffreiche Luft ersetzt

die eben entſchwundene, welche an Sauerſtoff verarmt war, um den ganzen Vorgang neu einzuleiten. Die Lungen ſind nur die Wechſelbank. Kohlenſäure wird an die Außenwelt abgetreten, um ſie als Pflanzennahrung mit grünen Halden und Thälern zu ſchmücken. Sauerſtoff wird gegen die Kohlenſäure eingetauſcht. Das mit Sauerſtoff verſorgte Blut ſtrömt aus den Lungen nach dem linken Herzen, von Hier in alle Gegenden des Körpers, und es beginnt wieder die allſeitige Verbrennung, die als Ernährung und Rückbildung die Hauptthätigkeiten des Thierleibes entzündet.

Sowie das Athmen das Blut von einem großen Theil ſeiner Kohlenſäure befreit, ſo die Abſonderung in den Nieren von den Harnbeſtandtheilen. Die Nieren ziehen den Harnſtoff und die Harnſäure, den Fleiſchſtoff und die Fleiſchbaſis an. Sie entfernen dieſelben aus dem Blut mit ſolcher Schnelligkeit, daß die genaueſte Prüfung dazu gehörte, ſie auf dem Weg durch die Blutbahn zu ereilen.

Die Thätigkeit des Körpers läßt ſich meſſen durch die Menge der Auswurfsſtoffe, die er entleert. Je größer die Anſtrengung, der die einzelnen Gewebe unterworfen werden, deſto raſcher zerfallen ihre Beſtandtheile in die Stoffe, welche durch das Blut in die Lungen und Nieren gelangen, um als ausgeathmete Luft und Harn der Außenwelt überwieſen zu werden.

Bei kräftig angeſpannter Thätigkeit ſammeln ſich ſchon

in den Geweben die Umwandlungsſtoffe der organiſchen Gewebebildner in größerer Menge an. Die Thätigkeit der Muskeln beſteht in der Verkürzung ihrer Faſern, in deren Folge die Knochen wie Hebel bewegt werden. Je mehr nun der Muskel angeſtrengt wird, deſto reicher iſt er nach Berzelius an Milchſäure. Der immer thätige Herzmuskel enthält mehr Fleiſchſtoff als das Fleiſch in anderen Theilen des Körpers. Und die Vögel, die, wenn man die Zahlen von Scharling und Bouſſingault mit einander vergleicht, für ein gleiches Körpergewicht in derſelben Zeit etwa neunmal ſoviel Kohlenſäure aushauchen als der Menſch [139]), ſind unter allen Thieren ausgezeichnet durch den Gehalt an Fleiſchſtoff, den ſie in ihren Muskeln führen. Ja, die Fleiſchſäure hat Liebig namentlich in der Fleiſchflüſſigkeit des Huhns gefunden. Der kräftigen Athmung entſpricht ein beſchleunigter Umſatz von Eiweiß und Fett. Durch die Menge von Kohlenſäure, Waſſer und Harnſtoff, die der Menſch in einer gegebenen Zeit ausſcheidet, wird die Kraft ſeines Stoffwechſels gemeſſen. Die Schnelligkeit des Stoffwechſels iſt das Maaß des Lebens.

Männer ſcheiden in derſelben Zeit mehr Kohlenſäure und mehr Harnſtoff aus als Frauen; das iſt der ſtrengſte Ausdruck ihrer gegenſeitigen Leiſtungsfähigkeit. Kinder entleeren weniger Harnſtoff und Kohlenſäure als Frauen, und auch im Greiſenalter erleidet die Ausſcheidung eine

bedeutende Abnahme. Die höchste Kraft des Stoffwechsels fällt in die Zeit zwischen dem dreißigsten und vierzigsten Lebensjahr, welche durchschnittlich das Lebensalter darstellt, in welchem die schaffende Thätigkeit des Menschen ihre höchste Blüthe erreicht.

Nicht bloß Lungen und Nieren, auch Haut und Mastdarm entfernen die Erzeugnisse der Rückbildung.

Mit dem Blut gelangt der eingeathmete Sauerstoff in die Haut. Auch in der Haut wird Kohlensäure gebildet, welche durch die Oberhaut hindurch ebensowohl gegen Sauerstoff der Luft vertauscht wird, wie in den Lungen durch die Wand der Lungenbläschen und Haargefäße. Darum spricht man mit vollem Recht von einer Hautathmung. Während aber beim Lungenathmen dem Raume nach mehr Sauerstoff aufgenommen, als Kohlensäure ausgehaucht wird, so daß der Raum, den die ausgeathmete Luft einnimmt, hinter dem der eingeathmeten an Umfang zurücksteht, scheidet die Haut viel mehr Kohlensäure aus, als sie Sauerstoff durchläßt (Gerlach in Berlin).[140])

In dem Auswurf des Darms finden wir mit den unlöslichen Ueberbleibseln der Speisen, die wir nur als zufällige Bestandtheile des Koths betrachten dürfen, Galle, Darmsaft und Schleim, als Gemenge von Stoffen, die von den Blutbestandtheilen hergeleitet werden müssen. Und da die Galle, der Darmsaft und der Schleim stick-

stoffhaltige Körper führen, so wird auch auf diesem Wege ein Theil der Rückbildungsstoffe der eiweißartigen Blutbestandtheile entleert, die wir sonst, nachdem sie zerfallen sind, vorzugsweise im Harn antreffen. Die ausfallenden Haare, die Oberhaut, die sich abschuppt, in den inneren Höhlen des Körpers so gut wie an der äußeren Oberfläche, die Nägel, die wir abschneiden, vermehren die Ausscheidung in derselben Richtung wie der Harn.

Aber Haut und Darm sind in der Entfernung von Auswurfsstoffen bei weitem nicht so thätig wie Lungen und Nieren. In dem ganzen Gewicht der Ausscheidungen beträgt das des Koths nur etwa ein Vierzehntel oder ein Achtzehntel. Und die Kohlensäure, welche durch die Lungen entweicht, übertrifft die von der Haut ausgeschiedene nach Scharling beinahe um das Dreißigfache, nach Gerlach sogar mehr als neunzigmal.

Der Schwefel und der Phosphor der eiweißartigen Gewebebildner werden zu Schwefelsäure und Phosphorsäure verbrannt. Diese zersetzen das kohlensaure Natron des Bluts. Wir finden sie im Harn als schwefelsaure und phosphorsaure Salze wieder. Daher kommt es, daß bei eiweißreicher thierischer Nahrung nicht nur die Menge des Harnstoffs, sondern auch die der schwefelsauren Salze und der phosphorsauren Erden im Harn sich vermehrt (Lehmann).

Es ist überhaupt bezeichnend, daß die anorganischen

Beſtandtheile nicht nur den Gewebebildnern bei der Entwicklung, ſondern auch den Auswurfsſtoffen bei der Rückbildung folgen. Die Harnſäure wird mit dem Harn nicht etwa als freie Säure, ſondern als Natronſalz entleert. Ueberhaupt iſt der Harn diejenige Flüſſigkeit, mit welcher vorzugsweiſe die Salze aus dem Körper entfernt werden. Aber auch der Koth, der Schleim und die Horngebilde, Haare, Nägel und Oberhaut ſcheiden verbrauchte anorganiſche Stoffe aus, und zwar vorzugsweiſe die Erdſalze und das Eiſen.

Weil nun der Stoffwechſel ein Maaß des Lebens iſt, ſo verſteht es ſich ganz von ſelbſt, daß nicht nur das kräftigſte Einzelweſen den ſchleunigſten Stoffumſatz zeigen wird, ſondern es muß ebenſo einer erhöhten Thätigkeit eine ſchnellere Rückbildung entſprechen. Und ſo geſchieht es. Körperliche Anſtrengung vermehrt nicht bloß Schweiß und Harn, ſie vermehrt den Harnſtoff im Harn und die Kohlenſäure, die wir ausathmen. Nach Gerlach's neueſten Verſuchen wird von Menſchen, die in körperlicher Bewegung begriffen ſind, in neun Stunden durch die Haut ſo viel Kohlenſäure ausgeſchieden, wie ſonſt in vierundzwanzig, und bei einem Pferde im Trab iſt die Ausſcheidung im Vergleich zur Ruhe hundertundſiebzehnfach geſteigert.

Man hat allen Grund, es wörtlich zu nehmen, wenn es von eifrig denkenden Menſchen heißt: die Köpfe rauchen.

Vermehrte geistige Arbeit bewirkt so gut eine Steigerung der Eßlust, wie kräftige Bewegung der Muskeln. Eßlust ist nichts weiter als ein durch Empfindung gemessenes Anzeichen von Verarmung des Bluts und der Gewebe. Die Ausscheidung durch Haut und Lungen und Nieren wird durch die Hirnthätigkeit vermehrt, wie durch die Arbeit der Glieder.

Die Bildungsstätte der Auswurfsstoffe ist nach dem Obigen vor allen Dingen in den Geweben zu suchen, deren Thätigkeit durch die langsame Verbrennung der Gewebeathmung bedingt ist. Allein die Rückbildung beginnt schon im Blut. Denn überall, wo im Körper Sauerstoff ist, da ist auch Verbrennung.

Freilich können die Hauptstoffe des Bluts während der verhältnißmäßig kurzen Zeit, welche sie innerhalb der Gefäße verweilen, nicht zu Ausscheidungsstoffen verbrennen. Sie erreichen kaum die Stufe der Gewebebildner; ihre Umwandlung ist für unseren Standpunkt eine fortschreitende Entwicklung.

Aber das Fett erleidet bereits im Blut eine theilweise Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser, zu den Endprodukten des Verfalls. Obgleich im Ganzen weniger Fett als Eiweiß durch die Gefäßwand hindurch in die Gewebe hinüberschwitzt, nimmt doch nach dem Genuß von Eiweiß und Fett die Menge des dem Blut zugeführten Fetts rascher ab, als die des Eiweißes (Thomson). Zum Theil wird

dies erklärt durch die größere Geſchwindigkeit, mit welcher das Fett im Vergleich zum Eiweiß die Gefäße verläßt, zu einem anderen Theil iſt die Abnahme von einer Verbrennung im Blut herzuleiten. Während der Verdauung iſt die Ausathmung der Kohlenſäure vermehrt (Vierordt).

Der Branntwein, der Wein, das Bier erleiden im Blut eine Verbrennung. Der Weingeiſt, den alle jene Getränke enthalten, wird im Blut, wie an der Luft bei einer Wärme von dreißig bis vierzig Grad, erſt zu Aldehyd, einem Stoff, welcher durch einen geringeren Gehalt an Sauerſtoff von der Eſſigſäure verſchieden iſt, dann zu Eſſigſäure verbrannt (Duchek, Bouchardat und Sandras). Eſſigbildung beruht auf einer unvollſtändigen Verbrennung des Weingeiſtes. Und dieſe Verbrennung erfolgt im Blut gerade ſo wie die Verbrennung des Ammoniaks zu Salpeterſäure. Durch weitere Verbrennung verwandelt ſich die Eſſigſäure in Kleeſäure und Waſſer, und die Kleeſäure wird vollends zu Kohlenſäure verbrannt.[140a])

Alle Veränderungen, welche das Blut durch das Athmen erleidet, erklären ſich durch Verbrennung und durch Abgabe von Waſſer. In Folge der Verbrennung iſt in dem Blut der Schlagadern mehr Faſerſtoff und weniger Fett als in dem Blut der Adern, welches noch nicht geathmet hat. Das Eiweiß des aderlichen Bluts

hat ſich durch Aufnahme von Sauerſtoff zum Theil in Faſerſtoff verwandelt, ſein Fett iſt theilweiſe zu Kohlenſäure und Waſſer verbrannt.

In der ausgeathmeten Luft iſt im Vergleich zur eingeathmeten nicht nur die Menge der Kohlenſäure, ſondern auch die des Waſſers vermehrt. Das Blut der Adern tritt beim Durchgang durch die Haargefäße der Lunge Waſſer an die Luft der Lungenbläschen ab. Deshalb iſt das Blut der Lungenſchlagader, die das aderliche Blut der Lunge zuführt, reicher an Waſſer als das der Lungenadern, die das Blut aus den Lungen in das Herz zurückleiten.

Einer veränderten Miſchung entſpricht Veränderung der Eigenſchaften. Das dunkelblaurothe Blut der Adern wird hellroth durch das Athmen. Das Blut der Weinbergſchnecke wird durch die Aufnahme von Sauerſtoff blau, durch Kohlenſäure farblos.

Wenn das Blut beſtändig ſeine Beſtandtheile als Gewebebildner an die Werkzeuge des Körpers verausgabt, wenn dieſe durch die Thätigkeit der Gewebe in Harnſtoff, Kohlenſäure und Waſſer zerfallen, wenn endlich die Auswurfsſtoffe durch die Blutbahn hindurch fortwährend den Lungen und Nieren, der Haut und dem Maſtdarm zueilen, um von hier aus dem Körper ausgeſtoßen zu werden, dann iſt es nothwendig, daß Blut und Gewebe durch den regelrechten Vorgang des Lebens

eine Verarmung erleiden, welche nur durch den Ersatz der Nahrung ausgeglichen wird.

Mit einer merkwürdigen Schnelligkeit geht dieser Stoffwechsel vor sich. Die mittlere Lebensdauer hungernder Menschen beträgt vierzehn Tage. Aber in dem Augenblick des Hungertodes hat der Körper der verschiedensten Wirbelthiere vier Zehntel seines ursprünglichen Gewichts verloren. Denkt man sich also, dieser Gewichtsverlust könnte fortdauern, ohne daß der Hungertod einträte, dann würde der Mensch in fünfunddreißig Tagen seinen ganzen Körper verausgabt haben. Denn, wenn man jene vier Zehntel, die im Augenblick des Hungertodes ausgegeben sind, zweiundeinhalbmal nimmt, dann erhält man die Einheit, das heißt, das ganze Körpergewicht. Der Hungertod tritt ein nach vierzehn Tagen, und zweiundeinhalbmal vierzehn giebt fünfunddreißig Tage. Ersetzen wir das Verlorene durch Nahrungsmittel, dann erhält sich der erwachsene Körper beim ursprünglichen Gewicht. Und da bei dem gehörigen Genuß von Speise und Trank der Stoffwechsel viel schneller vor sich geht als bei fastenden Geschöpfen, so ist die Annahme durchaus gerechtfertigt, daß der Körper in zwanzig bis dreißig Tagen den größten Theil seines Stoffs verändert.

Im Sommer verlieren wir in vierundzwanzig Stunden etwa ein Vierzehntel, im Winter sogar ein Zwölftel des Körpergewichts (Barral).

Dieſer Verluſt wird durch die aufgenommene Nahrung und den eingeathmeten Sauerſtoff gedeckt. Denn das Blut geht nicht bloß aus den Nahrungsſtoffen, ſondern aus Nahrung und Sauerſtoff hervor, und dies gilt in noch höherem Grade von den Geweben; die Gewebebildung iſt durch die Athmung bedingt.

Geſetzt alſo, es ginge täglich dem Körper im Winter ein anderes Zwölftel, im Sommer ein anderes Vierzehntel verloren, dann würde der ganze Leib in zwölf bis vierzehn Tagen umgeſetzt.

Liebig leitet aus einer anderen Betrachtung dieſelbe Lebendigkeit des Stoffwechſels ab. Man fehlt nicht weit, wenn man einem erwachſenen Menſchen eine durchſchnittliche Blutmenge von vierundzwanzig Pfund zuſchreibt. Der Sauerſtoff, den wir in vier bis fünf Tagen beim Athmen aufnehmen, reicht hin, um allen Kohlenſtoff und Waſſerſtoff jener vierundzwanzig Pfund Blut zu Kohlenſäure und Waſſer zu verbrennen [141]). Aber das Blut beträgt etwa ein Fünftel des Gewichts des erwachſenen Körpers [141a]). Wenn alſo fünf Tage hinreichen, um das Blut durch den Stoffwechſel zu verausgaben, ſo muß der ganze Körper in fünfmal fünf oder in fünfundzwanzig Tagen umgeſetzt werden. Ich habe mit Marfels gefunden, daß farbige Blutkörperchen des Hammels, die in großer Anzahl in die Bahn des Froſchbluts eingedrungen ſind, in etwa vierzehn Tagen vollſtändig aus

demſelben verſchwinden. Weil nun der Stoffwechſel bei Fröſchen langſamer vor ſich geht, als bei warmblütigen Thieren, ſo darf man wohl annehmen, daß die farbigen Blutkörperchen des Menſchen in weniger als vierzehn Tagen ſämmtlich erneuert werden.

Die Uebereinſtimmung in dem Ergebniß, während man von drei verſchiedenen Geſichtspunkten ausgeht, iſt eine ſichere Bürgſchaft für die Richtigkeit der Annahme, daß höchſtens dreißig Tage erforderlich ſind, um dem ganzen Körper eine andere Miſchung zu ertheilen. Die ſieben Jahre, welche der Volksglaube für jenen Zeitraum anſetzte, ſind demnach eine ungeheure Uebertreibung, und Jean Paul dürfte die Zeit, nach welcher Mann und Frau im Ehebruch mit einander leben ſollen, weil ſie dem Stoff nach nicht mehr dieſelben ſind, wenn er ſeinen Scherz der heutigen wiſſenſchaftlichen Erkenntniß anbequemen wollte, getroſt auf einen Monat herabſetzen.

So überraſchend dieſe Schnelligkeit auf den erſten Blick auch ſcheinen möge, ſo finden ſich doch von allen Seiten die Beobachtungen im Einklang. Nach Stahl verlieren Lerchen in einem Tage das Fett, das ſich in der Nacht in ihrem Körper entwickelte [142]). Ich habe ſchon früher in dieſen Briefen hervorgehoben, daß die Zellenentwicklung im Blut aus den Stoffen des Speiſeſafts in ſieben bis acht Stunden vor ſich geht [104]). Und wer wüßte nicht, wie wenig Tage oft dazu gehören,

einen Menſchen durch Abmagerung beinahe unkenntlich zu machen?

Verſchiedene Einzelweſen wechſeln den Stoff mit verſchiedener Schnelligkeit. Ich habe oben die Leiſtungsfähigkeit bei Männern, Frauen, Greiſen und Kindern in ihren verſchiedenen Abſtufungen darauf zurückgeführt, daß der Mann den Stoff ſchneller wechſelt als die Frau, der Erwachſene ſchneller als Greiſe und Kinder. Arbeiter und Denker verändern die Miſchung ihres Körpers in kürzerer Zeit als Müßiggänger und Genußſüchtige. Raſchlebende Menſchen, bei welchen Hoffnung, Leidenſchaft und banges Verzagen, das ſich ebenſo ſchnell wieder löſt in jauchzende Zuverſicht, das Blut kräftig bewegen, ſind raſch lebend eben durch die Geſchwindigkeit, mit welcher ſich der Stoffwechſel in ihrem Körper vollzieht.

Der Aufnahme der Nahrung ſteht die Aufnahme des Sauerſtoffs entgegen, nicht in dem Sinne, daß der Sauerſtoff einen Theil der Nahrung als Athemmittel fordert, während der andere Theil der Gewebebildung dienen ſollte. Die Nahrung, welche Gewebe bildet und nachher durch den eingeathmeten Sauerſtoff allmälig in Auswurfsſtoffe zerfällt, iſt derſelbe Stoff auf verſchiedenen Entwicklungsſtufen. Durch die Verdauung verwandeln ſich die Nahrungsſtoffe in Blutbeſtandtheile, durch Sauerſtoff die Körper des Bluts in Gewebebildner, und es iſt nur die fortſchreitende Einwirkung des Sauerſtoffs,

welche in den Geweben die Rückbildung bedingt. Das Weſen der Rückbildung iſt die langſame Verbrennung von Fett und Eiweiß, von leimgebendem und federkräftigem Stoff. Endſtufen der Verbrennung ſind Kohlenſäure, Waſſer und Harnſtoff.

So lange Blutbildung und Ausſcheidung ſich das Gleichgewicht halten, erleidet der Körper keine Veränderung ſeines Geſammtvorraths an Stoff. Dieſes Gleichgewicht behauptet ſich im Stoffwechſel des Erwachſenen. Man kann den Körper eines dreißig- bis vierzigjährigen Mannes viele Tage lang hintereinander wägen, ohne daß ſich eine Vermehrung oder Verminderung des Gewichts einſtellt, die nicht durch eine unmittelbar vorhergegangene Einnahme oder Ausgabe zu erklären wäre. Ueber mehre Tage vertheilt, wird eine ſolche Gewichtsveränderung vollkommen ausgeglichen.

Beim Greiſe wird das Gleichgewicht geſtört. Die Verdauung iſt nicht mehr ſo kräftig wie beim Mann in der Blüthe des Lebens. Nach der Verdauung richtet ſich ſehr bald die Aufnahme von Speiſe und Trank. Dabei dauert die Einwirkung des Sauerſtoffs und die von ihr abhängige Rückbildung der Gewebe fort. In Folge deſſen ſtellt ſich zunächſt eine Verminderung des Nahrungsſafts ein, die nicht nur durch Wägung, ſondern durch unmittelbare Beſchauung ermittelt werden kann. Theile, die, wie der Augapfel, viele Flüſſigkeit enthalten,

ſind im hohen Alter weniger prall gefüllt; die Hornhaut wird flach; vorher beſtehende Kurzſichtigkeit nimmt in Folge deſſen mit den Jahren ab oder kann wohl gar in ihr Gegentheil umſchlagen. Die Knochen des Greiſes haben einen Theil ihrer Federkraft eingebüßt, weil ſie im Waſſergehalt dem Erwachſenen nachſtehen (Fremy).[142a])

Und weil die Verbrennung die organiſchen Stoffe trifft und die anorganiſchen Beſtandtheile im Ganzen weniger ſchnell als die Summe von Eiweiß und Fett den Körper verlaſſen, ſo ſammeln ſich verhältnißmäßig die Salze, zumal die erdigen, in den Geweben an. Die Knochen werden reicher an Kalk und zerbrechlich, die Wände der Gefäße und ihre Klappen verknöchern.

Wenn die Neubildung der Rückbildung nachſteht, dann iſt das Schwinden der Gewebe eine unausbleibliche Folge. Es ſchwindet der Unterkiefer, was ſich durch das ſpitze Kinn der alten Leute verräth. Das Fett unter der Haut erleidet eine beträchtliche Abnahme; daher runzelt ſich die nun zu weite Haut an Stirn und Händen. Den dünnen Muskeln fehlt es an Spannkraft, ſie vermögen das Rückgrat nicht mehr zu ſtrecken, laſſen den Kopf vornüber ſinken, und wir bewundern bei kräftigen Greiſen den aufrechten ſicheren Gang als eine Seltenheit. Die Stimmbänder werden trockener; ſie verlieren an Geſchmeidigkeit und Federkraft; die Stimme wird rauh und klanglos oder fein und krächzend. Von dem fünfzigſten

Jahre an vermindert ſich auch das Gewicht des Hirns (Peacock).[143])

Nach Böcker's Unterſuchungen ſind während des Schlafs, wenn man denſelben mit dem wachen Zuſtand unter übrigens ganz gleichen Bedingungen vergleicht, die Ausſcheidungen vermehrt und zu derſelben Zeit die Umbildung des Hirns geſteigert[143a]). Beim Säugling, der mehr ſchläft als wacht, muß alſo die Entwicklung der Gewebe befördert werden, um ſo mehr da Rückbildung und Anbildung beide ihren letzten Grund in der Einwirkung des Sauerſtoffs erkennen. Der Schlaf erwieſe ſich ſonach nicht wie man früher wegen verminderter Aushauchung von Kohlenſäure annahm, mittelbar nützlich durch geringeren Verluſt, ſondern unmittelbar durch erhöhte Entwicklung. Beim Greiſe, der ſo häufig durch Schlafloſigkeit geplagt wird, muß umgekehrt die Neubildung leiden. Und da man trotz Böcker's Arbeit immer noch annehmen darf, daß eine ruhig durchſchlafene Nacht von einem kleineren Gewichtsverluſt begleitet iſt, als eine unruhig durchwachte, ſo trägt beim Greiſe alles dazu bei, das Mißverhältniß zwiſchen Blutbildung und Rückbildung zu ſteigern. Mit dem Stoff ſchwindet die Kraft. Sanft nahet das Ende. Der Tod iſt Entkräftung in Folge der Verarmung an Stoff.

Dreizehnter Brief.

Rückbildung in der Pflanze.

Was im Thierleib aus der Rückbildung hervorgeht, ſammelt ſich zum Theil in hohlen Behältern des Körpers, in der Harnblaſe, den Lungen, der Gallenblaſe, und wird dann von hier aus durch Harnröhre, Luftröhre und Darm, zum Theil unmittelbar durch die Haut aus dem Körper entfernt. Die Auswurfsſtoffe ſtehen ſammt und ſonders auf der letzten Stufe des Verfalls.

Die Hauptmenge der von den Pflanzen ausgeſchiedenen Körper beſteht aus dem Sauerſtoff, den alle grünen Theile im Licht ſo reichlich aushauchen. Allein während die Kohlenſäure, die das Thier ausathmet, ein Endglied der Rückbildung darſtellt, iſt der von der Pflanze ausgeſchiedene Sauerſtoff entſchieden ein Erzeugniß der Entwicklung.

Faßt man die ganze organiſche Natur, die Welt der Pflanzen und Thiere gleichmäßig in's Auge, dann iſt die

Entwicklung des Stoffs von den äußerſten Grenzen der einfachſten Verbindungen bis hinauf zu den Blutbeſtandtheilen der Thiere auf eine Verarmung an Sauerſtoff gegründet. Von der Blutbildung an ſchlägt die Entfaltung des Stoffs durch Verminderung des Sauerſtoffgehalts in Verbrennung, alſo in eine Aufnahme von Sauerſtoff um. Aber alsbald verwandelt ſich auch die Entwicklung in Rückbildung.

Kohlenſäure und Waſſer liefern der Pflanze die Hauptbauſtoffe ihres Leibes. Von dieſen beiden einfachen Verbindungen enthält aber ſchon das Waſſer allein ſo viel Sauerſtoff, wie im Verhältniß zum Waſſerſtoff in den verbreitetſten Beſtandtheilen der Pflanzen vorhanden iſt.

Zellſtoff iſt der Körper, der, abgeſehen vom Waſſer, das die Pflanzentheile durchdringt, die Maſſe des Leibes der Pflanzenwelt darſtellt, von den aus wenigen aneinander gereihten Zellen beſtehenden Pilzen an bis hinauf in Tannen und Eichen. Der Zellſtoff iſt eine Verbindung von Kohlenſtoff mit Waſſerſtoff und Sauerſtoff, die letzteren beiden genau in dem Verhältniß enthaltend, in welchem ſie Waſſer bilden. Um dies überſichtlicher auszudrücken, hat man ſogar häufig den Zellſtoff als eine Verbindung von Kohlenſtoff mit Waſſer bezeichnet, jedoch mit Unrecht, weil nichts dafür ſpricht, daß jener Waſſerſtoff und Sauerſtoff als Waſſer in dem Zellſtoff beſtehen. Gewiß iſt nur, daß der Zellſtoff aus Kohlenſäure und

Waſſer gebildet wird, und daß das Waſſer allein mit der für Zellſtoff erforderlichen Waſſerſtoffmenge ſo viel Sauerſtoff liefert, wie der Zuſammenſetzung des Zellſtoffs entſpricht. Allein die Kohlenſäure enthält noch weit mehr Sauerſtoff als das Waſſer. Ein Theil des Sauerſtoffgehaltes im Zellſtoff wird jedenfalls durch Sauerſtoff der Kohlenſäure gedeckt. Es entſteht alſo ein beträchtlicher Ueberfluß an Sauerſtoff.

Waſſer allein enthält bereits ſo viel, und Kohlenſäure weit mehr Sauerſtoff als im Zellſtoff vorhanden iſt, der ſich aus Kohlenſäure und Waſſer entwickelt. Deshalb kann Zellſtoff aus Kohlenſäure und Waſſer nicht gebildet werden, ohne daß eine anſehnliche Sauerſtoffmenge frei wird. Von der Kohlenſäure und dem Waſſer, die Antheil haben an der Bildung des Zellſtoffs, werden aller Kohlenſtoff und aller Waſſerſtoff gebunden, in der Pflanze feſtgelegt, wie man ſich ausdrückt, während von dem Gewicht des Sauerſtoffs, das die Summe der Kohlenſäure und des Waſſers enthielt, mehr als zwei Drittel frei gemacht und von der Pflanze ausgehaucht werden.

Stärkmehl und Gummi, Zucker und Pflanzenſchleim haben alle mit dem Zellſtoff das Weſentliche gemein, daß ſie nicht mehr Sauerſtoff enthalten, als das Waſſer, deſſen Waſſerſtoff in ihre Miſchung eingeht, der Pflanze zu liefern im Stande wäre. Gleichviel alſo, welcher von dieſen Körpern zuerſt im Pflanzenleib aus Kohlenſäure

und Waſſer entwickelt wird, ob Gummi*), ob Zellſtoff oder Stärkmehl, Ausſcheidung von Sauerſtoff, und zwar eine ſehr reichliche, iſt die durchaus erforderliche Bedingung ihrer Entwicklung. Indem die Pflanze Kohlenſäure und Waſſer in Zellſtoff, Gummi, Stärkmehl verwandelt, ſcheidet ſie Sauerſtoff aus.

Alte Zellwände ſind aber nicht bloß aus Zellſtoff, ſondern außerdem aus äußeren Schichten von Holzſtoffen zuſammengeſetzt, die durch und um den Zellſtoff gelagert ſind. Die Holzſtoffe ſind ſpätere Entwicklungsſtufen des Zellſtoffs. Ihr Sauerſtoffgehalt ſteht dem des Zellſtoffs nach. Aus Zellſtoff können die Holzſtoffe nicht hervorgehen, ohne daß von Neuem Sauerſtoff frei wird.

Noch ärmer an Sauerſtoff iſt der Kork, der ſo häufig die Wände der Zellen zuſammenſetzt, welche die Oberhaut überziehen. Die Kartoffeln ſind von mehren Schichten überdeckt, deren Zellen aus Kork beſtehen. Ebenſo ſind die zarteſten Pflanzenhaare und die Dornen gar häufig mit einer dünnen Korkſchichte belegt. Wenn man die harte Schaale des Kerns unſerer Steinfrüchte mit Salpeterſäure kocht, dann trennen ſich die Zellen von einander, die vorher durch eine Korkſchichte zuſammengekittet waren. Der Kork wird durch die ſauerſtoffreiche Salpeterſäure auf verſchiedene Verbrennungsſtufen

*) Dextrin.

übergeführt, zuletzt in Korkſäure und Bernſteinſäure verwandelt und dabei aufgelöſt (Mitſcherlich)[144]. Weil nun der Kork ſehr viel weniger Sauerſtoff führt, als dem Verhältniß entſpricht, in welchem dieſer mit Waſſerſtoff Waſſer bildet[145], ſo kann hinwiederum der Kork aus Zellſtoff nur entſtehen durch eine Entbindung von Sauerſtoff.

Wenn die Wieſe grünt, die Palme ihre breite Blätterkrone entfaltet, das Holz der Eichen ſich härtet, wenn die Kartoffel ihre Schaale bildet, in der Entſtehung des Pfirſichkernes und beim Altern des Waldes, immer wird der Stoff an Sauerſtoff verarmt, der die Oberfläche der Pflanze erreicht, um im Lichte ausgehaucht zu werden.

Zellſtoff, Gummi und Stärkmehl, Kork und Holzſtoffe bilden ohne Widerrede die größere Hälfte der feſten Beſtandtheile des Pflanzenreichs. Wenn man die Pflanzenwelt häufig vorzugsweiſe als die des Wachsthums, als das wachſende Reich bezeichnet, ſo darf man den Hauptgrund dieſes Wachsthums ſuchen in einer Lockerung des Sauerſtoffs aus ſeinem Verbande mit Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, welche mit einer Ausſcheidung deſſelben endigt.

Neben der Bildung von Zellſtoff und Kork geht die von Fett und Wachs einher. Aber ſchon das Fett iſt außerordentlich viel ärmer an Sauerſtoff, als Zellſtoff oder Stärkmehl, das Wachs noch viel ärmer als Fett.

So lange die öligen Samen unreif sind, führen sie einen bedeutenden Stärkmehlgehalt, der bei der Reife immer mehr den Fetten weicht, um endlich spurlos zu verschwinden. Der Farbstoff, welcher alle grünen Theile schmückt, ist reichlich mit einem Wachse vermischt, das zu den sauerstoffärmsten Körpern des Pflanzenleibs gehört. Dieses Wachs verdankt dem Stärkmehl seinen Ursprung (Mulder). Im Zuckerrohr verwandelt sich Zucker in Wachs.

Wenn aber Zucker und Stärkmehl das Fett und das Wachs im Reichthum an Sauerstoff bedeutend übertreffen, so ist auch diese Entfaltung des Stoffs in der Pflanze an Sauerstoffverarmung geknüpft. Bildung von Fett und Wachs ist nicht möglich ohne Ausscheidung von Sauerstoff.

Im Lichte wird der Sauerstoff entwickelt. Darum kann sich das Stärkmehl, das sich durch Abgabe von Sauerstoff in Fett und Wachs verwandelt, nur in inneren Pflanzentheilen behaupten. Die Wurzel führt mehr Stärkmehl als der Stamm, das Mark des Stengels mehr als die Oberfläche. Fackeldisteln enthalten im Innern ihres Marks die größten Stärkekörner. Das Stärkmehl schwindet im Licht. Zwiebelschuppen verlieren ihr Stärkmehl, wenn sie dem Lichte ausgesetzt werden. Die Korkzellen, welche die äußere Oberfläche der Pflanzen überziehen, enthalten nach Mitscherlich kein Stärkmehl, wohl aber Wachs. Es ist die stoffliche Gewalt des Lichts, welche unsere glänzendsten Früchte an ihrer

äußersten Oberfläche mit Wachs bekleidet und Pflaumen und Pfirsiche mit ihrem duftigen Reif überzieht.

Zellstoff und Stärkmehl, Gummi und Holzstoffe, Kork und Fett und Wachs, alle sind sie Entwicklungsglieder in der Organisirung der Materie. Die Entwicklung ist von einer kräftigen Sauerstoffausscheidung vergesellschaftet. Beweis genug, daß die Ausscheidung in der Pflanze durchaus nicht mit Nothwendigkeit an Rückbildung geknüpft ist. Der ausgeschiedene Sauerstoff ist ein Erzeugniß der höchsten Entwicklung.

Und doch ist in der Pflanze eine Rückbildung vorhanden. Aber ein großer Theil der Stoffe, die auf den untersten Stufen der rückschreitenden Bewegung stehen, bleiben im Leib der Pflanze eingeschlossen.

Blüthen und Keime, und in der Nacht alle Theile des Pflanzenkörpers nehmen Sauerstoff auf. Die langsame Verbrennung, welche im Thierkörper die Rückbildung bedingt, fehlt auch der Pflanze nicht.

In dem Harz der Nadelhölzer ist eine Säure enthalten, die wir durch ein kräftiges Verbrennungsmittel, durch Salpetersäure aus Fettsäuren gewinnen können. Dessaignes hat durch Verbrennung der Buttersäure, d. h. durch Behandlung dieser Fettsäure mit Salpetersäure, Bernsteinsäure gewonnen [146]). Dieselbe Säure, die wir zuerst im Harze vorweltlicher Nadelhölzer, in dem Bernstein, kennen lernten, wird in noch jetzt lebenden

Pflanzen durch Aufnahme von Sauerstoff gebildet. Darum findet sich die Bernsteinsäure vorzugsweise in den äußeren Theilen der Pflanzen, auf welche der Sauerstoff leicht einwirkt, mit Harzen untermischt.

Benzoesäure, die im Oel des Spindelbaumes*) vorkommt [147]), wird durch Verbrennung aus flüchtigen Oelen, die Zimmtsäure des Perubalsams auf demselben Wege aus dem Zimmtöl erhalten. Eine eigenthümliche Säure des Thees**) und eine andere des Kaffees***) gehen durch eine schwache Verbrennung aus Gerbsäure hervor. Derselbe Vorgang kann nach Piria den Spargelstoff†) in Aepfelsäure verwandeln. Spargelstoff und Aepfelsäure kommen neben einander in den Kartoffeln vor.

Der grüne Farbstoff der Pflanzen ist ein stickstoffhaltiger Körper, der so viel Sauerstoff enthält, daß er aus den eiweißartigen Stoffen nur durch Verbrennung hervorgehen kann. Im Herbst verwandelt sich das Grün in Gelb durch den vom Licht erregten Sauerstoff.

In der Färberröthe ist eine gelbe Flüssigkeit enthalten, die erst durch Einwirkung der Luft in den rothen Farbstoff des Krapps verwandelt wird.

---

*) Evonymus europaeus.

**) Die Boheasäure.

***) Die Viridinsäure.

†) Asparagin.

Ebenso wird der blaßgelbe Farbstoff des Blauholzes roth durch Aufnahme des Sauerstoffs der Luft.

Nur im Licht kann der Sauerstoff seinen Einfluß vollkommen entfalten (Schönbein). Daher erglüht die Farbe durch Licht und Luft.

Aber wie die Farbe, so ist der Geruch durch Licht und Sauerstoff bedingt. Die flüchtigen Oele, denen die Pflanzen ihren Geruch verdanken, entwickeln diese Eigenschaft erst an der Luft. Und je nachdem das Licht den Sauerstoff erregt, wird auch die Art des Geruchs nach Schönbein's lehrreichen Versuchen verschieden [148]). Wer wüßte nicht, wie wechselnd uns die Pflanzenwelt berührt, je nachdem wir bei einer grellen Morgenbeleuchtung oder im Schatten eines wolkigen Himmels ihre lieblichen Düfte einsaugen?

Die Verbrennung, welche den Geruch der flüchtigen Oele bethätigt, ist jedoch nur der Anfang einer Verwandlung, die, wenn sie weiter schreitet, die Riechstoffbildner der Pflanzen in Harze überführt. Bei weitem die größere Anzahl der Harze sind Verbrennungsstufen der flüchtigen Oele.

Während die Harze zu einem großen Theil durch die Rinde der Bäume ausschwitzen und also förmlich ausgeschieden werden, ist ein anderer Theil in wandungslosen Kanälen, den sogenannten Harzgängen, eingeschlossen, ohne sich an dem Leben der Pflanze zu betheiligen.

Säuren und Basen, die zu den organischen Stoffen gehören, finden sich in der Pflanze sehr gewöhnlich in eigenen Höhlen, gleichsam abgeschieden von dem Stoffwechsel, durch welchen die Zellen ringsumher mit einander in dem lebendigsten Verkehre stehen. Kleesaurer und weinsaurer Kalk finden sich besonders häufig in Zellen alter Fackeldisteln abgelagert, sie bilden Krystalle, welche dem Wechsel der in organisirten Formen auftretenden Stoffe entzogen sind.

Krystallinische organische Stoffe sind im Gegensatz zu den organisirten gleichsam zur Ruhe gekommen. Das rastlose Leben, welches die Menge des Eiweißes in jungen Zellen beständig vermindert, ihren Zellstoff in Holzstoffe und Kork, ihr Stärkmehl in Fett und Wachs verwandelt, schreitet an diesen Krystallen vorbei, die in ihrer Abgeschiedenheit als todter Rückstand der wechselvollen Thätigkeit in der Pflanze aufbewahrt werden.

Darum ist es so bezeichnend für die Stelle, welche die hierher gehörigen Stoffe im Pflanzenleben einnehmen, daß Säuren und Basen, manche Harze und Farbstoffe die Fähigkeit besitzen, Krystallform anzunehmen.

So lange der organische Stoff als Gewebebildner auftritt, ist er weder sauer noch basisch, es fehlt ihm der scharf ausgeprägte chemische Charakter, welcher Säuren und Basen neben ihrer Krystallisationsfähigkeit auszeichnet. Der Faserstoff in den Muskeln, das Eiweiß alter

Zellwände der Pflanzen, Zellstoff und Kork sind weder sauer noch basisch. Kohlensäure, Fleischbasis und Harnsäure sind dagegen mit den chemischen Merkmalen begabt, nach welchen sie als Säuren oder Basen benannt werden durften. Man kennt die Kohlensäure und die Fleischbasis wie die Harnsäure in krystallinischem Zustand.

Die meisten Stoffe, die Krystallform annehmen können und zugleich durch deutlich ausgeprägte saure oder basische Eigenschaften eine runde, chemisch abgeschlossene Verfassung durch eine geringere Beweglichkeit ihrer kleinsten Theilchen an den Tag legen, stehen an der Grenze des organischen Stoffwechsels, sie sind Stufen des Verfalls.

Ein großer Theil dieser Stoffe geht in der Pflanze wie im Thier aus der Einwirkung des Sauerstoffs auf die Gewebebildner hervor. Andere entstehen als sauerstoffarme oder wohl gar sauerstofffreie Körper neben Erzeugnissen, die allen Sauerstoff, der die Rückbildung bewirkte, für sich in Anspruch nehmen. Es könnte z. B. aus fetten Säuren ein sauerstofffreies flüchtiges Oel neben der sauerstoffreicheren Bernsteinsäure gebildet werden.

So wären denn Säuren und Basen, Farbstoffe, Harze und flüchtige Oele Erzeugnisse der Rückbildung in der Pflanze, wie im Thier die Kohlensäure und die Fleischbasis, die Harnsäure, der Harnstoff und der Fleischstoff. Wie diese können sie in der Pflanze in überaus wechselnder Menge vorhanden sein, ja sie können je nach den

äußeren Umständen auch wohl ganz fehlen. Als Erzeugnisse der Rückbildung sind sie Folgen des Lebens, ohne deshalb immer als nothwendige Bedingung desselben betrachtet werden zu können.

Vielen Thieren, die nur von Pflanzen leben, fehlt die Harnsäure im Harn. So fehlt in den Kartoffeln die Kartoffelbasis*), wenn jene im Acker eine hinlängliche Menge anderer Basen vorfinden, während im Keller keimende Knollen mit dem giftigen Kartoffelstoff geschwängert werden. In dem Schierling der asiatischen Steppen fehlt, unzweifelhaft aus ähnlichen Gründen, die Schierlingsbasis**). Die Basen der Chinarinde***) können durch Kalk, eine Säure des Mohnsafts †) kann durch Schwefelsäure vertreten werden. Kalk und Schwefelsäure gelangen als Nahrungsstoff in die Pflanze. Durch die Nahrung also werden die Rückbildungsstoffe verändert, ganz ebenso wie reichliche Pflanzenkost im Harn von Menschen und Thieren statt der gewöhnlichen Harnsäure Pferdeharnsäure ††) erzeugt und die saure Beschaffenheit der ausgeschiedenen Flüssigkeit einer alkalischen weichen macht.

---

*) Solanin.
**) Coniin.
***) Chinin und Cinchonin.
†) Mekonsäure.
††) Hippursäure.

Es ist eine Folge der scharf ausgeprägten chemischen Merkmale, der rund abgeschlossenen Verfassung der Stoffe, die der Rückbildung angehören, daß die Kunst des Chemikers sie leichter nachahmt, als die mit beweglicheren Theilchen versehenen organisationsfähigen Stoffe, die wir als die vorzüglichsten Gewebebildner kennen.

Von Liebig's schöner Forschung über den Harn war schon früher die Rede. Es gehört zu den besten Früchten jener fruchtbaren Arbeit, daß Liebig mit Wöhler die Möglichkeit entdeckte, den Harnstoff darzustellen ohne Hülfe eines lebenden Thiers. Dies gelang durch Vermischung von schwefelsaurem Ammoniak mit cyansaurem Kali. Ammoniak verbindet sich mit der Cyansäure zu Harnstoff, während nebenher schwefelsaures Kali gebildet wird.

In dem stinkenden Gänsefuß*) ist nach Dessaignes eine organische Basis enthalten, die ich nach diesem Vorkommen Gänsefußbasis**) nennen will [149]). Wicke und Wittstein berichten das Vorkommen derselben Verbindung in den Knospen und Blüthen der Birnen, des Weißdorns und der Vogelbeeren***) [149a]). Aber diese

*) Chenopodium Vulvaria.

**) Propylamin.

***) Pyrus communis, Crataegus Oxyacantha, C. monogyna, Sorbus aucuparia.

Baſis gehört zu der Reihe von Alkaloiden, welche Wurtz in einer genialen Unterſuchung über die zuſammengeſetzten Ammoniakarten mit Hülfe von Kali aus cyanſauren Aetherverbindungen darſtellen lehrte. Man hatte die chemiſche Verfaſſung der Gänſefußbaſis erkannt, den Weg gefunden, ſie künſtlich zu bereiten, ja Wertheim hatte ſie durch Deſtillation einer Baſis des Mohnſaftes *) wirklich dargeſtellt, bevor man ſie in einer lebenden Pflanze aufgefunden hatte. Darum iſt es von weit höherer als bloß ortbeſchreibender Bedeutung, daß Deſſaignes dieſen Stoff im ſtinkenden Gänſefuß und Wittſtein vorzüglich in den Knospen von Pflanzen, die zur Familie der Aepfelbäume gehören, wirklich dargethan haben.

So iſt es in neuerer Zeit Hofmann, einem Forſcher, der ein nahe verwandtes Feld ebenſo glücklich anbaut wie Wurtz, gelungen, unter künſtlichen Baſen, die er aus Alkoholarten bereitet, einen Stoff zu gewinnen, der in den Gewichtsverhältniſſen ſeines Stickſtoffs, Kohlenſtoffs, Waſſerſtoffs und Sauerſtoffs mit dem wichtigſten Chinaſtoff **) übereinſtimmt [150]). Obgleich hiermit noch kein Chinaſtoff dargeſtellt iſt, ſo liegt doch wieder eine Thatſache vor, die uns beweiſt, daß die innere Verfaſſung von Baſen und Säuren wegen ihrer chemiſchen Artbeſtimmt-

*) Des Narkotins.

**) Chinin.

heit unter den organiſchen Körpern verhältnißmäßig leicht zu erforſchen iſt.

Und wenn Schweizer in der neueſten Zeit mit Beſtimmtheit nachwies, daß das Oel des Spindelbaums die früher ſo oft ohne hinlängliche Beweismittel im Pflanzenreich verkündigte Eſſigſäure enthält [151]), ſo faßt es der Phyſiologe mit doppelter Freude auf, daß man nach Kolbe's Entdeckung Chlorkohlenſtoff in Chloreſſigſäure und dieſe in Eſſigſäure verwandeln kann. Wir ſind alſo im Stande, jene Säure des Spindelbaums aus rein anorganiſchen Stoffen künſtlich darzuſtellen.

Kurz, es iſt bis heute für die Erzeugniſſe der Rückbildung bezeichnend, daß ihre ſcharf ausgeprägte chemiſche Beſchaffenheit es dem Chemiker erleichtert, einen tieferen Blick in das Geheimniß ihrer Verfaſſung zu werfen. Wenn die Hoffnung nicht zu kühn iſt — und ich theile ſie aus vollem Herzen —, daß wir dereinſt im Stande ſein werden, Eiweiß darzuſtellen [152]), alſo den Stoff, der auf dem Gipfel organiſcher Miſchung ſteht, ſo dürfen wir gewiß erwarten, daß die Kunſt, die Stoffe des Verfalls organiſcher Weſen zu bereiten, zu jenem Ziele die Vorſchule ſein wird.

Wo wir die Blicke hinwenden, wenn wir das raſtloſe, und man darf es wohl dankbar ſagen, das geiſtvolle Treiben in der organiſchen Chemie verfolgen, begegnen wir Umwandlungskünſten in der Werkſtatt des

Chemikers, die uns zu jeder Hoffnung berechtigen. Die Physiologen waren noch in der Freude befangen, daß man durch zweckmäßige Verbrennung der eiweißartigen Körper die ganze Reihe der flüchtigen Fettsäuren gewinnen kann [153]), da lehrte uns Deville Terpenthinöl in Citronenöl, und Hlasiwetz Senföl in Salbeiöl, Stinkasandöl in Senföl verwandeln. [154])

Aus Holzgeist und einer Säure, die wir aus der Weidenrinde gewinnen, ist nach Cahours das liebliche flüchtige Oel des kanadischen Thees *) zusammengesetzt [155]). Schon ist man so weit, in den duftigsten Früchten Verbindungen von Aetherarten mit organischen Säuren vermuthen zu dürfen. In den Quittenschaalen findet sich wahrscheinlich derselbe Aether, der in allen Weinen vorkommt und nach einer neuen Untersuchung von Delffs aus Rosenkrautsäure und Aether besteht **) [156]). Noch ein Schritt weiter, und es gelingt dem Scheidekünstler, entlegene Stoffe zusammenbindend, den würzigen Duft schmackhafter Früchte mit Retorten und Weingeistlampen hervorzuzaubern. — Seit diese Worte geschrieben worden, ist das Wissen bereits aus der Werkstatt der Scheidekünstler in die Küche der Zuckerbäcker gewandelt.

---

*) Gaultheria procumbens. Das Oel ist nach Cahours salicylsaures Methyloxyd.

**) Pelargonsaures (früher önanthsaures) Aethyloxyd.

Der roſenkrautſaure Aether wird als ſogenanntes Traubenöl verwendet, und Verbindungen von Eſſigſäure, Baldrianſäure und Butterſäure mit Amyloxyd, einem ätherähnlichen, aber kohlenſtoffreicheren Körper, ertheilen unſerem Zuckerwerk die liebliche Würze von Birnen, Aepfeln und Ananasfrüchten.[156a])

Im Angeſicht der obigen Betrachtungen, von welchen die eine die andere beleuchtet und ergänzt, ſcheint mir die Annahme nicht erſchlichen, daß Baſen und Säuren, flüchtige Oele und Aetherarten, Farbſtoffe und Harze in der Pflanze auf verſchiedenen Stufen der Rückbildung ſtehen.

Dieſe Anſicht wird von Liebig für die Säuren bekämpft. Nach Liebig iſt der Stoff auf der Stufe der Pflanzenſäuren nicht im Zerfallen, ſondern im Aufbau begriffen. Indem die Kohlenſäure allmälig ärmer wird an Sauerſtoff, ſollen erſt Kleeſäure, dann Weinſäure, Aepfelſäure, Citronenſäure, zuletzt aus den Säuren Zucker entſtehen[157]). Wenn aber die Früchte reifen, dann iſt es nicht ihre Säure, die ſich in Zucker verwandelt, denn neben dem Zucker nimmt auch die Säure zu (Bérard). Die Frucht wird nichtsdeſtoweniger ſüß, weil ſich die Menge des Zuckers verhältnißmäßig ſtärker vermehrt, ſo zwar, daß der Zucker die Säuren einhüllt. Es iſt oben mitgetheilt worden, daß in der Pflanze Nachts eine langſame Verbrennung deutlich

wird, indem eine Aufnahme von Sauerstoff und Aushauchung von Kohlensäure stattfindet. Um so bezeichnender ist es, daß die Blätter einiger Pflanzen *), welche um die Mittagszeit gar keinen und Abends einen bitteren Geschmack hatten, Morgens mit einem scharf sauren Geschmack versehen sind [157a]). Hieran schließt sich die lehrreiche Thatsache, daß in unreifen Trauben die sauerstoffärmere Aepfelsäure der sauerstoffreicheren Weinsäure vorangeht (Schwarz). [157b])

Betrachtet man Säuren und Basen, Farbstoffe und Aetherarten, flüchtige Oele und Harze als Erzeugnisse des rückbildenden Stoffwechsels, dann ergiebt sich hier ein neuer Unterschied, der in einer sehr bezeichnenden Weise die Pflanzen den Thieren gegenüberstellt. Während das Thier alle Stoffe des Verfalls so rasch ausscheidet, daß man Mühe hat, dieselben zu ereilen auf der großen Heerstraße des Bluts, die sie alle durchwandern, entwickelt und bewahrt die Pflanze Riechstoffe und Farbstoffe in der Blüthe ihres Lebens, und wir finden Säuren, Basen und Harze in Zellen bleibend abgelagert, an welchen kaum noch eine Lebensthätigkeit wahrzunehmen ist. Eine der Dammsäure ähnliche Säure **) findet sich in den herbstlichen Blättern und nach Mulder

*) Cacalia ficoïdes, Cotyledon calycina.

**) Ulminsäure.

im harten Holze des Kerns der Steinfrüchte. Diese Säure ist sonst nur Erzeugniß der Verwesung und gehört auch in der Pflanze unstreitig der Rückbildung an.

Es herrscht überhaupt bei der Pflanze ein viel weniger feindlicher Gegensatz zwischen den Bestandtheilen der Gewebe und den Erzeugnissen des Verfalls, zwischen Leben und Verwesung, als beim Thiere. Lange trägt der Baum innerhalb der herbstlichen Blätter schwarzbraune Stoffe der Dammerde mit sich, bevor das fallende Laub seine Bestandtheile der Muttererde zur vollständigen Verwesung und zugleich zur neuen Nahrung der Wurzeln überantwortet.

Der Unterschied zwischen den pflanzlichen Stoffen der Rückbildung und der Kohlensäure und dem Harnstoff des Thiers ist jedoch nicht damit erschöpft, daß diese Auswurfsstoffe sind, während jene in der Pflanze verweilen. Die fraglichen Körper sind auch der Art nach verschieden, sie sind verschieden durch Entwicklung und Zusammensetzung. Und dieser Unterschied läßt sich mit Einem Worte bezeichnen: Die Einwirkung des Sauerstoffs ist bei der Bildung der pflanzlichen Stoffe viel weniger thätig, als bei der Verbrennung der thierischen Gewebe zu Kohlensäure und Harnstoff. Viele flüchtige Oele enthalten gar keinen Sauerstoff, manche Basen und Farbstoffe verhältnißmäßig wenig, und selbst der sauerstoffreichste Körper, der unter den Pflanzensäuren auftritt, die Kleesäure, enthält nur drei Viertel so viel Sauerstoff wie die

im Thierkörper so reichlich entstehende Kohlensäure. Um so wichtiger bleibt es, daß gerade die sauerstoffreichsten Verbindungen unter den Körpern gefunden werden, welche ich hier für die rückbildende Thätigkeit der Pflanze in Anspruch nehme. Die Kleesäure besitzt den höchsten Sauerstoffgehalt unter allen Stoffen, die in der Pflanze entstehen, und der grüne Farbstoff der Blätter gehört unter den stickstoffhaltigen Verbindungen zu den sauerstoffreichsten, die man in dem lebenden Pflanzenleib gefunden hat.

Man hat schon oft und aus guten Gründen gekämpft gegen die übertriebene Sucht, im Leben der Pflanze entsprechende Erscheinungen aus der Thierwelt zu finden, und namentlich Schleiden hat uns in dieser Hinsicht von vielen unglücklichen Vorstellungen befreit. Nach den obigen Betrachtungen darf es wohl noch einmal hervorgehoben werden, daß auch im Stoffwechsel höchst bezeichnende Unterschiede auftreten. Was vom Thiere ausgeschieden wird, sind Stoffe der Rückbildung; der Sauerstoff, den die Pflanze so reichlich aushaucht, ist im Gegentheil ein Erzeugniß der Entwicklung. Und während das Thier die Säuren und Basen, und die zwischen beiden stehenden gleichgültigen Stoffe, die aus dem Verfall seiner Gewebe hervorgingen, in sehr kurzer Zeit aus seinem Körper ausstößt, sehen wir die Pflanze eine ganze Reihe von Verbindungen, die in ähnlicher Weise einer rückbildenden Thätigkeit ihre Entstehung verdanken, in ihrem Leibe aufbewahren.

Wer die Pflanzenwelt mit lebensluſtigen Augen anſchaut, muß dieſen Stoffen der Rückbildung eine ganz beſondere Theilnahme abgewinnen. Wir finden unter denſelben die Würzen, die den Gaumen reizen, die Düfte, an denen ſich der Riechnerve und die Erinnerung ergötzen, die Farbenpracht, die unſer Auge entzückt. Wie viele Speiſen verdanken einer kleinen Menge Zimmtöl oder Gewürznelkenöl eine Verbeſſerung des Geſchmacks, zu deſſen Genuß ſchon der Geruch uns einladet, während weniger als ein Quentchen Farbſtoff dazu gehört, die Blätter einer mäßig großen Linde mit dem ſaftigſten Grün zu ſchmücken.

Gewiß, wir dürfen uns nicht wundern, daß Miſtkäfer und Thiere höherer Ordnung Aas und Auswurf verzehren, daß die ganze Pflanzenwelt lebt von den Ausſcheidungen der Thiere, da wir uns ſelbſt ergötzen an dem, was durch das Leben der Pflanzen untergegangen iſt und mit Harn und Koth dieſelbe Bedeutung hat.

Ohne die allgemein verbreiteten Beſtandtheile der Pflanzen, ohne ihr Eiweiß und Stärkmehl, ihren Zellſtoff und Gummi, wäre unſer Leben nicht möglich. Ein großer Theil der lieblichſten Sinnenreize haftet auf den niedrigſten Entwicklungsſtufen pflanzlichen Lebens. Und wenn wir kränkeln, heilen wir uns mit den in der Pflanze verweilenden Erzeugniſſen der Rückbildung.

Kein Theil der Chemie hat dem Heilkünſtler größeren Nutzen gebracht, als die genauere Erforſchung des in den

Pflanzen angesammelten Koths. Wenn wir in vielen Fällen statt der Chinarinde nur einen Bestandtheil derselben, den Chinastoff geben, ersparen wir dem Kranken nicht nur die Verdauung vieler nutzloser Stoffe, sondern wir sind auch im Stande, mit genau bekannten Gewichtsmengen auf den Körper einzuwirken, während in demselben Gewicht der Rinde sehr wechselnde Mengen des wirksamen Stoffs vorhanden sind. Mohnsaft kann schwach wirken und kräftig, wenn ich aber den wirksamen Stoff des Mohnsafts abscheide und ihn wäge, dann bin ich meiner Wirkung insoweit gewiß, als sie eben von diesem Stoffe abhängig ist. Und nur durch Wägung des Arzneimittels lassen sich sichere Erfahrungen gewinnen. Vor vielen Jahren hat uns Bretonneau gelehrt, daß Eine große Gabe des Chinastoffs Wechselfieber rascher und billiger heilt, als viele kleine Gaben. Eine solche Erfahrung war mit der ungetheilten Chinarinde kaum möglich.

Der Koth des Chinabaums heilt kranke Menschen, und Schiffe kalfatert man mit Harzen. Genuß und Heilung und Verkehr, sie alle werden gefördert durch die Rückbildung der Pflanzen, wie das Leben dieser durch den Auswurf der Thiere.

Obgleich die Pflanze zum Theil ausscheidet, was aus Entwicklung hervorging, und aufbewahrt, was in rückschreitender Bewegung des Stoffwechsels begriffen ist, fehlt es doch nicht an Stoffen, die, zugleich der Rückbildung

und der Ausscheidung angehörend, als wahre Auswurfsstoffe der Pflanze betrachtet werden müssen.

Zunächst wird ein Theil der oben besprochenen Erzeugnisse der Rückbildung wirklich ausgeschieden. Die riechstoffbildenden Oele, einzelne Basen, wie die des Schierlings, des stinkenden Gänsefußes und der Birnblüthen, die Ameisensäure der Brennesseln und Wachholderbeeren sind flüchtig und können deshalb unter Umständen von der Oberfläche der Pflanze entweichen. Ich sage unter Umständen, weil die flüchtigen Basen und Säuren in der Pflanze verbleiben, wenn jene durch ihre Verbindung mit Säuren, diese durch Basen festgelegt sind. Wenn wir den balsamischen Geruch unserer Blumenbeete einschlürfen, athmen wir wahre Auswurfsstoffe der Pflanzen ein.

Ausgeschieden wird ferner ein ansehnlicher Theil des verdunstenden Wassers, und zwar namentlich an der unteren Fläche der Blätter. Nach Garreau's Versuchen wird manchmal von der unteren Fläche der Blätter ebensoviel, öfters aber dreimal, in seltneren Fällen sogar fünfmal soviel Wasser verdünstet, als von der oberen Fläche entweicht. Es ist dies offenbar darin begründet, daß die obere Fläche der Blätter, die dem Lichte zugekehrt ist, weit mehr Wachs zu enthalten pflegt, als die untere. Von den Adern der Blätter und von allen anderen Gegenden der Oberhaut, die weniger mit Wachs getränkt sind, wird auch weniger Wasser ausgehaucht. Wachs

verändert, wo es reichlich zugegen iſt, die Oberhaut in eine für Waſſerdampf ſchwer durchdringliche Schichte.[158])

Neuere Verſuche haben es vollends beſtätigt, daß Draper mit Recht den Pflanzen eine Stickſtoffausſcheidung zuſchreibt (Cloëz und Gratiolet, Ad. und W. Knop.[69])

Dieſe Stickſtoffausſcheidung wird uns auf der Stelle begreiflich, wenn wir die Zuſammenſetzung des Ammoniaks mit der der ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile der Pflanzen vergleichen. Im Verhältniß zum Waſſerſtoff enthält das Ammoniak viel mehr Stickſtoff als die eiweißartigen Stoffe. Und da wir die ſtickſtoffhaltigen Pflanzenbaſen zum Theil gewiß von den Eiweißkörpern der Pflanze herleiten dürfen, ſo verdient es alle Beachtung, daß wieder die eiweißartigen Beſtandtheile im Vergleich zum Waſſerſtoffgehalt eine weit größere Stickſtoffmenge führen, als die meiſten Pflanzenbaſen. Die Baſen der Chinarinde und des Mohnſafts liefern hierfür die ſprechendſten Beiſpiele. Demnach darf ein Theil des Stickſtoffs, den die Pflanzen ausſcheiden, der Umwandlung von Ammoniak und Kohlenſäure in Eiweiß, von Eiweiß in Chinabaſen oder Mohnſaftbaſen zugeſchrieben werden. Kaffeeſtoff und Kakaoſtoff unterſcheiden ſich dagegen von den übrigen Baſen dadurch, daß ſie im Verhältniß zum Waſſerſtoff mehr Stickſtoff enthalten, als die eiweißartigen Körper der Pflanze.

Wenn aber die Pflanze Stickstoff ausscheidet und Wasser, so fehlt unter ihren Auswurfsstoffen auch die Kohlensäure nicht. Es war längst bekannt, daß sich der Vorgang, durch den die Pflanzen wachsen im Licht, der Austausch von Sauerstoff gegen Kohlensäure, in der Nacht umkehrt, so daß Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure ausgeschieden wird. Aber diese Umkehr beginnt schon im Schatten eines wolkigen Himmels und in der Dämmerung [74]). Ebenso erfolgt sie im keimenden Samen und in der samenerzeugenden Blüthe.

Da, wo in der Pflanze der Gipfel des Lebens liegt, in Keim und Blüthe, da erreicht auch die Bewegung des Stoffs ihre höchste Geschwindigkeit. Wenn in der Pflanze, in der alle Thätigkeit sich einigt zur Entbindung von Sauerstoff, die Theile, an welche die höchste Leistung des Pflanzenlebens, die Fortpflanzung der Gattung geknüpft ist, eine Verbrennung zeigen, welche zu derselben Endstufe führt, wie die Athmung im Thier, dann ist fürwahr auch in der grünenden und blühenden Welt der Gedanke ausgeprägt, daß die höchsten Lebenskeime in Rückbildung und Untergang zu finden sind, daß unverbrüchlich die kräftigste Thätigkeit die schnellste Abnützung voraussetzt.

Vierzehnter Brief.

Die Wärme von Pflanzen und Thieren.

In einem ihrer schönsten Romane*) erzählt George Sand, daß es eine den Ochsenhirten sehr bekannte Art giebt, trotz der Kühle der Nacht gesund unter freiem Himmel zu schlafen. Man läßt auf einer Wiese einen behaglich gelagerten Ochsen aufstehen und legt sich an dessen Stelle. Fühlt man sich nach einiger Zeit kalt und feucht, so braucht man nur einen andern Ochsen von seinem Lager zu vertreiben. Die Stätte, an welcher ein solches Thier einige Stunden lang geruht hat, ist immer vollkommen trocken und besitzt eine angenehme, heilsame Wärme.

Es ist dies eine an kalten Wintermorgen sehr bekannte Anwendung des Satzes, daß Menschen und Thieren eine Wärmequelle innewohnt, welche von den umgebenden Mitteln bis zu sehr weiten Grenzen unabhängig ist.

---

*) Le péché de M. Antoine.

Obgleich Liebig mit Unrecht behauptet, „daß in „allen Klimaten, in der gemäßigten Zone sowohl, wie „am Aequator oder an den Polen, die Temperatur des „Menschen so wie die aller sogenannten warmblütigen „Thiere niemals wechselt“ [159]), so ist es doch unbestreitbar, daß die Wärme von Menschen und Thieren sich innerhalb so enger Grenzen verändert, daß sich der Eindruck des Himmelsstrichs beinahe ganz verwischt.

An allen oberflächlichen Stellen des menschlichen Körpers beträgt die Wärme durchschnittlich vierunddreißig bis fünfunddreißig Grad des hunderttheiligen Thermometers, während sie in den inneren Theilen, in der Mundhöhle zum Beispiel, bei Wind und Wetter, im Winter wie im Sommer auf siebenunddreißig Grad steigt. In Westindien ist die Wärme nach John Davy's zahlreichen Messungen um etwas mehr als einen halben Grad erhöht. [160])

Da nun die inneren Theile unseres Körpers, auch wenn es draußen friert, wenn wir nur in Bewegung bleiben, siebenunddreißig Grad Wärme besitzen, so ist es klar, daß wir Wärme erzeugen. Es fragt sich wie?

Wer den Grund der Bildung und des Zerfallens der Gewebe kennt, ist dadurch mit der Hauptquelle der thierischen Wärme vertraut. Eiweiß verwandelt sich in den Stoff der Muskeln, der leimgebenden Gewebe und der Horngebilde durch Aufnahme von Sauerstoff. Eiweiß,

Faserstoff, leimgebende Gewebe und Horngebilde nehmen wiederum Sauerstoff auf, indem sie sich umbilden in Fleischstoff und Fleischbasis, in Harnoxydul*) und Harnsäure. Durch Verbindung mit Sauerstoff zerfallen alle diese Stoffe in Harnstoff und Kohlensäure, die Fette in Kohlensäure und Wasser.

Harnstoff, Kohlensäure und Wasser sind die Enderzeugnisse des thierischen Lebens, sie sind die höchsten Verbrennungsstufen, welche der Stoff ersteigt, nachdem er die Gewebe gebildet hat. Aber die Gewebebildung aus dem Blut ist selbst, soweit sich die eiweißartigen Körper daran betheiligen, als eine Verbrennung zu betrachten.

Also Knochen und Knorpel, Muskeln und Häute gehen ebenso wie der Harn und die ausgeathmete Luft aus einer Verbrennung im Thierkörper hervor. Nachdem man so viele Verbrennungsvorgänge im Körper erkannt hatte, lag es gewiß sehr nahe, die ganze Wärme, die im Thiere entwickelt wird, auf Rechnung der Verbrennung zu schreiben.

Um zu entscheiden, ob wirklich die ganze Wärme, welche von Thieren erzeugt wird, der Verbrennung ihren Ursprung verdankt, war eine Rechnung nöthig. Man kannte die Wärme, die frei wird, wenn ein gegebenes

---

*) Hyporanthin.

Gewicht von Kohlenstoff verbrennt. Es ließ sich ferner die Menge der Kohlensäure bestimmen, die ein Thier in einer gegebenen Zeit ausathmet, und die Wärme, die es einem anderen Körper, zum Beispiel dem Wasser, während dieser Zeit mittheilt. Ist nun die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure groß genug, um bei der bekannten Verbrennungswärme des Kohlenstoffs die in einem gegebenen Zeitraum entwickelte Wärme des Thiers zu erklären, so schloß man weiter, dann wird diese ausschließlich von der Verbrennung herrühren.

Der Grundfehler, der bei dieser Rechnung von zwei berühmten französischen Forschern, von Dulong und Despretz, und merkwürdiger Weise in neuester Zeit noch von Liebig gemacht wurde, ist der, daß man sich denkt, der Kohlenstoff der Speisen verbrenne im Thierkörper als Kohlenstoff, und es müsse dabei „ebensoviel „Wärme entwickelt werden, als wenn er in der Luft oder „im Sauerstoff direkt verbrannt worden wäre“ [161]). Es ist aber nicht Kohlenstoff oder Wasserstoff, was in unserm Körper und in dem der Thiere verbrennt, sondern es sind sehr zusammengesetzte Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, die immer Sauerstoff und oft auch noch Stickstoff enthalten. Je reicher nun eine solche Verbindung von vornherein an Sauerstoff ist, desto weniger Sauerstoff braucht sie aufzunehmen, um zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen. Kohlensäure und Wasser kön-

nen von Eiweiß, von Fett, von Zucker herſtammen. Von welchem Stoff die ausgeathmete Kohlenſäure in dem gegebenen Falle wirklich herzuleiten iſt, wiſſen wir nicht. Es iſt überdies erwieſen, daß neben Kohlenſäure und Waſſer auch Harnſtoff aus der Verbrennung der eiweißartigen Körper hervorging. Deshalb können wir, ſelbſt wenn wir den Sauerſtoff gewogen haben, den ein Thier bei ſeiner Athmung verzehrt, niemals beſtimmen, wie viel Sauerſtoff zur Erzeugung der Kohlenſäure im Thierkörper wirklich verbraucht wurde. Keine Rechnung kann bis heute ergründen, wie viel Wärme jene Kohlenſäure bei ihrer Entſtehung wirklich freigemacht hat.

Wenn ein Gewebebildner gänzlich zerlegt iſt in Harnſtoff, in Kohlenſäure und Waſſer, dann iſt die Sauerſtoffaufnahme, welche den Zerfall bedingte, offenbar verſchieden, je nach der Menge des Sauerſtoffs, die der Beſtandtheil des Gewebes ſchon vorher enthielt. Die leimgebende Grundlage der Knochen braucht hierzu weniger Sauerſtoff als der Faſerſtoff, der Faſerſtoff weniger als Eiweiß, weil unter dieſen Stoffen der Beſtandtheil der Knochen am meiſten, das Eiweiß am wenigſten Sauerſtoff beſitzt. Folglich iſt die Wärmeentwicklung verſchieden, welche gleiche Gewichte von Kohlenſäure vorausſetzen, je nachdem dieſes Erzeugniß der Verbrennung auf Leim oder auf Eiweiß zurückgeführt werden muß. Und deshalb iſt es klar, daß es durchaus unrichtig iſt, wenn

Liebig behauptet, „der einzige Unterſchied ſei der, daß „die erzeugte Wärmemenge ſich auf ungleiche Zeiten ver„theilt.“ [161])

In der Kohlenſäure, die wir ausathmen, iſt nicht bloß von außen zugeführter, nicht bloß eingeathmeter Sauerſtoff enthalten, ſondern auch ein Theil des Sauerſtoffs, der im Zucker, im Eiweiß, im Fett ſchon vor der Verbrennung vorhanden war. Dieſer letztere Sauerſtoff hat im Körper keine Wärme erzeugt. Wir können im einzelnen Fall ſeine Menge nicht beſtimmen, und darum entfällt jeder Maaßſtab der Rechnung unſeren unſicheren Händen.

Wir haben ſogar Grund, zu behaupten, daß zuſammengeſetzte organiſche Körper, die keinen Sauerſtoff enthalten, bei ihrer Verbrennung weniger Wärme entwikkeln, als der Verbrennungswärme ihres Kohlenſtoffs und Waſſerſtoffs entſpricht. So fand man es für Sumpfgas, für Terpenthinöl und Citronenöl, die alle keinen Sauerſtoff enthalten (Favre und Silbermann).

Aus der Menge von Kohlenſäure und Waſſer, welche Thiere liefern, glaubten Dulong und Despretz ſieben bis neun Zehntel der erzeugten Wärme erklären zu können. Es folgt aus dem Obigen, daß dieſes Ergebniß der Rechnung nicht zuverläſſig ſein kann. Die Zahlen ſind zu hoch, weil der Sauerſtoff, der ſchon vorher neben Kohlenſtoff und Waſſerſtoff in den verbrannten Gewebe-

bildnern vorhanden war, nicht in Rechnung gebracht iſt, nicht in Rechnung gebracht werden kann.

Sauerſtoff trifft im menſchlichen Körper mit gar verſchiedenen Stoffen zuſammen. Den Alkohol verbrennt er zu Aldehyd und Waſſer, das Aldehyd zu Eſſigſäure, die Eſſigſäure nachher zu Kleeſäure und Waſſer, die Kleeſäure zu Kohlenſäure. Das Ammoniak verbrennt er zu Salpeterſäure, die Harnſäure zu Kohlenſäure und Harnſtoff. Wie kann man alſo glauben, daß die hervorgebrachte Wärme erkannt wird in derjenigen, welche man erhalten würde, „wenn man eine der ausgemittelten Kohlenſäure und dem „verſchwundenen Sauerſtoff entſprechende Menge Sauer„ſtoffgas durch Verbrennung von Kohlenſtoff und Waſſer„ſtoff in demſelben in ebenſoviel Kohlenſäure und Waſſer „übergeführt hätte?“ [162]) Ich frage, wie kann man es, nachdem es feſtſteht, daß eben jener verſchwundene Sauerſtoff nur zum Theil in der ausgeſchiedenen Kohlenſäure und im ausgehauchten Waſſer vorhanden iſt?

Eine unvergängliche geſchichtliche Bedeutung gebührt den Verſuchen von Dulong und Despretz nur deshalb, weil ſie gelehrt haben, daß wohl die größere Hälfte der vom Thier entwickelten Wärme als Verbrennungswärme betrachtet werden darf. Wenn man mehr aus denſelben folgert, wenn man alle Eigenwärme des Thierkörpers der Verbrennung zuſchreibt und wie Liebig „die „Frage nach dem Urſprung der thieriſchen Wärme damit in

„befriedigender Weiſe gelöſt“ [162]) glaubt, dann verſtümmelt man die ewige Sprache der Verſuche und verſchüttet den Weg der Forſchung gerade da, wo der in richtigen Grenzen anerkannte Verſuch neue Geheimniſſe zu entſchleiern verſprach.

Alſo wohl zum größten Theil, aber nicht ganz ausſchließlich dürfen wir in der eigenen Wärme des thieriſchen Körpers Verbrennungswärme ſehen. Der Antheil, welcher der Verbrennungswärme gehört, hat indeß die Naturforſcher auf die rechte Spur geleitet. Wir ſuchen die Wärmequelle des Körpers nicht mehr in einer geheimſinnigen Nervenwirkung, mit der ſich gar keine beſtimmte Vorſtellung verbinden läßt. Neben der Verbrennung ſind andere chemiſche Vorgänge thätig, die, weil ſie beſtändig im Fluſſe ſind, einen nichts weniger als unerheblichen Beitrag liefern.

So oft ſich eine Baſis mit einer Säure verbindet, wird nach den ſchönen Unterſuchungen von Andrews Wärme frei. Die Menge der entwickelten Wärme hängt dabei von der Art der Baſis, nicht von der Art der Säure ab. Nur dann, wenn ein Salz eine Säure enthält, welche die Baſis nicht vollkommen ſättigt, wenn alſo die Baſis im Salze vorherrſcht, dann wird auf's Neue Wärme frei, falls man die ſchwächere Säure durch eine ſtärkere, die Baſis vollkommen ſättigende vertreibt. In dieſem Fall äußert alſo auch die Art der Säure einen Einfluß. [163])

Kohlensaures Natron ist ein Salz des Thierkörpers, in welchem die Basis vorherrscht. Das Salz ist durch eine basische oder alkalische Beschaffenheit ausgezeichnet, weil die Kohlensäure das Natron nicht vollkommen sättigt. Wird nun die Kohlensäure aus dem Salze verjagt durch Milchsäure, oder Harnsäure, oder Fleischsäure*), kurz durch irgend eine stärkere Säure, dann wird auf's Neue Wärme frei. Man könnte für die Kohlensäure den Zweifel erheben, ob sie als flüchtige Säure, wenn sie aus dem Natronsalze ausgetrieben wird, nicht Wärme bände, eben weil sie in den flüchtigen Zustand überginge. Die Wärme, die hierbei gebunden wird, wäre möglicher Weise gleich groß oder gar größer als die, welche frei wird durch die Verbindung der stärkeren Säure mit dem Natron. Allein man darf nicht vergessen, daß jene Zersetzung nicht an der Luft, sondern in Flüssigkeiten des Körpers vor sich geht. Die Kohlensäure kann also nicht flüchtig entweichen, sie wird vielmehr vom Wasser verschluckt. Wenn aber Wasser Kohlensäure verschluckt, dann nimmt es einen höheren Wärmegrad an (Henry). Die Zerlegung von kohlensaurem Natron durch Milchsäure, Harnsäure, Fleischsäure oder durch die Phosphorsäure, welche aus der Verbrennung des Phosphors eiweißartiger Körper hervorgeht, ist demnach eine wesentliche Quelle von Wärme.

---

*) Inosinsäure.

In ähnlicher Weiſe wird Wärme frei bei der Umwandlung eines gewöhnlichen Mittelſalzes in ein baſiſches Salz, das heißt in ein ſolches, in welchem die Baſis nicht bloß den Eigenſchaften, ſondern auch der Menge nach über die Säure vorherrſcht. Ein ſolches Salz iſt das gewöhnliche phosphorſaure Natron. Daſſelbe enthält im Vergleich zur kräftigen Phosphorſäure ſo viel Natron, daß dieſes der Verbindung ſein Gepräge aufdrückt, während im kohlenſauren Natron die Menge der ſchwachen Kohlenſäure überwiegen kann, und dennoch das kräftige Alkali ſich in der baſiſchen Beſchaffenheit des Salzes verräth.

Eiweißartige Stoffe, die Schwefel und Phosphor enthalten, verbrennen im Thierleib. Ihr Schwefel wird in Schwefelſäure, ihr Phosphor in Phosphorſäure übergeführt. Die neu entſtandenen Säuren verbinden ſich mit Alkalien. Und dieſe Wärmequelle wird mit einer zweiten vermehrt, indem die Phosphorſäure baſiſche Salze bildet, Salze, in welchen das Natron, das Kali der Menge nach vorherrſchen.

Alle organiſchen Gewebebildner liefern auf der Endſtufe ihrer Verbrennung Kohlenſäure. Auch dieſe Kohlenſäure wird zum Theil als ſolche von den Flüſſigkeiten des Körpers verſchluckt, und dadurch Wärme entwickelt.

Benetzung feſter Formbeſtandtheile, Tränkung der Gewebe mit Waſſer, mit wäſſerigen Löſungen, iſt einer

der ſtetigſten Vorgänge im Körper. Während durch die äußeren Häute des Auges Waſſer verdunſtet, wird unabläſſig von den inneren Theilen des Auges her Waſſer aus dem Blut bezogen. Dieſes Waſſer gelangt auch in die äußeren Häute, in die durchſichtige und die undurchſichtige Hornhaut. Ja, die Durchſichtigkeit, welche den vorderen Abſchnitt der äußeren Augenhaut von dem hinteren größeren unterſcheidet, iſt ſogar lediglich bedingt durch den Unterſchied im Waſſergehalt jener beiden Häute (Chevreul).[164])

Jede Benetzung iſt aber von einer Wärmeentwicklung begleitet. Der Theil, der ſich benetzt, verdichtet das Waſſer in ſeinen kleinſten Hohlräumen. Bei der Verdichtung wird Wärme frei (Pouillet und Regnault).

Beinahe jede Bewegung, die in unmeßbaren Entfernungen im Körper vor ſich geht, iſt zugleich eine Quelle von Wärme. Und ebenſo wie wir die eigene Wärme des thieriſchen Körpers auf ſtoffliche Vorgänge zurückzuführen vermögen, ſo iſt es auch mit der Pflanze geſtellt.

Auch die Pflanzen haben ihre Eigenwärme, die nur in der Regel der Beobachtung entgeht, weil die Pflanzen durch Verdunſtung ſo viel Wärme verlieren.

Von allen Vorgängen, die wir oben als Quellen thieriſcher Wärme kennen lernten, fehlt der Pflanze wohl keiner ganz. Auch in der Pflanze geht eine Verbrennung vor ſich, als deren Endglied die Kohlenſäure auftritt. Säuren verbinden ſich mit Baſen, Mittelſalze verwan-

deln ſich in baſiſche, Kohlenſäure wird verſchluckt, Waſſer, das durch die Wurzel aufſteigt, verdichtet.

Zu allen dieſen Wärmequellen geſellt ſich noch eine ſehr wichtige, die Verdichtung des Kohlenſtoffs. Es iſt Jedermann bekannt, daß Wärme frei wird, wenn ſich Waſſerdampf in tropfbar flüſſiges Waſſer, wenn ferner Waſſer ſich in Eis verwandelt. Die Kohlenſäure der Luft iſt nur deshalb die Hauptnahrung der Pflanzen, weil ihr Kohlenſtoff in die Miſchung der allgemein verbreiteten Pflanzenbeſtandtheile eingeht, weil er feſtgelegt wird in Zellſtoff und Kork, in Zucker und Holzſtoffen, in Stärkmehl und Wachs. Bei dieſer Feſtlegung ereignet ſich die Verdichtung eines luftförmigen Körpers. Gasförmige Kohlenſäure und tropfbar flüſſiges Waſſer verdichten ſich zu Stärkmehl und Zellſtoff.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dieſe Verdichtung iſt in der Pflanze als Wärmequelle viel bedeutender, als die Verbrennung. Sie erzeugt die Hauptwärme der Pflanze, wie die Verbrennung die des Thiers. Und ſie erlangt durch dieſen Vergleich eine ganz beſondere Wichtigkeit, weil das treibende Leben der Pflanze auf dem Gegentheil der Verbrennung, auf der Sauerſtoffverarmung beruht.

Wärme iſt alſo überall eine Folge des Lebens, in Pflanzen und Thieren. Sie iſt eine Folge gerade der Thätigkeit, welche die unerläßliche Triebfeder für alles

organiſche Leben iſt. Wärme iſt eine Folge und ein Ausdruck des Stoffwechſels.

Bei der allerdings unberechenbaren Wichtigkeit, die wir ſomit der Eigenwärme beilegen müſſen, iſt es wenig zu verwundern, daß auch hier die Neigung auftaucht, jede große Bewegung in den Vorgängen des Lebens in die für kurzſichtige Augen geſteckten Grenzen einer Zweckbeſtimmung einzupferchen. Da giebt es Naturforſcher, die ſprechen von einem Werkzeug des Untergangs und der Neubildung der Blutkörperchen, andere nennen die Gefäße, in welchen zerſetzte Gewebebildner enthalten ſind *), Abzugskanäle der Schlacke des Körpers, noch andere ſagen, die Speiſeſaftgefäße**) ſeien ausſchließlich da, um aus dem Darme die Fette aufzunehmen. Es gehört ganz in dieſen Kreis einer Anſchauung, welche, nicht zufrieden mit der Dieſſeitigkeit, die Dinge nicht um ihrer ſelbſt willen betrachtet, nicht aus ſich ſelbſt zu erklären ſucht, wenn Liebig den thieriſchen Körper einen „Apparat von Wärmeerzeugung“ nennt. [165])

Entſprechend der Eintheilung in Athemmittel und Nährmittel hat Liebig die Gruppen der Wärme erzeugenden und der Gewebe bildenden Nahrungsſtoffe aufgeſtellt. „Die Natur“, ſagt Liebig, „hat die ſtick-

*) Die Lymphgefäße.

**) Chylusgefäße.

„stofffreien Nahrungsmittel (Nahrungsstoffe) zur Unter-
„haltung der Wärmequelle bestimmt“ [166]). Nach Liebig
„giebt die oberflächlichste Beobachtung zu erkennen, daß
„die Elemente der plastischen (stickstoffhaltigen) Nah-
„rungsstoffe an der Hervorbringung der täglich erzeugten
„Wärmemenge nur einen sehr untergeordneten Antheil
„haben konnten.“ [167])

Gewiß ist keine tiefgehende Kenntniß erforderlich, um dennoch gründlich einzusehen, daß die Grenzmauer, welche Liebig zwischen den von ihm aufgestellten Klassen als Scheidewand aufgeführt hat, allüberall durchlöchert ist. Es ist mehr als ein Irrthum, es ist grundfalsch, wenn Liebig immer und immer die ausgehauchte Kohlensäure und das ausgeschiedene Wasser mit den Fetten und Fettbildnern in Zusammenhang bringt, während es ausgemacht ist, daß auch die Eiweißkörper neben Harnstoff Kohlensäure und Wasser liefern. Es ist ferner einseitig, wenn Liebig die erzeugte Wärme ausschließlich mißt an Kohlensäure und Wasser, die wir entleeren, während dieselbe ebenso durch die Gewebebildung und durch die Erzeugung von Harnstoff gemessen wird. Eiweiß kann sich nicht in den Knochenleim gebenden Stoff, und dieser nicht in Harnstoff verwandeln, ohne daß Wärme frei wird. Und es handelt sich hierbei keineswegs bloß um einen Unterschied der Zeit [161]), sondern ebenso wesentlich um einen Unterschied des Stoffs.

Man kann es nicht oft genug wiederholen, nicht die Menge des Sauerstoffs [167]), die wir einathmen, nicht die Menge der Kohlensäure und des Wassers, die wir ausathmen [161]), ist ein erschöpfendes Maaß der Wärmequelle im Thierkörper. Sie könnte es selbst dann nicht sein, wenn man Liebig's unrichtige Ansicht theilen wollte, daß „die Frage nach dem Ursprung der thierischen Wärme" durch die Verbrennung im Thierleib „in befriedigender Weise gelöst" sei [162]). Verbrauchter Sauerstoff und erzeugte Kohlensäure entsprechen sehr verschiedenen Wärmemengen, je nachdem es Zucker war oder Fett, Eiweiß oder Knochenleim, die mit dem Sauerstoff Kohlensäure und Wasser bildeten.

Ich nannte die Scheidewand zwischen Liebig's Klassen durchbrochen. Oder ist sie es nicht, wenn Liebig selbst den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen, die den wärmeerzeugenden gegenüber stehen sollen, zugleich wenigstens „einen untergeordneten Antheil an der Wärmeerzeugung" [167]) zuschreibt?

Es ist eine der einfachsten Regeln des Denkens, daß bei einer Eintheilung derselbe Stoff nicht in zwei verschiedene Abtheilungen darf untergebracht werden können. Und ein Fehler gegen diese Regel wird nie und nimmermehr dadurch gut gemacht, daß Liebig selbst sagt, das Fleisch sei ein Nährmittel und zugleich ein Athemmittel, wenngleich ein schlechtes; es sei denn, daß Liebig auch

die Eintheilung und mit der Eintheilung die sinnlosen Namen fallen läßt. Wenn einige seiner Schüler die Namen dadurch zu vertheidigen versuchen, daß sie an den uralten Brauch erinnern, der nach den Haupteigenschaften die Namen wählt, so ist dagegen nur zu sagen, daß an Namen wahrlich kein Bedürfniß war, nachdem Prout die Wissenschaft in das richtige Geleise geführt hatte. Man hat vielmehr das Geistreiche der Eintheilung ausposaunt und eine tiefe Wahrheit darin erkennen wollen, und es ist dies, schülerhaft genug, sogar von solchen geschehen, die zur Einsicht gelangt waren, daß die Eintheilung eben als Eintheilung nicht stichhaltig ist, weil sie in der That weder ausschließt, noch erschöpft.

Liebig sagt, „daß die verbrennlichen Elemente der „stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe bei Weitem nicht hin„reichen, um den in das Blut übergegangenen Sauer„stoff in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln" [168]). Ganz richtig. Folgt aber daraus, daß sie nicht Kohlensäure und Wasser liefern? Es ist derselbe Schluß, wie wenn es heißt, die organischen Stoffe der Dammerde reichen nicht hin, um den Pflanzen ihren Kohlenstoff zu liefern, also nehmen die Pflanzen keine organischen Stoffe aus der Dammerde auf. [169])

„Unter allen organischen Substanzen gehören die „plastischen (stickstoffhaltigen) Bestandtheile der Nahrung „zu denen, welche die Eigenschaft der Verbrennlichkeit

„und Wärmeentwicklung im allergeringsten Grade be„sitzen“[170]. Auch diese Wendung Liebig's hält nicht Stich. Die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe sind insofern wenig verbrennlich, als sie viel Sauerstoff erfordern, um wirklich zu verbrennen. Wenn sie aber dazu kommen, viel Sauerstoff aufzunehmen, dann ist ihre Wärmeentwicklung nicht geringer als bei Fett und Zucker. Die Fleischfresser stehen den Pflanzenfressern hinsichtlich der Eigenwärme keineswegs nach[171]. Aber wir wissen auch durch die klassischen Untersuchungen von Dulong, von Despretz, von Regnault und Reiset, daß für ein gleiches Gewicht ausgeathmeter Kohlensäure viel mehr Sauerstoff von Fleischfressern als von Pflanzenfressern verbraucht wird.[172])

Fleischfresser entwickeln trotz der größeren Sauerstoffmenge, die sie verzehren, nicht mehr Wärme als Pflanzenfresser, weil die Erzeugnisse der Verbrennung bei den eiweißartigen Körpern, Harnstoff, Kohlensäure und Wasser, bei ihrer Entstehung eine geringere Verbrennungswärme lieferten. Fleischfresser erzeugen trotz der weniger verbrennlichen Kost nicht weniger Wärme als Pflanzenfresser, weil der geringeren Verbrennlichkeit eine größere Menge verschwindenden Sauerstoffs das Gleichgewicht hält.

Wie oft wird man die Geschichte von Galilei, der das Wasser im luftleeren Raum aufsteigen ließ, damit kein leerer Raum bleibe, noch erzählen müssen[173]), bevor

jener Tand von Zweckmäßigkeits-Vorstellungen und die falschen Eintheilungen, die sie im Gefolge haben, aus der Wissenschaft verschwinden? Ich hielt es für Pflicht, Liebig's Eintheilung in wärmeerzeugende und nährende Stoffe mit allen Mitteln zu bekämpfen, weil es sich nicht bloß handelt um eine Ansicht, die für die Wissenschaft nicht den allermindesten Werth hat, sondern um eine durchaus verkehrte Anschauung, welche das Wesen der Begriffe: Ernährung, Athmung, Eigenwärme, verdunkelt und entstellt. Ich werde nicht aufhören, die sinnlosen Namen: Athemmittel und Nährmittel, zu bekämpfen, so lange Liebig selbst, im Widerspruch mit sich selber, sich ihrer bedient, so lange er Jünger findet, die sie nachschreiben.

Der Vergleich des Thierkörpers mit einem Ofen[174]), dessen Brennstoffe die Speisen sind, ist nicht nur hinkend, er ist, streng genommen, widersinnig. Beim Thier verbrennt nach und nach der ganze Körper, der Ofen aber verbrennt nicht. Beim Ofen verbrennt nur der Brennstoff, beim Thier die Speise und die Wand, welche sie umschließt. Die Wärme des Ofens ist kein Maaß für seine Thätigkeit, der Ofen ist ein todter Behälter. Der Stoffwechsel dagegen, der das Leben fristet, in dem das ganze Leben aufgeht, wird durch die Eigenwärme gemessen.

Wärme ist nicht bloß eine Folge, sie ist innerhalb bestimmter Grenzen auch ein Maaß des Lebens.

Bei faſtenden Menſchen und Thieren iſt Stoffwechſel vorhanden, ſo lange das Leben fortdauert. Denn bis zum Eintreten des Hungertodes wird Sauerſtoff aufgenommen, der die Gewebe zu Auswurfsſtoffen verbrennt. Es wird Sauerſtoff eingewechſelt gegen Kohlenſäure, Waſſer und Harnſtoff. Aber nur Sauerſtoff, keine Nahrung. In Folge deſſen ſtockt die Blutbildung, die Verwandlung des Bluts in Gewebe verzögert ſich und hierdurch wird auch die Rückbildung verlangſamt. Hungernde Menſchen athmen weniger Kohlenſäure aus, wie ſie weniger Harnſtoff entleeren. Die Menge des ſtickſtoffhaltigen Harnſtoffs, die von einem Faſtenden ausgeſchieden wird, iſt nicht größer, als die in derſelben Zeit von einem Menſchen gelieferte, der nur ſtickſtofffreie Nahrung zu ſich nimmt (Frerichs).[175]) Der Stoffwechſel iſt verzögert, und da die Wärme eine Folge des Stoffwechſels darſtellt, ſo iſt auch dieſe herabgedrückt. Bei Säugethieren und Vögeln hat die Wärme des Körpers im Augenblick des Hungertodes um mehr als ſechszehn Grad abgenommen (Choſſat).

Während eines ruhigen Schlafs bei der Nacht muß weniger ausgeſchieden werden als an einem arbeitſam verlebten Tage. In der Ruhe und um Mitternacht wird weniger Wärme erzeugt. Der Wärmegrad folgt der Bewegung des Stoffwechſels.

Das Umgekehrte von Hunger und Ruhe ſind kräftige

Koſt und flinke Arbeit. Eine Maus, die wegen ihres kleinen Körpers viel mehr Wärme ausſtrahlt, weil im Vergleich zu großen Thieren die Oberfläche im Verhältniß zum Körperinhalt größer iſt, ſteht nach den Meſſungen von Hunter und Pallas im Wärmegrad ihres Körpers dem Menſchen nicht nach[171]), weil ſie für gleiches Körpergewicht in gleichen Zeiten ungefähr achtmal ſoviel Nahrung aufnimmt, als der Menſch[176]). Durch die reichliche Nahrung wird der kleine Körper befähigt, dem Verluſt entſprechend, mehr Wärme zu erzeugen.

Anhaltende Bewegung ſteigert nach Davy die Wärme des Körpers, wie ſie nach Vierordt, Laſſaigne und Gerlach die Menge der ausgeſchiedenen Kohlenſäure erhöht. Und wenn wir durch von Bärenſprung's genaue Meſſungen wiſſen, daß die höchſte Wärme im menſchlichen Körper um die elfte Vormittagsſtunde vorhanden iſt[177]), ſo denken wir gewiß mit Recht an die größere Lebhaftigkeit, welche die Friſche des Morgens in dem Getümmel der Kinder und in den Leiſtungen Erwachſener hervorruft.

Wärme entſpricht der Leiſtung des Arms und des Hirns. Helmholtz hat uns gelehrt, daß ſelbſt die kleinen Froſchmuskeln durch ihre Zuſammenziehung meßbar an Wärme zunehmen, wenn auch nicht ganz um ein Fünftel Grad. Das Denken erhöht nach Davy[160]) die Wärme ebenſo gut, wie es allbekannt iſt, daß es

Hunger erweckt. In den angestrengten Nachtwachen, in denen das Hirn gebärt, was am Tag die Sinne zeugten, beschleicht den Forscher unzeitiger Hunger, der ihn zwingt im Gedanken eine Bewegung des Stoffs zu erkennen.

Die körperliche Bewegung darf ein gewisses Maaß nicht überschreiten, sonst hemmt sie den Athem. Dann wird auch nach Nasse die Wärme weniger erhöht [178]). Und wenn die Bewegung an Ruhe grenzt, wie beim Fahren im Wagen, dann soll die Wärme sogar um etwas herabgedrückt werden (Davy); beim Fahren wird der Verlust an Wärme durch die wechselnden Luftschichten, die mit dem Körper in Berührung kommen, vergrößert.

Im Allgemeinen übertreffen die Vögel an Wärme die Säugethiere, diese die Lurche und Fische. Aber die Schleihe athmet in gleicher Zeit für gleiches Körpergewicht nur ein Viertel soviel Kohlensäure aus als der Frosch, der Frosch nach meinen sehr zahlreichen Untersuchungen nur ein Drittel bis halb soviel wie der Mensch, und die Taube beinahe neunmal soviel wie die Menschen.

Es giebt eine Krankheit, die durch den Uebergang von Zucker in den Harn ausgezeichnet ist: die sogenannte Zuckerharnruhr. In dieser Krankheit ist die Wärme des Körpers vermindert (Bouchardat) [179]). Eine Reihe von Thatsachen spricht dafür, daß dieser Harnzucker als ein Erzeugniß der Rückbildung betrachtet werden darf,

welches auf einer niederen Verbrennungsſtufe ſtehen geblieben iſt.[180])

Ueberall finden wir Einklang zwiſchen Wärme und Stoffwechſel, und darum durfte ich die Wärme ein Maaß des Lebens nennen.

Aber dieſer Ausdruck hat im ſtrengen Sinne nur Geltung, wenn man die erzeugte Wärmemenge, die wahre Eigenwärme in Betracht zieht. Er hört auf wahr zu ſein, wenn wir von dem Wärmegrad des Körpers ausgehen. Die wahre Eigenwärme iſt diejenige, welche im Körper erzeugt wird. Der Wärmegrad, und leider kennen wir nur dieſen, iſt ein Ergebniß von Wärmeentwicklung und Wärmeverluſt.

Darum waltet kein einfaches gerades Verhältniß zwiſchen dem gegebenen Wärmegrad und der Schnelligkeit des Stoffwechſels, wenn wir beide Größen in mathematiſcher Strenge mit einander vergleichen.

Wenn gar keine Wärme dem Körper verloren ginge, dann dürften wir die Eigenwärme betrachten als den Unterſchied zwiſchen dem Wärmegrad von Thieren und Pflanzen und dem Wärmegrad der Luft oder des Waſſers, die ſie beherbergen.

Allein Pflanzen und Thiere verlieren beſtändig Wärme durch Ausſtrahlung und Verdunſtung, durch Auflöſung und Luftwechſel. So oft ein Salz ſich in den Flüſſigkeiten des Körpers auflöſt, wird Wärme gebunden, und

um ſo mehr, je größer die Menge des Waſſers iſt, die zur Auflöſung verwandt wird (Perſon).[181])

Ein Regenſchauer wirkt doppelt abkühlend auf die Pflanzenwelt, inſofern das eingedrungene Waſſer die Salzlöſungen in der Pflanze verdünnt und die Verdunſtung an der Oberfläche ſteigert. Dagegen iſt die Benetzung der Zellwände mit einer Verdichtung von Waſſer verbunden und hierdurch wird etwas Wärme frei.

Uebertrifft der Verluſt die Entwicklung der Wärme, dann kann der Wärmegrad eines lebenden Weſens unter den des umgebenden Mittels, unter den von Luft und Waſſer herabſinken. Wir ſind nicht berechtigt, daraus zu ſchließen, daß die Eigenwärme fehlte. Pflanzen und Lurche ſind ſehr häufig in Folge der kräftigen Verdunſtung an ihrer Oberfläche kälter, als die umgebende Luft. Schneiden wir die Verdunſtung ab, indem wir die Pflanze oder den Froſch in einen mit Waſſerdampf geſättigten Raum bringen, dann ſehen wir den Wärmegrad ſich über den der Luft erheben (Dutrochet). Dieſes Mehr wird von der Pflanze, vom Froſche entwickelt.

Abnahme der Verdunſtung vermindert auch den Wärmeverluſt. Es iſt bekannt, daß eine Salzlöſung, vermöge der Verwandtſchaft des Salzes zum Waſſer, das letztere langſamer verdunſten läßt, als reines Waſſer. Der Schiffsführer Bligh, der nebſt achtzehn Getreuen von ſeinem aufrühreriſchen Schiffsvolk in einem kleinen

Boote dem Meere preisgegeben ward, fand kein Mittel beſſer, ſich und die Seinigen zu erwärmen, wenn ihre Kleider vom Regen durchnäßt waren, als das Eintauchen der Kleidungsſtücke in Seewaſſer und nachheriges Ausdrücken derſelben. Statt Regenwaſſer enthielten dann die Kleider Salzwaſſer. Zunächſt ward dadurch die Verdunſtung beſchränkt, und indem das Salz die Haut reizte und das Blut in dieſe reichlicher einſtrömte, wurde jenen Verlaſſenen die Empfindung verurſacht, als hätten ſie trockene Kleider angelegt.[182])

Wenn der Verluſt an Wärme raſcher abnimmt als die Menge, die erzeugt wird, dann kann bei einem langſameren Stoffwechſel ein höherer Wärmegrad vorhanden ſein, als man erwarten dürfte, wenn das Leben durch den Wärmegrad und nicht durch die Eigenwärme gemeſſen würde.

Durch dieſen Zuſammenhang wird es auf die natürlichſte Weiſe erklärt, daß nach den Meſſungen von Bärenſprung's die Wärme der Greiſe die des erwachſenen Mannes übertrifft[183]). Der Stoffwechſel nimmt im höheren Alter ab und zwar die Einnahmen noch ſtärker als die Ausgaben. Allein die trockene Haut läßt weniger verdunſten und dadurch wird der Wärmeverluſt in höherem Grade gemäßigt als die Verbrennung verzögert wird.

Ebenſo verhält es ſich mit den Fällen, in welchen

bei Frauen eine höhere Wärme beobachtet wird, als bei Männern. Der Stoffwechsel, und ganz besonders die Athmung, steht an Lebhaftigkeit den gleichen Vorgängen beim Manne bedeutend nach. Dem entsprechend fand auch Nasse die Wärme der Frauen geringer, als die der Männer. Von Bärensprung dagegen hat einen geringen Unterschied zu Gunsten der Frauen beobachtet. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß dies nur in einem geringeren Wärmeverlust bei den Frauen begründet sein kann. Indem die Frauen weniger ausathmen und weniger Harn in vierundzwanzig Stunden verlieren, als die Männer, scheiden sie auch weniger Wasser aus, das ihr Körper erst auf eine Wärme von siebenunddreißig Grad erhoben hat. Und das Fettpolster, das den weiblichen Körper in der Regel reichlicher deckt, schützt als schlechter Wärmeleiter die unter der Haut liegenden Theile vor einer zu raschen Abgabe durch Ausstrahlung.

Für gleiches Körpergewicht athmen Kinder mehr Kohlensäure aus als Erwachsene. Es wird also auch in einer gegebenen Zeit mehr Stoff bis zu dieser Endstufe verbrannt. Ueberdies wächst ein Kind nur deshalb, weil die Menge der Nahrung die der Ausgaben übertrifft. Allein die Gewebebildung, die sogenannte Ernährung im engeren Sinne, beruht selbst auf einer langsamen Verbrennung der Blutstoffe. Im kindlichen Alter ist also eine doppelte Steigerung erzeugter Wärme gegeben. Da-

her ist das Kind wärmer als der Erwachsene, trotzdem daß der kleine Körper im Vergleich zu seinem Inhalt mehr Wärme ausstrahlt als der große. Schlagender läßt es sich nicht darthun, daß der Wärmegrad eines Körpers kein strenges, einfaches Maaß des Stoffwechsels ist. Kinder und Greise, die hinsichtlich der Lebhaftigkeit ihres Stoffumsatzes an den entgegengesetzten Grenzen stehen, zeigen nach den Messungen von Bärensprung's in der Wärme ihres Körpers die größte Uebereinstimmung. Beide übertreffen den Erwachsenen. Während aber beim Greise der Verlust an Wärme noch mehr herabgedrückt ist als die Erzeugung, ist umgekehrt beim Kinde die Entwicklung noch mehr gesteigert, als der durch Ausstrahlung bedingte Verlust.

Wenn kleine Thiere, Sperlinge, Grünfinken, ebenso warm sind wie Tauben und Falken (Pallas)[184], obgleich jene mehr Wärme verlieren als diese, so ist es klar, daß sie in demselben Verhältniß mehr Wärme erzeugen müssen. Die herrliche Arbeit von Regnault und Reiset hat uns gelehrt, daß Sperlinge und Grünfinken beim Athmen zehnmal mehr Sauerstoff verbrauchen als Hühner. Und daß die Wärme der Eidechsen trotz dem kleineren Körper und größerer Oberfläche nach den Messungen von Rudolphi und Czermak bedeutend größer ist, als die des Wasserfrosches[185], kann uns nicht in Erstaunen setzen, wenn wir durch die Bemü-

hungen der oben erwähnten französischen Forscher erfahren, daß die beweglichen Eidechsen für gleiches Körpergewicht zwei- bis dreimal mehr Sauerstoff verzehren, als die trägen Frösche.[186])

Von den Ursachen des Wärmeverlusts, die in Verbindung mit den Quellen der Wärme nicht die erzeugte Eigenwärme, sondern den Wärmegrad als ein unmittelbar Gegebenes hervorbringen, haben wir bisher die Verdunstung, die Ausstrahlung und die Auflösung in Wasser kennen gelernt. Zu diesen Vorgängen, die eine Abnahme der Wärme bedingen, gesellt sich noch die Zersetzung, namentlich diejenige, die wir als das gerade Gegentheil der Verbrennung betrachten müssen, die Sauerstoffverarmung.

In der allerneuesten Zeit haben es die Versuche von Thomas Woods bewiesen, daß die Zersetzung eines zusammengesetzten Körpers von einem Wärmeverlust begleitet ist, welcher an Größe der durch Verbindung derselben Körper erzeugten Wärme gleichkommt.[187])

Die Verwandlung der Fettbildner in Fett besteht in einer Ausscheidung von Sauerstoff. Wenn Stärkmehl oder Zucker in Buttersäure, wenn die Buttersäure in Oelsäure übergeht, dann nimmt die Sauerstoffmenge der betreffenden Körper ab, und bei dieser Zerlegung, in deren Folge wir Wasserstoff und Kohlensäure im Darmkanal finden, geht ebenso viel Wärme verloren, wie bei einer entsprechenden Verbrennung entwickelt wird.

Sauerstoffverarmung ist wiederum das wesentliche Merkmal der Umbildung von Kohlensäure und Wasser in Zellstoff und Stärkmehl, der Bildung von Holz und Kork, von Fett und Wachs in der Pflanze.

Fettbildung im Thierreich und die Entstehung der allgemein verbreiteten Bestandtheile in der Pflanzenwelt sind also in Bezug auf die Wärme gerade so das Gegentheil der Verbrennung, wie die Entwicklung der Rückbildung entgegengesetzt ist. Die Materie organisirt sich, indem sie Sauerstoff verliert, und dadurch ist ein Verlust an Wärme bedingt. Auf der anderen Seite gehen Rückbildung, Verbrennung und Wärmeerzeugung mit einander Hand in Hand.

Buttersäure enthält weit mehr Sauerstoff im Verhältniß zum Kohlenstoff und Wasserstoff, als die Oelsäure. Es ist hiernach klar, daß die Buttersäure, um Kohlensäure und Wasser zu liefern, weniger Sauerstoff aufnimmt als die Oelsäure. Und hieraus folgt, daß wenn Buttersäure ebenso viel Kohlensäure und Wasser giebt, wie ein entsprechendes Gewicht der Oelsäure, im letzteren Falle durch die Verbrennung mehr Wärme erzeugt wurde, als durch die Verbrennung der Buttersäure.

Umgekehrt wird weniger Wärme verloren, wenn der Zucker sich nur in Buttersäure verwandelt, als wenn die Sauerstoffverarmung bis zur Bildung von Perlmutterfettsäure oder Talgsäure fortschreitet, welche beide durch

einen viel geringeren Sauerſtoffgehalt vor der Butterſäure ausgezeichnet ſind.

Wo ſo viel Urſachen der Erzeugung und der Abgabe von Wärme zuſammenwirken, da kann begreiflicher Weiſe von einer genauen Berechnung des Antheils jedes einzelnen Gliedes nicht die Rede ſein. Um zu beſtimmen, wie viel Wärme erzeugt wurde, müßten wir bei einem Thiere nicht nur wiſſen, wie viel Sauerſtoff aufgenommen, wie viel Kohlenſäure, Waſſer und Harnſtoff ausgeſchieden wird, ſondern auch aus welchen Stoffen die Kohlenſäure, das Waſſer und der Harnſtoff hervorgingen, wie viel Eiweiß in Gewebe verwandelt, wie viel und welche Salze im Körper gebildet, wie viel Waſſer verdichtet, wie viel Kohlenſäure in den Flüſſigkeiten des Leibes gelöſt wurde. Und wären wir im Beſitze aller dieſer Thatſachen, dann würden wir den Wärmegrad im einzelnen Fall nur unter der Bedingung befriedigend herleiten können, wenn wir ebenſo, wie die Wärmequellen, auch die einzelnen Wärmeausgaben zu beſtimmen vermöchten. Wir müßten die Wärme kennen, um welche Ausſtrahlung und Verdunſtung, Luftwechſel, Auflöſung und Zerſetzung den Körper berauben.

Stärkmehl verwandelt ſich im Thierkörper in Gummi*), Gummi in Zucker. Die letztere Verwandlung

*) Dextrin.

beruht auf einer Verbindung des Gummis mit Waſſer. Der Zucker zerfällt in Milchſäure, die Milchſäure in Butterſäure, Kohlenſäure und Waſſerſtoff. Nach und nach verwandelt ſich die Butterſäure im menſchlichen Körper in Oelſäure und Perlmutterfettſäure [188]). Aber dieſe Fettſäuren enthalten weniger Sauerſtoff als die Butterſäure, die Butterſäure wieder weniger als Milchſäure. Wenn alſo im menſchlichen Körper aus Stärkmehl Fett entſteht, dann iſt bis zur Zuckerbildung eine Aufnahme von Waſſer, eine chemiſche Verbindung, eine Quelle von Wärme gegeben. Von der Bildung der Butterſäure an, iſt der Vorgang durch Sauerſtoffverarmung bezeichnet. Die Butterſäure enthält mehr Sauerſtoff als die Perlmutterfettſäure, und die Perlmutterfettſäure wieder mehr als die Oelſäure. Die Entſtehung aller dieſer Säuren iſt alſo begleitet von einem Wärmeverluſt. Aber ſie ſelbſt verbrennen ſpäter allmälig zu Kohlenſäure und Waſſer. Wo wäre hier an eine Rechnung zu denken, die vorausſetzen würde, daß wir wüßten, wie viel Stärkmehl in Zucker, wie viel Zucker in Fett verwandelt wurde? Wie ſoll man im einzelnen Falle beſtimmen, wie viel von jeder einzelnen Fettſäure aus dem Zucker hervorging, wie viel von jeder einzelnen zu Kohlenſäure und Waſſer verbrannt wurde? Und alle dieſe Zahlen, die unſerer Rechnung entgehen, wären nöthig, um zu beſtimmen, welchen Antheil wir Einer

einzigen Reihe von stofflichen Vorgängen an dem Wärmegrad des Körpers zuschreiben müssen.

So weit also ist es entfernt, daß die Versuche von Dulong und Despretz, um zu bestimmen, wie viel Wärme die Bildung von Kohlensäure und Wasser im Thierkörper erzeugen kann, „die Frage nach dem Ursprung der thierischen Wärme in befriedigender Weise „gelöst hätten“ [189]), daß wir vielmehr auf dem jetzigen Standpunkt unserer Kenntnisse jenen Versuchen alles Vertrauen versagen müßten, wenn sie wirklich gelehrt hätten, daß die erzeugte Wärme der Thiere als reine Verbrennungswärme zu betrachten ist.

Wir begegnen hier einem von den vielen Fällen, in welchen der Wechsel des Lebens sich nicht in Zahlen bannen läßt. Nicht etwa weil die Vorgänge des Lebens nichts gemein hätten mit den Zahlen des Mechanikers, oder weil der Stoff sich in lebenden Wesen den Gesetzen des Zählens und Wägens entzöge. Allein die Rechnung hat es mit so vielen veränderlichen Größen zu thun, deren Wachsthum und Abnahme sich im einzelnen Fall nicht genau bestimmen lassen, daß wir der scharfen Berechnung des Endergebnisses entsagen müssen. So weit können wir die Rechnung führen, daß uns der Wärmegrad als ein Ausdruck stofflicher Vorgänge erscheint, herzuleiten aus Erzeugung und Verlust. Damit ist der Grundsatz der Rechnung gewahrt. Die Rechnung wäre im einzel-

nen Fall auszuführen, wenn wir die einzelnen Angaben fesseln könnten, die sich im Flusse des Lebens verlieren. Wenn ich nicht weiß, wie viel Stärkmehl im Thierkörper in Buttersäure übergeht, dann kann ich den Einfluß, den dieser Vorgang auf die Wärme ausübt, aus demselben Grunde nicht bestimmen, aus dem ich die Höhe eines Thurms nicht finden kann, dessen Entfernung von meinem Standort mir unbekannt wäre. Die Rechnung ist in beiden Fällen möglich im Begriff, sie scheitert nur an äußeren Hindernissen der Ausführung. Es gehört zu den wesentlichsten Erkenntnissen in der Lehre des Lebens, die Grenzen der Unüberwindlichkeit solcher Hindernisse zu überschauen. Denn diese Erkenntniß sichert uns vor einem Spiel mit mathematischen Formeln, die nur dann der Einsicht den Ernst und die Festigkeit der strengsten aller Wissenschaften verleihen, wenn die Formeln eine getreue Uebersetzung enthalten der Erscheinungen des schwankenden Lebens.

Um den Wärmegrad des menschlichen Körpers nach seinen Ursachen in eine Formel einzukleiden, würden wir einen höchst zusammengesetzten Ausdruck mit lauter veränderlichen Größen erhalten. Darin liegt es, daß wir zwar im Allgemeinen sagen können, die Wärme steigt mit der Kraft des Stoffwechsels und fällt, wenn Verdunstung und Ausstrahlung zunehmen, ohne daß der Wärmegrad genau Schritt hält mit irgend einem der

Vorgänge, die den Stoffwechsel zusammensetzen und ordnen. Darum ist die Wärme kein stetiges Maaß für Athmung und Ernährung, für Ruhe und Arbeit, sie befolgt kein gerades Verhältniß mit Tag und Nacht, mit Sommer und Winter, mit Alter und Geschlecht. Und dennoch hängt sie nach festen Gesetzen von jedem dieser Glieder ab. So kommt es denn, daß Säugethiere von manchen gleich großen Vögeln nicht um ebenso viel in der Eigenwärme übertroffen werden, wie an Lebhaftigkeit des Athmens [190]). Der Wärmegrad würde nur dann, wenn alle übrigen Verhältnisse völlig gleich wären, genau der Kraft der Athmung entsprechen.

Bei den Thieren, bei welchen der Verlust die Erzeugung der Wärme übertrifft, kann, wie wir oben sahen, der Wärmegrad des Körpers unter den der umgebenden Mittel herabsinken. Zwei Klassen der Thiere jedoch, die Vögel und die Säugethiere mit Einschluß der Menschen, sind dadurch ausgezeichnet, daß der Wärmegrad ihres Körpers innerhalb sehr enger Grenzen schwankt und beinahe ganz unabhängig zu sein scheint von der äußeren Wärme. Man hat daher Menschen, Säugethieren und Vögeln einen beständigen Wärmegrad zugeschrieben, durch welchen sie sich von den Lurchen und Fischen unterscheiden. Und weil der Wärmegrad der ersteren auch durch die höchste Kälte kaum herabgedrückt wird, so lange die betreffenden Thiere in Bewegung bleiben, hat man die

Säugethiere und Vögel auch als warmblütige Thiere den Lurchen und Fischen gegenübergestellt.

Jene Beständigkeit der Wärme des lebenden Körpers bei Menschen, Säugethieren und Vögeln gehört allerdings zu den merkwürdigsten Naturerscheinungen, denen wir in der Lehre vom Leben begegnen. Es ist klar, daß dieselbe nur erzeugt werden kann durch ein gewisses Gleichgewicht zwischen der Entwicklung und der Abgabe von Wärme.

Wenn im Winter viel mehr strahlende Wärme verloren geht, als im Sommer, so ist auf der anderen Seite in der kalten Jahreszeit der Verlust durch Verdunstung um so geringer und durch die größere Lebhaftigkeit des Stoffwechsels wird viel mehr Wärme erzeugt. Im Sommer aber wird nicht nur mehr Wasser von der Haut verdunstet, weil die umgebende Luft wärmer ist, sondern namentlich auch deshalb, weil die Haargefäße der Haut durch Wärme erweitert sind und also die Haut selbst reichlicher mit Blutflüssigkeit getränkt wird. Je feuchter aber die Haut ist, desto mehr Wasserdampf wird sie bei warmer Witterung in die Luft entweichen lassen.[191])

Am Eingang des vierten Briefs habe ich ein Abkühlungsmittel erwähnt, dessen sich die Bergneger in Guinea bedienen, indem sie eine Pflanze an ihrer Hausthüre pflegen, welche sehr reichlich Wasser verdunsten läßt. Die Schnitter und Kohlenträger in Pennsylvanien benützen ihren eigenen Körper, um diese Verdunstung zu bewirken.

Sie trinken täglich ſo viel, daß die Menge des in vierundzwanzig Stunden von ihrer Haut entweichenden Waſſers ein Sechstel, ja ein Fünftel ihres Körpergewichts betragen ſoll [192]). Aber auch alles Waſſer, das auf anderen Wegen, durch Nieren und Lungen, den Körper verläßt, wird beim Menſchen bis auf ſiebenunddreißig Grad erwärmt und entzieht alſo, indem es abgeht, dem Körper Wärme [193]). Und darum iſt es Bedürfniß im Sommer und in warmen Gegenden, ſo wie bei angeſtrengter Arbeit, den Durſt reichlich zu löſchen.

Ueberhaupt nimmt die Nahrung unter den Mitteln, durch welche der Körper ſeine Wärme regelt und einen annähernd beſtändigen Wärmegrad erhält, eine äußerſt wichtige Stelle ein. Weil in kalten Himmelsſtrichen und im Winter das Athmen lebhafter erfolgt als in warmer, ſchwüler Luft, wird auch im Norden mehr Nahrung verarbeitet als im Süden. Und weil für ein gleiches Gewicht ausgehauchter Kohlenſäure mehr Sauerſtoff verſchwindet, wenn es aus Fett und Eiweiß hervorging, als aus Zucker und Stärkmehl, wird auch bei kalter Luft beſonders viel fettes Fleiſch verzehrt, während wir im Sommer uns begnügen mit Früchten, Wurzeln und Gemüſen, in denen die Fettbildner vorherrſchen. Der Thran und Talg, den die Grönländer und Samojeden verzehren, ſtehen mit der Wärmeerzeugung in einer ebenſo nahen Beziehung, wie Reis und Hirſe bei den Be-

wohnern der ſtillen Südſee. Nahrung, Athmung und Wärme ſind drei Glieder in der Kette des Lebens, die ſich zwar keineswegs unbedingt decken, die aber doch nur in ſehr geringer Breite auseinander gehen können, ohne daß daraus ein Nachtheil für das Leben erwächſt. Wenn der Otahitier die Brodfrucht als tägliche Nahrung mit dem Schweinefleiſch vertauſchen wollte, ſo könnte die Athmung der Verdauung, falls dieſe gehörig von Statten ginge, nicht nachkommen, es entſtände ein Mißverhältniß zwiſchen der Bildung des Bluts und der Entwicklung der Gewebe, zwiſchen Aufnahme und Ausſcheidung, ebenſo wie der Kamtſchadale die in ſeinem Klima erforderliche Wärme nicht erzeugen könnte, wenn er ſeinen Fiſch durch Reis erſetzen wollte. Das ſind die Beziehungen der Nothwendigkeit in den Bedingungen unſeres Beſtehens, in denen kurzſichtige Augen allweiſe Abſichten erblicken. Aber der Grund iſt niemals weiſer als die Folge, und die Folge kann der inneren Zweckmäßigkeit des urſächlichen Bandes nicht zuwider ſein.

Am Schluſſe dieſes Briefes darf ich es wiederholen ohne Furcht vor einem Mißverſtändniß, daß die Eigenwärme des Körpers dem Stoffwechſel entſpricht, wie ſie erliſcht, wenn mit dem Tode der Stoffwechſel aufhört. Darum iſt das Sinken der Wärme bei herannahendem Tode eine ſo gefürchtete Erſcheinung. Sie iſt das ſicherſte Anzeichen von Lähmung der ſtofflichen Bewegung, die

der Inbegriff des Lebens ist. Ein Thier erliegt dem Hungertode nicht, bevor es vier Zehntel seines Körpergewichts und mehr als ein Drittel seiner Wärme verloren hat.

Die Wärme ist umgekehrt zum Leben nothwendig, ohne deshalb die Ursache des Lebens zu sein. Sie ist nur insofern ein oberstes Maaß und eine Bedingung des Lebens, als sie nicht unter gewisse Grenzen hinabsinken kann, ohne daß der Stoffwechsel auf lebensgefährliche Weise beeinträchtigt ist. Ohne Wärme ist die Bewegung des Stoffs nicht möglich. Will man Thiere, die bedroht sind vom Hungertode, retten, dann muß man nach Chossat nicht bloß für Nahrung, sondern zuallererst für Wärme sorgen. Denn die Verdauung stockt, wenn die Wärme zu sehr vermindert ist, mit der Verdauung stocken Blutbildung, Ernährung und Ausscheidung. Es fehlt der Stoffwechsel, der die Wärme des Leibes regelt. Man muß also von außen den Körper in den Zustand versetzen, in welchem die stoffliche Bewegung möglich ist. Mit dem Stoffwechsel kehren Wärme und Leben zurück.

Fünfzehnter Brief.

Die allmälige Entwicklung des Stoffs.

Mit allem menſchlichen Wiſſen hat es eine eigene Bewandtniß. Heute ſind wir überglücklich unter dem ergreifenden Eindruck, mit welchem uns der Reichthum geordneter Thatſachen erfüllt, und morgen belächeln wir genügſam das oberſte Ergebniß der Forſchung als ein uraltes Beſitzthum, das ſich von ſelbſt zu verſtehen ſchien.

Der Bauer, der ſein Pferd füttert mit dem Hafer, den er ſelbſt gebaut, und des Pferdes Auswurf ſeinem Acker zum Dünger einverleibt, kennt den Kreislauf des Stoffs in ſeinen Grundzügen ebenſo gut wie der Naturforſcher, der alle Gabe der Beobachtung und das von Thatſachen genährte Denken der Lehre vom Stoffwechſel widmet. Und die allgemeinſte Wahrheit, die ſich aus dem Leben des Bauers aufdrängt, iſt gewiß nicht darum zu verſchmähen, weil ſie auf ſo einfachem Wege gefunden, geſchaut wurde.

Allein der Bauer, der weiß, daß ſein Hafer genährt

wird von Acker und Regen und Luft, daß sein Pferd gedeiht vom Hafer und der Acker fruchtbar wird vom Dünger, hat doch in alle diese Vorgänge keine tiefere Einsicht, als der Staatsmann, der sich begnügt mit dem Glauben, daß Gott die Welt regiert, oder ein Naturforscher, der sich dazu verstehen könnte zu lehren, daß Gott dem verlängerten Mark seinen Einfluß auf den Herzschlag verliehen. In allen diesen Fällen übergiebt man seinen Sinn und seinen Verstand einer entfernten Ursache, unbekümmert um die Zwischenglieder, durch welche der Acker, der Hafer, der Dünger ihre letzte Wirkung erzielen. Man erfährt bei diesem Verfahren nicht, ob etwa unkörperliche Kräfte den Hafer und das Pferd beleben, man weiß nicht, ob der Dünger ein Zaubermittel für den Acker ist und schreibt vielleicht dem Regen nur die Eigenschaft zu, die Blätter zu waschen. Eine entfernte Ursache, durch eine Kluft von Ahnungen von der letzten Wirkung geschieden, ist nicht besser als ein errathener Zweck, zu welchem ein von Thatsachen entfesselter Hochmuth die Mittel zu verordnen wagt.

Darum ist doch ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Schauen des Lebens und dem Wissen der Forschung, und unsere Freude über den Fund, den wir mühselig erobern mit Feuer und Wage, wird wohl bescheidener, aber nicht weniger begeistert, weil uns jeder Bauer das Endziel zeigt, das unsere Untersuchungen erstrebten.

Für den Kreislauf des Stoffs, auf den ich die obige Bemerkung bezog, hat die Wissenschaft das Höchste dadurch geleistet, daß sie tiefer drang, als die Beobachtung von Dünger, Futter und Vieh auf Feld und Wiese führen konnte, indem sie dem Entwicklungsleben des Stoffs zu folgen unternahm. Gleichviel wie weit die ersten Bemühungen fruchteten, den Namen Senebier, Tiedemann und Gmelin gebührt für immer die tiefste Ehrfurcht für den Muth, mit dem sie sich der schwierigen Aufgabe unterzogen, oft ohne viel versprechende Aussicht auf Erfolg. Senebier, durch seine Arbeiten über die Ernährung der Pflanzen, Tiedemann und Gmelin durch ihre Untersuchungen über die Verdauung, sind bewußt oder unbewußt die Begründer der neuen Weltanschauung, zu der sich die Encyclopädisten mit ihren kühnen Seherſprüchen nicht unähnlich verhielten, wie der Ueberblick des Bauers zur Einsicht des Naturforschers, der den Muth hat, die letzte Folgerung zu ziehen.

Ammoniak, Kohlensäure und Wasser nebst wenigen Salzen, das ist die ganze Reihe von Stoffen, aus denen die Pflanze ihren Leib aufbaut. Unter stetiger Verarmung an Sauerstoff sahen wir aus jenen einfachen Verbindungen Eiweiß und Gummi sich bilden, zwei Körper, welche die Pflanzensäfte auflösen und deshalb an die verschiedensten Gegenden, durch Stengel, Blätter und Früchte führen können. Aus dem Eiweiß bilden sich

andere eiweißartige Körper, Erbſenſtoff, Pflanzenleim und geronnenes Pflanzeneiweiß, von welchen die beiden letzteren ungelöſt in den Samen abgelagert werden. Das Gummi verwandelt ſich in Stärkmehl und Zellſtoff, welche dieſelben Gewichtstheile derſelben Grundſtoffe nur in anderer Ordnung enthalten. Ein Theil des Gummis nimmt Waſſer auf und geht in Zucker über. Aber die Ausſcheidung des Sauerſtoffs dauert immer noch fort. Aus dem Zellſtoff entſtehen Holzſtoffe und Kork, aus dem Stärkmehl Fett und Wachs.

Eiweiß, Zucker und Fett ſind die organiſchen Bauſtoffe des Thiers. Das Blut der Thiere iſt eine Löſung von Eiweiß und Fett, von Zucker und Salzen. Höher und höher ſchreitende Aufnahme von Sauerſtoff verwandelt das Eiweiß in Faſerſtoff der Muskeln, in die leimgebenden Grundlagen der Knochen und Knorpel, in den Stoff der Haut und der Haare. Mit Fett und Salzen bilden dieſe Körper den ganzen Thierleib.

Wir ſind der Entwicklung Schritt vor Schritt gefolgt, von Erde, Luft und Waſſer bis zur Schöpfung der wachſenden und denkenden Weſen. Die ſchaffende Allmacht iſt die Verwandtſchaft des Stoffs. Manche Stufen, auf denen wir den Stoff erkannten, ſind noch breit genug, um vielerlei Umwege zu geſtatten. Die Erforſchung derſelben iſt das Streben der Gegenwart. Nur die Richtung der Bewegung des Stoffs iſt ſo weit deutlich,

daß jene Umwege keinem Irrgarten angehören können, sondern einem weiten Felde, das überall Früchte trägt, wo es nicht gebricht an Fleiß und Muth, es zu bebauen.

Ebenso wie jene vorwärts schreitende Neubildung, ist auch die Rückbildung als ein stetiger Entwicklungsvorgang erkannt. Eiweiß, Zucker und Fett zerfallen in der Pflanze in Basen und Säuren, in Farbstoffe, flüchtige Oele und Harze, in Stickstoff, Kohlensäure und Wasser, in den Thieren in Fleischstoff und Fleischbasis, in Harnoxydul*) und Harnsäure, in Ameisensäure und Kleesäure, in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser. Harnstoff zerlegt sich außerhalb des Körpers in Kohlensäure und Ammoniak.

Vermöge des Lebens selbst kehren Pflanzen und Thiere zu ihrer Quelle wieder. Alles löst sich auf in Ammoniak, Kohlensäure, Wasser und Salze. Eine Flasche mit kohlensaurem Ammoniak, mit Chlorkalium und phosphorsaurem Natron, mit Kalk und Bittererde, Eisen, Schwefelsäure und Kieselerde ist begrifflich der vollendete Lebensgeist für Pflanzen und Thiere.

Nach dem Tode ist die Rückbildung eine nicht minder regelmäßige Entwicklung als im Leben. Der Stoff gleitet nur anderen Stufen entlang seinem Untergange zu.

Die Verwesung ist nichts Anderes als eine langsame Verbrennung der organischen Stoffe, die außerhalb des

---

*) Hypoxanthin.

lebenden Körpers stattfindet. Sie ist die Fortsetzung des Athmens nach dem Tode. Vermoderung ist eine langsame Verwesung.

Wenn das Zerfallen des organischen Stoffs nicht in einer Aufnahme von Sauerstoff begründet ist, sondern in einer Zersetzung von Körpern, deren Grundstoffe sich bei der Zersetzung zu neuen Verbindungen mit einander vermischen, dann nennt man den Vorgang nach Liebig Fäulniß.

In der Mehrzahl der Fälle wirken Verwesung und Fäulniß zusammen, wenn abgestorbene Pflanzen und Thiere der Rückbildung anheimfallen.

Aus den stickstoffhaltigen Körpern, die man unter dem Namen der eiweißartigen Stoffe vereinigt, gehen auf diesem Wege zwei stickstoffhaltige Bestandtheile hervor, die sich schon durch ihre Fähigkeit zu krystallisiren als Rückbildungsstoffe ausweisen. Der eine von diesen Stoffen wurde zuerst in faulendem Käse beobachtet; er läßt sich in weißen krystallinischen Blättchen erhalten und wird deshalb auch Käseweiß *) genannt. Der andere, welcher reichlicher aus faulendem Horn hervorgeht, krystallisirt in seidenglänzenden, blendend weißen Nadeln; ich will ihn deshalb Hornglanz **) nennen.

---

*) Leucin.

**) Tyrosin.

Käseweiß und Hornglanz unterscheiden sich von den eiweißartigen Körpern durch ihren höheren Sauerstoffgehalt. Sie können deshalb auch durch Mittel, welche die Verbrennung begünstigen, aus den eiweißartigen Verbindungen hervorgebracht werden.

Das Käseweiß entsteht nicht bloß aus eiweißartigen Körpern und aus Horn, sondern auch aus leimgebenden Gebilden; Hornglanz dagegen nur aus Horn und aus Eiweißstoffen. Statt des Hornglanzes entsteht aber aus den leimgebenden Gebilden ein anderer Körper, der noch mehr Sauerstoff enthält als Käseweiß und Hornglanz, der Leimzucker.

Hornglanz enthält mehr Sauerstoff als das Käseweiß. Behandelt man Horn mit einem die Verbrennung begünstigenden Mittel, dann entsteht Käseweiß vor dem Hornglanz. Man darf den letzteren als ein Erzeugniß der Verwesung des Käseweißes betrachten.

Neben Hornglanz, Käseweiß und Leimzucker wird aus den betreffenden Stoffen bei der Fäulniß und Verwesung auch Ammoniak gebildet. Die Menge des Ammoniaks nimmt immer zu. Wenn es nicht an Basen fehlt, verbindet sich zuletzt aller Stickstoff mit Wasserstoff, und der ganze Stickstoffgehalt des Eiweißes, des Horns und Leims, des Käseweißes, des Hornglanzes und Leimzuckers geht in dem Ammoniak auf, das sich bei der Fäulniß entwickelt.

Während das Ammoniak den Stickstoff der thierischen und pflanzlichen organischen Körper enthält, findet man den Kohlenstoff und Wasserstoff zum Theil in Säuren, die sich in allen wesentlichen Eigenschaften an die Fettsäuren anschließen, vor den gewöhnlichen aber durch ihre Flüchtigkeit und einen höheren Sauerstoffgehalt ausgezeichnet sind. Zu diesen Säuren gehören die Ziegensäure*) und Schweißsäure**), die Käsesäure†) und Baldriansäure, die Buttersäure und Buttereſſigsäure††), die Eſſigsäure und Ameisensäure. Jede folgende übertrifft in dieser Reihe die vorige im Sauerstoffgehalt, und daher sind diese Säuren ebenso viele Uebergangsglieder, welche die schließliche Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser einleiten.

Käseweiß zerfällt zum Beispiel, wenn es mit Kali geschmolzen wird, in Ammoniak, in Baldriansäure und Wasserstoff (F. Bopp).

Durch die schönen Arbeiten von Bopp und Hinterberger, von Guckelberger und Keller, die alle in den letzten Jahren auf Liebig's Anregung unternommen wurden, sind wir befreit von der unvermittelten Thatsache, daß Menschen, Thiere und Pflan-

*) Caprinsäure.

**) Caprylsäure.

†) Capronsäure.

††) Metacetonsäure, Propionsäure.

zen bei der Fäulniß in Ammoniak, in Kohlensäure und Wasser übergeführt werden [194]). Wir kennen diese Stoffe jetzt als Endglieder eines Entwicklungsvorgangs, in welchem Käseweiß und Hornglanz, Leimzucker und flüchtige Fettsäuren als Zwischenstufen auftreten.

Ammoniak, Kohlensäure und Wasser enthalten den Stickstoff und Kohlenstoff, den Wasserstoff und Sauerstoff der eiweißartigen Verbindungen, des Horns und des Leims. Aber alle diese Körper enthalten auch Schwefel, ein Theil der Eiweißstoffe und die Haare außerdem noch Phosphor.

Schwefel und Phosphor werden bei der Fäulniß gleichfalls ihrem organischen Zusammenhang entrissen.

Der Schwefel tritt, anfangs mit Ammoniak verbunden, als Schwefelammonium auf. Durch organische Säuren, die neben dem Schwefelammonium durch die Fäulniß eiweißartiger Körper entstehen, wird Schwefelwasserstoff aus dem Schwefelammonium ausgetrieben. Dieser Schwefelwasserstoff bedingt zu einem großen Theil den üblen Geruch faulender Stoffe.

Phosphorwasserstoff ist das Erzeugniß der Fäulniß von Eiweißkörpern, in welchem der Phosphor wiederkehrt. Der Phosphorwasserstoff ist ein Gas, das sich an der Luft entzündet und durch den matten Schein, der bei der Verbrennung entsteht, den Unkundigen als Irrlicht über Kirchhöfen schreckt.

Nur wenn die Luft bei der Zersetzung stickstoffhaltiger Stoffe von Pflanzen und Thieren den freiesten Zutritt hat, dann kann sich der Phosphor in Phosphorsäure verwandeln. Die Verwesung herrscht dann über die Fäulniß vor, und in Folge dessen verbindet sich der Phosphor mit Sauerstoff.

Der Schwefelwasserstoff wird durch Alkalien in Schwefelkalium übergeführt. Schwefelkalium aber verwest an der Luft. Unter stets fortschreitender Aufnahme von Sauerstoff verwandelt es sich nach und nach in saures unterschweflichtsaures, in schweflichtsaures und zuletzt in schwefelsaures Kali.

Wenn die Verwesung unter den günstigsten Verhältnissen ihr Endziel erreicht, dann sind die Eiweißkörper und Horngebilde, die federkräftigen Fasern und die leimgebenden Gewebe in Ammoniak und Wasser, in Kohlensäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure zerlegt.

Nicht minder allmälig als die Fäulniß und Verwesung der stickstoffhaltigen Körper geschieht das Zerfallen der stickstofffreien Bestandtheile, der Fette und Fettbildner nach dem Tode.

Das bekannte Ranzigwerden der Fette beruht allemal auf einer Verwesung, in deren Folge sauerstoffärmere und kohlenstoffreichere Fette in kohlenstoffärmere und sauerstoffreichere Fettsäuren übergeführt werden. Diese Fettsäuren sind flüchtig. Sie besitzen einen stechenden Geruch.

Im Käſe kennt Jedermann dieſe Umwandlung, die ſogar bis zu einer gewiſſen Grenze eingetreten ſein muß, wenn der Käſe ſeinen beliebten würzigen Geſchmack haben ſoll. Im Käſe weiden wir uns ſo gut wie manche Thiere an einem Erzeugniß der Verweſung. Der Oelſtoff und das Perlmutterfett*) des Käſes verwandeln ſich unter ſtets fortſchreitender Aufnahme von Sauerſtoff in Ziegenſäure, Schweißſäure und Käſeſäure, in Baldrianſäure und Butterſäure.

So geſchieht es bei der Verweſung der Fette überhaupt. Verdorbenes Gänſefett und verdorbenes Schweinefett enthalten ſo gut Käſeſäure und Butterſäure wie ranzige Butter. Im Schweineſchmalz hat Chevreul ſogar etwas Eſſigſäure gefunden.[195])

Bei dieſer Verweſung ſcheint immer auch Kohlenſäure gebildet zu werden. Kolbe, dem wir die genialſten Forſchungen verdanken über die Geſetze, nach welchen die Materie zerfällt, hat die Baldrianſäure zerlegt in Kohlenſäure und in einen Kohlenwaſſerſtoff, der durch Aufnahme von Sauerſtoff in Butterſäure überging. Butterſäure iſt in der Reihe der flüchtigen Fettſäuren, in welcher man die Stoffe nach ihrem wachſenden Sauerſtoffgehalt auf einander folgen läßt, diejenige, welche zunächſt der Baldrianſäure vorangeht.

---

*) Margarin.

Eſſigſäure und Ameiſenſäure ſind die ſauerſtoffreichſten Körper, welche auf dieſem Wege aus der Verweſung hervorgehen können, ſo lange die Verbindungen noch Waſſerſtoff enthalten. Aber die Eſſigſäure und Ameiſenſäure ſelbſt zerfallen zuletzt in Kohlenſäure und Waſſer.

Während die flüchtigen Fettſäuren die Mittelglieder ſind, welche von den feſten Fetten zu Kohlenſäure und Waſſer führen, begegnen wir auf den Mittelſtufen der Verweſung der Fettbildner den organiſchen Säuren der Dammerde.

Zellſtoff, Stärkmehl, Zucker, die Holzſtoffe liefern bei der Verweſung Dammſäure*), Torfſäure**), Erdſäure***), Quellſäure und Quellſatzſäure neben Kohlenſäure und Waſſer. Unter jenen Säuren iſt die Torfſäure am ärmſten an Sauerſtoff. Dann folgen Dammſäure, Erdſäure, Quellſatzſäure und Quellſäure. Fortſchreitende Verweſung verwandelt alſo jede vorhergehende Säure in die nächſtfolgende, die Torfſäure in Dammſäure, Dammſäure in Erdſäure und ſo fort. Darin iſt es begründet, daß man der Torfſäure ſo ſelten begegnet (Mulder).

Auch die eiweißartigen Körper können durch Verweſung in die Säuren der Dammerde verwandelt werden.

---

*) Huminſäure.

**) Ulminſäure.

***) Geinſäure.

Neben Dammsäure, Quellsatzsäure und Quellsäure entsteht dann Ammoniak. Ammoniak ist diejenige Basis, zu welcher die Säuren der Dammerde die innigste Verwandtschaft haben (Mulder).

Wenn die Dammsäure und die übrigen Glieder dieser Reihe im Erdreich verweilen, ohne von den Pflanzen aufgenommen zu werden, dann schreitet bei gehörigem Zutritt der Luft die Verwesung immer weiter fort. Die Quellsatzsäure und die Quellsäure, die ihre Namen dem Auftreten in Quellwasser verdanken, zerfallen zuletzt in Kohlensäure und Wasser. Alle jene Säuren enthalten nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. In Verbindung mit Sauerstoff gehen sie deshalb auf in Kohlensäure und Wasser.

Die Verwesung verwandelt sich in Vermoderung, wenn eine Wassersäule den Zutritt der Luft erschwert. Darum zerfällt das Holz, das in Sümpfen sein organisches Gefüge verliert, nicht in Kohlensäure und Wasser, sondern in Kohlensäure und Sumpfgas. Das Sumpfgas ist eine Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff, die keinen Sauerstoff enthält.

Unter günstigen Bedingungen verwest das Sumpfgas. Der Kohlenwasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff und die Enderzeugnisse des Zerfalls sind wieder Kohlensäure und Wasser.

Ich habe bisher nur die wichtigsten Uebergangsstufen

in meine Schilderung aufgenommen, welche die Bestandtheile von Pflanzen und Thieren bei der Fäulniß und Verwesung zurücklegen, bevor sie vollends zerfallen in Ammoniak, in Kohlensäure und Wasser, in Phosphorsäure und Schwefelsäure. Man würde indeß irren, wenn man die erwähnten für die einzigen Uebergangsglieder halten wollte, welche die Gewebebildner mit den Endstufen des Zerfalls verbinden.

Die von mir gewählten Mittelstufen sind nur am besten bekannt und wirklich durch die natürlichen Vorgänge der Fäulniß und Verwesung zur Beobachtung gekommen. Andere Uebergangsglieder hat man wahrgenommen, indem man trockne Hitze auf die organischen Körper einwirken ließ. Allein diese trockne Hitze, die sogenannte trockne Destillation ist nach Liebig's hübschem Vergleich nichts Anderes, als eine Verbrennung im Innern eines Stoffs, bei welcher sich ein Theil des Kohlenstoffs auf Kosten des eigenen Sauerstoffs des betreffenden Körpers verbrennt, während nebenher wasserstoffreiche Verbindungen gebildet werden [196]). Die Folge der trocknen Hitze ist eine unvollständige Verwesung, sie läßt sich mit der Vermoderung vergleichen.

Aus diesem Gesichtspunkt verdienen die Erzeugnisse der trocknen Hitze nicht bloß die Beachtung des Scheidekünstlers, der es sich zur Aufgabe macht, alle Veränderungen des Stoffs unter den verschiedensten Verhältnissen

zu erforschen, sondern ebenso die Aufmerksamkeit desjenigen, dem es um die Gesetze des natürlichen Zerfalls der organisirten Materie zu thun ist. So haben wir es den Bemühungen Anderson's zu verdanken, daß wir als Erzeugnisse der Knochen, die trockner Hitze unterworfen wurden, eine Reihe von flüchtigen Basen kennen, die nur aus Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Unter diesen Basen finden wir zunächst denselben Körper, der auch im stinkenden Gänsefuß entdeckt worden*), ferner die Holzgeistbasis**) und die Butterfettbasis †). Von diesen Basen ist die letztgenannte im Vergleich zum Stickstoffgehalt am reichsten an Kohlenstoff und Wasserstoff, die Holzgeistbasis die ärmste, während die Gänsefußbasis in der Mitte steht. Nach Anderson's Untersuchungen scheint auch die Weingeistbasis††), welche die Lücke zwischen der Holzgeistbasis und der Gänsefußbasis ausfüllt, unter den Stoffen, welche die trockne Hitze aus Knochen hervorbringt, nicht zu fehlen.[197])

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese stickstoffhaltigen Basen, welche selbst die größte Aehnlichkeit mit dem Ammoniak besitzen und deshalb von Wurtz auch zusammengesetzte Ammoniakarten genannt werden,

*) Propylamin.

**) Methylamin.

†) Butylamin oder Petinin.

††) Aethylamin.

als Uebergangsglieder von der leimgebenden Grundlage der Knochen zu Ammoniak, zu Kohlensäure und Wasser zu betrachten sind. Unter diesen Uebergangsgliedern steht aber offenbar dasjenige dem ursprünglichen Gewebebildner am nächsten, das im Verhältniß zum Stickstoff am meisten Kohlenstoff und Wasserstoff enthält, also die Butterfettbasis.

Butterfettbasis, Gänsefußbasis, Weingeistbasis, Holzgeistbasis bilden eine fortlaufende Reihe, in welcher jedes spätere Glied von dem nächst vorhergehenden um einen Wenigergehalt von gleichviel Kohlenstoff und Wasserstoff verschieden ist. Ebenso folgen sich die stickstofffreien flüchtigen Säuren, die Ziegensäure, die Schweißsäure, die Käsesäure und die Buttersäure, denen sich noch die Butteressigsäure, die Essigsäure und Ameisensäure anschließen. In dieser Reihenfolge nehmen Kohlenstoff und Wasserstoff ab, während der Sauerstoff zunimmt. Der Scheidekünstler nennt die Körper, welche jenen Reihen angehören, gleichartige Stoffe. *)

Die Erkenntniß solcher und ähnlicher Reihen schließt uns das Verständniß für die allmälige rückgängige Bewegung auf, welche die organischen Stoffe von Pflanzen und Thieren in Bestandtheile des Luftgürtels verwandelt. Beinahe täglich mehren sich die Zwischenstufen, welche uns dieses

*) Homologe Verbindungen.

Entwicklungsleben des Stoffs beleuchten. Und es kann nicht fehlen, unſere wiſſenſchaftlichen Errungenſchaften der letzten Jahre, der letzten Monate weiſen immer deutlicher darauf hin, daß wir zuletzt alle dieſe Mittelglieder in ebenſo natürliche Reihen werden einordnen können, wie ſchon jetzt die flüchtigen Fettſäuren, die flüchtigen Baſen und die Säuren der Dammerde.

Hier, wie bei der Rückbildung im Leib von Pflanzen und Thieren, begegnen wir demſelben Geſetze. Wir ſehen die organiſchen Stoffe um ſo deutlicher ausgeprägte baſiſche und ſaure Eigenſchaften annehmen, je tiefer die Stufe des Zerfallens liegt, auf der ſie ſich befinden. Der organiſche Stoff verwandelt ſich zuletzt in Kohlenſäure, Schwefelſäure, Phosphorſäure und Ammoniak. Nur das Waſſer behauptet überall das mittlere Verhalten, vermöge deſſen es bald die Rolle einer Baſis, bald die einer Säure ſpielen kann (H. Roſe).

Im Eingang dieſer Entwicklung *) habe ich bemerkt, daß der Stoff nach dem Tode anderen Stufen entlang als im Leben ſeinem Untergange zugleitet. Man darf dies nicht ſo verſtehen, als wenn die hier beſprochenen Uebergangsglieder niemals im Leben vorkämen. Lernten wir doch ſchon eine der oben erwähnten flüchtigen Baſen im ſtinkenden Gänſefuß kennen. Frerichs und Städe-

*) Seite 265.

ler haben Käseweiß *) und Hornglanz **) in der Leber kranker Menschen nachgewiesen [198], Scherer fand Käseweiß in der Milz, und Virchow denselben Körper nicht bloß in der Leber, sondern bei sehr verschiedenen Krankheiten in reichlicher Menge in der Bauchspeicheldrüse [198a]. Liebig endlich berichtet in seinen Briefen, daß man Käseweiß in den Flüssigkeiten der Leber des Kalbes gefunden habe. [199])

Unter ungewöhnlichen Verhältnissen treten die Stoffe, die sonst nur aus Fäulniß und Verwesung oder aus einer Gährung hervorgehen, auch im lebenden Körper auf, und zwar in reichlicher Menge. Frerichs hat kürzlich eine Arbeit vollendet, die ein glänzendes Denkmal ist für die Erfolge, welche die Lehre der Krankheiten erzielen kann, wenn sie von einem durch und durch gebildeten Naturforscher mit ebenso beharrlichem als fruchtbarem Geiste gepflegt wird. Die Vergiftung des Bluts in einem Nierenleiden, das den Namen Bright berühmt gemacht hat, ist darin begründet, daß der Harnstoff im Blut eine Gährung erleidet, welche denselben in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt, gerade so wie es sonst mit entleertem Harnstoff geschieht. Das kohlensaure Ammoniak häuft sich so im Blute an, daß es in die ausgeathmete Luft

---

*) Leucin.

**) Tyrosin.

übergeht, in der es mit den einfachſten Hülfsmitteln nachgewieſen werden kann. Durch Einſpritzung einer Löſung von kohlenſaurem Ammoniak in das Blut von Hunden konnte Frerichs alle dieſelben Vergiftungszufälle erzeugen, welche die Bright'ſche Nierenkrankheit lebensgefährlich machen.[200])

Nach dem Tode, wie im Leben, giebt der Sauerſtoff der Luft den weſentlichen Anſtoß zur Rückbildung. Verweſung, Vermoderung, Athmung ſind langſame Verbrennungsvorgänge, in welchen der Sauerſtoff unmittelbar auf den zerfallenden Körper einwirkt oder vielmehr das Zerfallen bedingt, indem er ſich mit dem urſprünglichen Körper verbindet.

Es giebt aber eine Reihe von Fällen, in welchen der Sauerſtoff mittelbar in einem Körper Zerſetzung hervorruft, indem er ſich mit einem andern verbindet.

Wenn ein Gemenge von Käſeſtoff und Butter der Luft ausgeſetzt wird, dann erleidet der Käſeſtoff eine Umſetzung, welche vom Sauerſtoff eingeleitet wird. Der Käſeſtoff zerfällt dabei erſt in Käſeweiß, welches nachträglich zu Baldrianſäure und Butterſäure verbrannt wird. Während ſich auf dieſe Weiſe der Käſeſtoff umſetzt, iſt aber nicht etwa ruhiges Gleichgewicht in den feinſten Stofftheilchen der Fette der Butter vorhanden. Dieſe Fette beſtehen aus Verbindungen verſchiedener Fettſäuren, der Oelſäure, der Perlmutterfettſäure, der Ziegen-

säure, der Schweißsäure, Käsesäure und Buttersäure mit Oelsüß *). Man bezeichnet diese Verbindungen als Oelstoff **), Perlmutterfett ***), Ziegenfett ****), Schweißfett †), Käsefett ††) und Butterfett †††). In Folge der Zersetzung des Käsestoffs werden jene Verbindungen in die betreffenden Fettsäuren und in Oelsüß zerlegt. Dadurch werden die flüchtigen Fettsäuren, Ziegensäure, Schweißsäure, Käsesäure, Buttersäure in Freiheit gesetzt, der Käse bekommt seinen eigenthümlich scharfen Geschmack.

Bei diesem Vorgang verbinden sich die Erzeugnisse der Zersetzung des Käsestoffs nicht mit denen der Spaltung der Fette. Wir haben es, nach einer von Liebig mit genialstem Scharfsinn durchgeführten Auffassung, mit einer Bewegung der feinsten Stofftheilchen des Käsestoffs zu thun, die sich auf die Fette überträgt. Und darin, daß dies geschieht, ohne daß sich die Erzeugnisse der beiden Stoffe mit einander verbinden, sucht Liebig das Hauptmerkmal der Gährung.

---

*) Glycerin.
**) Elain.
***) Margarin.
****) Caprinin.
†) Caprylin.
††) Capronin.
†††) Butyrin.

So geschieht es auch bei der weinigen Gährung, die darin besteht, daß ein in Zersetzung begriffener Körper seine Bewegung auf Traubenzucker überträgt, so daß dieser in Weingeist und Kohlensäure zerfällt. In dem Bewegung erregenden Körper wird die Umsetzung, die den Anstoß zur Gährung giebt, durch Sauerstoff erzeugt. Dieser Gährung erregende Körper heißt Hefe.

Wenn die Milch sauer wird, so ist es wiederum mittelbar der Sauerstoff der Luft, welcher das Zerfallen bedingt. Der Sauerstoff setzt die Bestandtheile des Käsestoffs in Bewegung. Diese Bewegung pflanzt sich fort auf den Zucker der Milch. Der Milchzucker nimmt selbst keinen Sauerstoff auf. Er verwandelt sich erst in Milchsäure, welche aus ebenso viel Gewichten Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wie der Milchzucker, besteht. Nur sind die einzelnen Stofftheilchen in der Milchsäure anders als im Milchzucker gelagert. Schreitet der Einfluß des in Bewegung begriffenen Käsestoffs fort, dann verwandelt sich die Milchsäure in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff. Hat man aus der Milch durch Kochen den Sauerstoff entfernt, dann kann man dieselbe länger aufheben, ohne daß sie sauer wird. Es fehlt dann eben der Stoff, der den Käsestoff in Bewegung setzt.

Bei allen diesen Gährungen, die wir als besondere Fälle der Rückbildung nach dem Tode oder nach der Aus-

ſcheidung aus dem Körper zu betrachten haben, wirkt der Sauerſtoff mit. Er verändert den Gährungserreger, die ſogenannte Hefe. Dieſe Veränderung iſt nicht möglich ohne eine Bewegungserſcheinung. Die Bewegung pflanzt ſich auf andere Stoffe fort, die ſich ſelbſt nicht mit dem Sauerſtoff verbinden.

Je höher die Miſchung des Stoffs iſt, je verwickelter die Zuſammenſetzung, deſto leichter wird das Gleichgewicht zwiſchen den Anziehungen der einzelnen Theilchen geſtört, deſto leichter entſteht Bewegung. Darum iſt Gährungsfähigkeit ein Vorrecht organiſcher Stoffe.

Dieſes leicht zu erſchütternde Gleichgewicht, die Beweglichkeit der feinſten Stofftheilchen, welche die organiſchen Stoffe auszeichnet, iſt die Urſache des Lebens nach dem Tode.

Schon eine Reihe von Mittelgliedern, welche die Eiweißkörper und die Fettbildner bei ihrem Untergang mit Ammoniak, mit Kohlenſäure und Waſſer verbindet, die Säuren der Dammerde, ſind als die wichtigſten Träger erneuten Lebens zu betrachten.

Auch in dem lebenden Körper von Pflanzen und Thieren waltet in der Mehrzahl der Fälle eine Bewegung der feinſten Stofftheilchen, die ſich von einem Beſtandtheil auf andere überträgt. Die Stoffe, welche dieſe Bewegung im höchſten Grade und mit der fruchtbarſten Wirkung zeigen, ſind die eiweißartigen oder eiweißähnlichen Körper.

Dammsaures, quellsaures, quellsatzsaures Ammoniak sind aber die Bestandtheile der Ackererde, die sich am leichtesten in Eiweiß verwandeln. Indem die Pflanze quellsatzsaures Ammoniak dem Boden entzieht, wird also gleich die Wurzel mit dem Stoffe bereichert, den wir hier nicht sowohl Hefe, nicht Gährungserreger, sondern Lebenserwecker nennen dürfen.

Verwesung und Fäulniß sind nicht eher zu Ende, bis aller organische Stoff verwandelt ist in Ammoniak, in Kohlensäure und Wasser. Dann sind auch die anorganischen Salze aus dem organischen Zusammenhang ausgeschieden.

In demselben Augenblick ist aber der Stoff befähigt zum Träger neuen Lebens zu werden. Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Salze vereinigt, sind vollkommene Nahrungsmittel der Pflanze, die keiner besonderen Weihe bedürfen, um Eiweiß, Zucker und Fett, um Pflanzen, Thiere, Menschen zu bilden.

Nicht auf die Großartigkeit dieses Kreislaufs wünschte ich hier den Blick zu lenken, sondern auf die Verhältnisse, durch welche der Kreislauf erst seine ganze stofflich herrschende Bedeutung erhält. Mit Recht giebt sich der Zergliederer nicht damit zufrieden, die fertige Form zu kennen, so wie sie in erwachsenen Pflanzen und Thieren gegeben ist. Die beharrlichsten Forschungen haben ihn vielmehr dazu geleitet, die Entwicklung der feinsten Form-

beſtandtheile, das Werden des inneren Gefüges, die Entſtehung des Werkzeugs zu verfolgen. Der Naturkundige, der, ſeine Aufgabe begreifend, die Lehre vom Leben als die Chemie und Phyſik von Pflanzen und Thieren betrachtet, erforſcht auf gleiche Weiſe das Entwicklungsleben des Stoffs. Auf dem Gebiet der Form und auf dem der Miſchung iſt noch unendlich viel zu thun, bevor man alle Sproſſen der beiden mit ihren Spitzen zuſammentreffenden Leitern betreten haben wird, unter deren Bilde man ſich die vorwärtsſchreitende und die rückgängige Entwicklung vorſtellen kann.

Dafür aber, daß die Entfaltung des Stoffs nach beiden Richtungen ohne Sprünge geſchieht, daß fortſchreitende Entziehung des Sauerſtoffs die einfachſten Körper ganz allmälig organiſirt, während dieſe nachher in ebenſo ſtetigem Entwicklungsgang vom Sauerſtoff dem vollſtändigen Zerfall entgegengeführt werden, dafür liegen ſo ſichere Beweiſe vor, daß ein ſtoffliches Glaubensbekenntniß im heutigen Augenblick keiner inhaltsſchweren Ahnung, keinem kühnen Seherſpruch, ſondern einer tief begründeten Ueberzeugung gleichzuſetzen iſt.

Wer vor der letzten Folgerung erſchrickt, ſoll nicht forſchen, er ſoll glauben. Und fühlt ſich Jemand vom Glauben nicht befriedigt, ſo forſche er getroſt, er wird den Muth des Wiſſens finden. Das Bewußtſein dieſer Trennung macht aber jede Vermittlung unmöglich und

dadurch jede Feindschaft. Denn wer heute weiß und morgen glaubt, der ist weder heute, noch morgen ein ganzer Mensch, er ist im Kampfe nicht ebenbürtig. Zwischen Gläubigen und Forschenden ist aber kein Zusammenstoß möglich, denn sie gehen wissend entgegengesetzte Wege.

Sechszehnter Brief.

Der Stoff regiert den Menschen.

„Ein Haupthinderniß, weswegen die Deutschen im „Allgemeinen ihre Sprache nicht so leicht und fließend „reden, als andere Nationen, liegt in der Gebundenheit „der Zunge, welche mehrentheils von dem Genuß der „vielen Vegetabilien und fetten Speisen herkommt. Frei„lich haben wir hier zu Lande nichts Anderes zu ge„nießen, allein Mäßigkeit und Vorsicht können dabei „vieles thun und helfen.“ [201])

So läßt sich der alte Zelter an Göthe vernehmen, ein Mann, dem es Niemand streitig machen wird, daß er seine Anschauungen mit herzerfreuender Frische schöpfte aus dem derben Marke fruchtbarer Erfahrung. Die Naturwissenschaft ist kaum so weit, über Zelter's Erklärung ein Urtheil sprechen zu können. Nur das ist nicht zu bezweifeln, daß fette Speisen, um zu zerfallen, einer größeren Sauerstoffmenge bedürfen als Fettbildner. Bei einer gegebenen Größe der Lungen muß aber vom

Stoff des Körpers um so weniger umgesetzt werden, je mehr dieser Stoff, um zu verbrennen, Sauerstoff erfordert. Rascher Stoffwechsel dagegen macht geschmeidige und lebhafte Bewegungen möglich. Insofern nun Stimme und Sprache zuletzt von der Bewegung der Muskeln des Kehlkopfs, der Zunge und des Antlitzes beim Oeffnen des Mundes abhängen, dürfte wohl fetter Kost ein größerer Nachtheil auf den Fluß der Rede und die Leichtigkeit des Gesanges zugeschrieben werden müssen, als pflanzlicher Nahrung.

Aber gesetzt auch diese Erklärung wäre noch lange nicht zureichend und Zelter's Beobachtung reihte sich den vielen Erscheinungen an, deren regelrechte Ableitung aus einer vorher erzählten Thatsache noch nicht gelingt, so thut das dem Vertrauen, das die Erfahrung überhaupt verdient, nicht den mindesten Abbruch. Es verhält sich dann damit wie mit der Furcht der Sänger vor Nüssen und Mandeln, die noch einen weiteren Grund haben muß, als daß die feinen Theilchen jener Früchte leicht in die Stimmritze gelangen und dadurch eine nachtheilige Wirkung auf die Stimmbänder äußern.

Ich wollte nur an diese Erfahrungen, die dem Volksbewußtsein mehr oder minder geläufig sind, anknüpfen, um überhaupt zu zeigen, wie sehr unsere Zustände bedingt werden durch den Stoff, den wir von außen zuführen.

Viele Mitglieder auch der älteren Geſchlechter haben es längſt auf der Schulbank erfahren, daß Kochſalz zum Lebensunterhalt nothwendig ſei, daß alle Völker, durch eine innere Nothwendigkeit getrieben, Kochſalz als einen Speiſezuſatz oder ſalzreiche Nahrung genießen, bevor man wußte, daß die Bildung des Knorpels ohne Kochſalz nicht möglich iſt. Und auch jetzt, wo man es weiß, daß man das Kochſalz aus dem eben angeführten Grunde als Knorpelſalz zu betrachten hat, dürften nur Wenige im Volk eine Ahnung davon haben, wie tief man durch die einfache Zufuhr von Kochſalz die Beſchaffenheit des Körpers umzuſtimmen vermag.

Ein vermehrter Genuß von Kochſalz hat nicht nur eine Zunahme des Salzgehalts und namentlich des Kochſalzes ſelbſt im Blut zur Folge, ſondern zugleich eine Bereicherung an Blutkörperchen, eine Verminderung des Waſſers (Poggiale) und eine Verarmung an Faſerſtoff (Naſſe)[202]). Jene Verminderung des Waſſergehalts im Blut bedingt den Durſt nach ſtark geſalzener Koſt.

Obgleich Schrenk gefunden hat, daß die Menge des Eiweißes, die im Magenſaft gelöſt wird, durch den Zuſatz von Kochſalz nicht vermehrt wird[203]), haben doch Lehmann und Frerichs wiederholt eine Beſchleunigung der Verdauung des Eiweißes in Folge kleiner Zuſätze von Kochſalz beobachtet[204]). Und dieſe

Beobachtung findet die leichteste Erklärung darin, daß Frerichs durch die Einwirkung des Kochsalzes eine vermehrte Speichelabsonderung, Bardeleben und Frerichs eine gesteigerte Ansammlung des Magensafts wahrgenommen haben. [205])

Da nun der Speichel die Verdauung der Fettbildner einleitet, indem er Stärkmehl in Zucker umwandelt, da ferner der Magensaft die wichtigste Flüssigkeit ist, durch welche Auflösung der Eiweißkörper bewirkt wird, so ist es klar, daß mäßige Kochsalzgaben die Verdauung befördern müssen.

Bousſingault hat uns gelehrt, daß Stiere, deren Futter mit Kochsalz vermischt war, ein besseres Ansehen, ein glattes glänzendes Haar bekommen, daß sie lebhafter sind ohne schwerer zu werden [206]). Demnach erleidet die Ernährung, die Entwicklung der Gewebe den Einfluß des Kochsalzes ebenso gut wie die Verdauung und das Blut.

Eine vermehrte Absonderung des Samens gab sich in Bouſſingault's Versuchen dadurch kund, daß bei den Stieren die Lust zu bespringen erhöht war. Ein vermehrter Uebergang vom Kochsalz in das Blut erhöht auch den Kochsalzgehalt im Speichel und Magensaft.

Bei reichlicher Zufuhr von Kochsalz nimmt die Menge des Stickstoffs zu, welche das Athmen durch Haut und

Lungen dem Körper entzieht (Barral, Regnault und Reiset) [207]). Und das vermehrte Zerfallen stickstoffhaltiger Gewebebildner verräth sich zugleich durch eine gesteigerte Ausfuhr von Harnstoff (Barral).

Wenn die Darreichung eines so einfachen Stoffs wie das Kochsalz, einer Verbindung, die nur aus Chlor und Natrium besteht, so tief eingreift in die Zustände des Körpers, wenn wir von Becquerel und Lehmann lernen, daß reichliches Wassertrinken genügt, um die Ausscheidung von Harnbestandtheilen beträchtlich zu steigern [208]), dann werden wir uns wahrlich nicht wundern, daß eine bedeutendere Veränderung der Nahrung in dem ganzen Bereiche des Stoffwechsels ihren Einfluß geltend macht.

Es ist ein irriger Ausspruch, wenn wir bei Liebig lesen: „Brod und Fleisch oder vegetabilische und anima„lische Nahrung wirken in Beziehung auf die Funktionen, „welche die Menschen mit den Thieren gemein haben, auf „einerlei Weise, sie erzeugen in dem lebendigen Leibe die„selben Produkte.“ [209])

Man könnte versucht sein, hieraus abzuleiten, daß es hinsichtlich der Nahrung gleichgültig sei für den Menschen, ob er sich den Fleischfressern oder den Pflanzenfressern zugesellt. Allein das glaubt Liebig selbst nicht. „Darin „liegt offenbar der hohe Werth“, heißt es an einer anderen Stelle, „den das ganze Fleisch als Nahrungsmittel

„besitzt; Heu und Hafer, Kartoffeln, Rüben, Brod brin„gen im lebendigen Leibe Blut und Fleisch hervor, aber „keines von allen diesen Nahrungsmitteln wiedererzeugt „Fleisch mit gleicher Schnelligkeit, wie Fleischnahrung und „stellt die in der Arbeit verbrauchte Muskelsubstanz mit „einem gleich geringen Aufwand von organischer Kraft „wieder her.“ [210])

Wie sollten sie auch, da es allgemein bekannt ist, daß Fleisch und Brod eine so wesentlich verschiedene Zusammensetzung besitzen?

Zunächst enthält das Brod in dem sogenannten Kleber ein Gemenge zweier eiweißartiger Körper, von denen der eine als ungelöstes Pflanzeneiweiß, der andere als Pflanzenleim beschrieben wird. Diese beiden Stoffe unterscheiden sich aber von dem Faserstoff des Muskelfleisches dadurch, daß sie schwieriger in den Verdauungssäften aufgelöst werden und weniger Sauerstoff enthalten. Das lösliche Eiweiß, das in dem von Blut und Nahrungssaft getränkten Fleisch vorhanden ist, führt mehr Schwefel als das lösliche Eiweiß des Brodes.

Wichtiger als die Unterschiede zwischen den eiweißartigen Stoffen von Fleisch und Brod, ist der zwischen den Fetten und Fettbildnern, von welchen jene im Fleisch, diese im Brod vorherrschen. Zwar fehlt es im Fleisch nicht an einer Zuckerart, dem von Scherer entdeckten

Muskelzucker *), und im Brode nicht an Fett. Aber während Stärkmehl und Zucker sehr reichlich im Brod vorhanden sind, ist im Fleisch das Fett in bedeutender Menge vertreten.

Stärkmehl und Zucker werden durch die Verdauung erst in Fett verwandelt, sie werden dabei in ihrem Gehalt an Sauerstoff verarmt. Ebenso müssen sich die eiweißartigen Körper des Brodes in die Eiweißstoffe des Bluts umsetzen. Schon dadurch wird es erklärt, daß das Blut des Menschen durch Fleisch rascher erneut wird als durch Brod, und mit dem Blut auch die Muskeln und andere Gewebe.

Um jedoch pflanzliche und thierische Nahrung mit einander zu vergleichen, hat man es mit weit schrofferen Gegensätzen zu thun als mit Fleisch und Brod. Fleisch und Gemüse oder Obst stehen an den äußersten Grenzen in der Reihe der vom Menschen benützten Nahrungsmittel.

Fleisch und Gemüse unterscheiden sich von einander nicht bloß durch die Eigenschaften ihrer Bestandtheile, sondern fast mehr noch durch die Mengenverhältnisse, in welchen die einzelnen Klassen der Nahrungsstoffe in denselben vertreten sind. Das Fleisch enthält in gleichen Gewichtstheilen durchschnittlich vierzigmal soviel eiweißartige Körper als die Gemüse, und in Folge des bedeu-

*) Inosit.

tenden Waſſergehalts der letzteren ſteht auch die Menge der Fettbildner in denſelben hinter dem Fettgehalt des Fleiſches zurück.

Zu dieſen durchgreifenden Unterſchieden geſellt ſich endlich noch eine weſentliche Verſchiedenheit der Salze. Während nämlich im Fleiſch die Baſen, die Alkalien ſowohl wie die Erden, ganz vorzugsweiſe an Phosphorſäure gebunden ſind, ſtehen in den Salzen der Gemüſepflanzen organiſche Säuren im Vordergrunde. Dieſe organiſchen Säuren beſtehen aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff, und zerfallen im Blut durch die Aufnahme von Sauerſtoff in Kohlenſäure und Waſſer. Aepfelſaure, weinſaure, citronenſaure Alkalien werden in kohlenſaure Salze und Waſſer umgewandelt.

Es bedarf wohl nicht der Erwähnung, daß es der ſtofflichen Auffaſſung des Lebens in ſeinen vielgeſtaltigen Erſcheinungen für immer Hohn ſprechen würde, wenn ſich Liebig's Ausſpruch bewährte, daß durch den Wechſel von thieriſcher und pflanzlicher Nahrung „im Leibe des „Menſchen keine in den gewöhnlichen Zuſtänden wahrnehmbare Veränderung der normalen Lebensprozeſſe herbeigeführt wird", daß „vegetabiliſche und animaliſche „Nahrung in Beziehung auf die Funktionen, welche die „Menſchen mit den Thieren gemein haben, auf einerlei „Weiſe wirken, daß ſie in dem lebendigen Leibe dieſelben „Produkte erzeugen." [211])

Die nächste Wirkung äußern Fleiſch und Pflanzenkoſt auf das Blut, und zwar wird ein Unterſchied in der Wirkung beider Nahrungsmittel von Liebig ſelbſt auf's Beſtimmteſte zugegeben [212]). Wir wiſſen durch eine höchſt lehrreiche Unterſuchung Verdeil's, daß bei Fleiſchkoſt im Blut die phosphorſauren Salze vorherrſchen, dagegen die kohlenſauren Salze, wenn die Nahrung in Gemüſen und Kräutern beſteht. [213])

Weil aber die eiweißartigen Stoffe der grünen Pflanzentheile in Eiweiß und Faſerſtoff des Bluts, weil die Fettbildner der Kräuter in Fette umgewandelt werden müſſen, ſo beginnt der Unterſchied in der Wirkung von Fleiſch und Gemüſen nicht etwa erſt beim fertigen Blut, ſondern bereits in der Blutbildung, in der Verdauung. Die Nahrungsmittel werden um ſo leichter und raſcher verdaut, je näher ihre Nahrungsſtoffe mit den Beſtandtheilen des Bluts übereinſtimmen. Fleiſch iſt demnach nicht nur beſſer als Brod, ſondern namentlich auch beſſer als die Gemüſe zur Blutbildung geeignet.

Und dieſer Satz gilt doppelt, wenn wir nicht ſowohl die Eigenſchaften als vielmehr die Mengenverhältniſſe der Nahrungsſtoffe, in beiden Nahrungsmitteln in's Auge faſſen. Daß die Eiweißſtoffe des Bluts durch Fleiſchkoſt eine Zunahme, durch Pflanzenkoſt eine Abnahme erleiden, hat Lehmann bereits vor mehr als zehn Jahren durch Unterſuchungen erwieſen, die er an ſich ſelber an-

ſtellte [214]). Ebenſo hat uns Naſſe gelehrt, daß das Blut nach Fleiſchkoſt einen beträchtlich größeren Fettgehalt führt, als nach pflanzlicher Nahrung. [215])

Alſo die Eiweißſtoffe, das Fett und die Salze geſtalten ſich im Blut je nach der Nahrung verſchieden, und es iſt demnach für das erſte Ergebniß in der Entwicklung der Nahrung nichts weniger als gleichgültig, ob wir Fleiſch oder Gemüſe genießen.

Wenn aber das Blut, das wir als die Mutterflüſſigkeit der Gewebe, der Abſonderungen und Ausſcheidungen des Körpers betrachten müſſen, ſich nach der Nahrung richtet, ſo iſt es klar, daß ſich dieſer oberſte Unterſchied durch alle Vorgänge des Lebens erſtrecken muß. Das allgemeine Gefühl von Wohlbehagen, das wir als Sättigung bezeichnen, iſt durch einen richtigen Ernährungszuſtand der Nerven bedingt. Eine geſunde Eßluſt wird bekanntlich von Fleiſch geſtillt, von Salat aber nicht. Dieſe Verſchiedenheit beruht auf der mangelhaften Ernährung der Nerven beim ausſchließlichen Genuß von Salat, die mangelhafte Ernährung auf einer unvollſtändigen Blutbildung.

Durch den Unterſchied in der Zuſammenſetzung des Bluts begreifen wir die Berichte der Reiſenden über die Muskelkraft der jagenden Indianerſtämme, während die von Obſt und Kräutern lebenden Bewohner vieler Inſeln der ſtillen Südſee nur ſchwache Leiſtungen mit ihren zar-

ten Muskeln vollführen können. Da die Muskeln im Wesentlichen aus einem eiweißartigen Körper, aus Fett und phosphorsauren Salzen bestehen, so müssen derbe Muskeln vorzugsweise aus der Nahrung hervorgehen, die, wie das Fleisch, das Blut reichlich mit Eiweißstoffen, mit Fett und phosphorsauren Salzen versorgt. Diese Versorgung geschieht durch Fleischkost nicht bloß reichlich, sondern auch in günstigen Verhältnissen.

Auch die Absonderungen richten sich nach dem Blut. Stickstoffreiche Nahrung vermehrt nicht nur die Menge der Milch, sondern auch in der Milch die Menge der Butter. Nahrhafte Fleischkost, zumal wenn sie von Fettbildnern, von Reis, Kartoffeln, leichten Mehlspeisen unterstützt wird, bereichert die Milch, während diese verarmen muß beim ausschließlichen Genuß von Obst und Gemüsen.

Ein und dasselbe Thier athmet nach Pflanzenkost mehr Kohlensäure aus als nach dem Genuß von Fleisch. In der pflanzlichen Nahrung sind die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden organischen Körper, die Fettbildner, reicher an Sauerstoff als die Fette der Thierkost. Sie erfordern demnach eine geringere Sauerstoffmenge, um zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen. Wird gleichviel Sauerstoff aufgenommen, dann muß das Fleisch weniger Kohlensäure liefern als die Kräuter.

Der Harn läßt schon durch eine leicht wahrnehmbare Eigenschaft erkennen, ob die Nahrung in Fleisch oder in pflanzlichen Speisen bestand. Bei Fleischfressern ist der Harn sauer, er röthet ein blaues Lackmuspapier, bei Pflanzenfressern ist er alkalisch, er ertheilt dem rothen Lackmuspapier eine blaue Farbe. Und der Unterschied hängt wirklich von der Nahrung ab. Beim Menschen genügt es, ein Gericht von Aepfelmus zu verzehren, um den sauren Harn in einen alkalischen zu verwandeln. Der Harn von Kaninchen wird sauer, wenn man ihnen Fleisch gewaltsam durch den Schlund beibringt oder Fleischbrühe in ihre Adern spritzt (Bernard).

Bei dem ausschließlichen Genuß von Pflanzenkost wird in vierundzwanzig Stunden viel weniger Harnstoff entleert, als wenn die Nahrung nur in Fleisch oder Eiern besteht (Lehmann, Frerichs). Ja, dieser Einfluß spricht sich bei verschiedenen Völkern sogar deutlich aus, je nachdem sie mehr oder weniger Fleisch zu ihrer Mahlzeit verwenden. Franzosen entleeren im Verlauf eines Tages weniger Harnstoff als die Deutschen, und diese werden in der Harnstofferzeugung bedeutend von den Engländern übertroffen. Es läßt sich aber aus genauen Zahlenbelegen ermitteln, daß eine gleiche Anzahl Menschen in London sechsmal soviel Fleisch verzehrt als in Paris. [216])

Ebenso steht es fest, daß die Menge der schwefelsauren

und phosphorsauren Salze im Harn durch Fleischkost zunimmt (Lehmann). Ein Theil der Schwefelsäure und der Phosphorsäure, die in diesen Salzen mit Alkalien und Erden verbunden sind, rührt von verbranntem Schwefel und Phosphor der Eiweißstoffe her; nur zum Theil wurden jene Säuren als solche in den Körper gebracht.

Wenn aber Blut und Gewebe, wenn Milch und Harn und ausgeathmete Luft, wenn mit Einem Worte alle stofflichen Vorgänge des Körpers sich verändern, wenn wir nur von Pflanzen oder nur von Thieren leben, dann werden wir uns nicht darüber wundern, daß ausschließlich dem Pflanzenreich oder dem Thierreich entlehnte Kost auch die Zustände des Menschen beherrscht, die sich in seinem Thun und Lassen offenbaren. Wir werden uns nicht dagegen sträuben können, wenn man die Feigheit und Unselbständigkeit der Hindus mit den Kräutern, von denen sie leben, in Zusammenhang bringt, nachdem uns Haller schon berichtet hat, daß er sich jedesmal über eine gewisse Trägheit und Unlust zur Arbeit zu beklagen hatte, wenn er sich Tage lang auf Pflanzenkost beschränkte. Unter Umständen sagt jedoch ausschließliche Fleischnahrung dem Menschen ebenso wenig zu. Villerms erzählt, daß in dem spanischen Kriege eine Heeresabtheilung, der er selber angehörte, sechs bis acht Tage lang darauf angewiesen war, von Fleisch zu leben. Die Mannschaft

wurde von Durchfall, Magerkeit und einer ganz erſtaunlichen Schwäche befallen. [217])

Trotzdem ſteht es durch zahlreiche Beobachtungen und zum Theil durch Erfahrungen, die in einem großartigen Maaßſtabe gewonnen wurden, feſt, daß der Menſch den Thieren gegenüber eine bevorzugte Stellung ſeiner Fähigkeit verdankt, bald ausſchließlich von Pflanzen, bald nur von Thieren zu leben. So genießen nach Wilkes die Indianer des Oregongebiets zu manchen Jahreszeiten beinahe nur Wurzeln, deren mehr als zwanzig meiſt wohlſchmeckende Arten dort einheimiſch ſind. Weil die Wurzeln zu verſchiedenen Jahreszeiten reifen, ziehen die Bewohner von der einen Wurzelgegend in die andere [218]). In Malabar, wo der Glaube an das Wandern perſönlicher Seelen noch hauſt, wo man Krankenhäuſer für die Thiere hat und Ratten in Tempeln auffüttert, iſt das Tödten von Thieren verboten, und ebenſo beſchränken ſich die Peguaner aus Aberglauben auf Pflanzenkoſt. Heiße Gegenden, in denen das Athmen langſamer von Statten geht, machen vorherrſchende Pflanzennahrung häufig zum Bedürfniß. Viel häufiger aber zwingt die Noth zu ausſchließlichem Fleiſchgenuß. Neu-Holland und van Diemensland, deren Pflanzenwelt ſich nach Leſſon auszeichnet durch trockne, harte, ſchmale, magere Blätter, welche in den traurigen Wäldern die Dürre des Bodens wiederſpiegeln, iſt ſo arm an nahrhaften

Früchten und Wurzeln, daß die Einwohner beinahe auf Fleischspeisen beschränkt sind. Es ist allgemein bekannt, daß Kamtschadalen und Isländer, Lappländer und Samojeden einen großen Theil des Jahres nur von Fischen leben können. Die Jäger in den Prairien Amerikas nähren sich ausschließlich mit Büffelfleisch.

Wer aber hieraus mehr ableiten wollte, als die große Biegsamkeit der menschlichen Natur, die sich den ungünstigsten Verhältnissen anschmiegt, würde sich einer ganz einseitigen Betrachtung unsrer wahren Bedürfnisse schuldig machen. Und Rousseau, wenn er dem Menschen ausschließlich pflanzliche Nahrung vorschreibt, entspricht dadurch dem Naturzustande ebenso wenig, wie Helvetius, wenn er nur Fleischkost gewähren will.

Hier, wie überall, bietet uns die Entwicklungsgeschichte der Nahrung den sichersten Anhaltspunkt, um die Wahl der Speisen richtig zu beurtheilen. Die Nahrungsstoffe verwandeln sich in Blutbestandtheile. Da aber alle Stoffe des Fleisches denen des Bluts ähnlicher sind, also leichter verdaut, leichter in Blut verwandelt werden, als pflanzliche Nahrungsstoffe, so ergiebt sich schon hieraus, daß der wichtigste, der ursprünglichste Vorgang im menschlichen Leben, die Blutbereitung, mehr als gebührlich erschwert werden müßte, wenn wir nur Brod und Früchte genießen wollten. Unsre pflanzlichen Nahrungsmittel enthalten mit seltenen Ausnahmen so wenig

Fett, daß dadurch die Fettbildung beinahe ganz den menſchlichen Verdauungswerkzeugen überwieſen würde. Nur durch Verarmung der Fettbildner an Sauerſtoff können Stärkmehl und Zucker in die Fette des Bluts übergehen. Wenn dem menſchlichen Körper eine übermäßige Fettbildung zugemuthet wird, dann ſinkt er auf die Stufe des pflanzlichen Stoffwechſels hinab. Das Geſchäft der Fettbildung darf im Menſchenleib gewiſſe Grenzen nicht überſchreiten, wenn das Leben des Menſchen nicht zum Vegetiren herabgewürdigt werden ſoll.

Lebt aber der Menſch bloß von Fleiſch, dann muß die Thätigkeit des Athmens mehr als gewöhnlich geſteigert werden, wenn die Ernährung und Rückbildung einander das richtige Gleichgewicht halten ſollen. Die im Fleiſch ſo reichlich vorherrſchenden Eiweißkörper und mehr noch das Fett erfordern, um gleiche Mengen von Kohlenſäure zu erzeugen, viel mehr Sauerſtoff als die Fettbildner der Pflanzen. Weil aber die Sauerſtoffmenge, die wir einathmen, nicht allein von der Nahrung abhängt, ja ſogar bei ſehr verſchiedener Nahrung eine gegebene ſein kann, ſo tritt bei ausſchließlicher Fleiſchkoſt eine Ueberladung der Gewebe ein, und es entſtehen oft Blutanhäufungen im Hirn oder andere krankhafte Zuſtände, in deren Folge der Menſch eine weniger gedeihliche Wirkſamkeit entfaltet.

Es kann überhaupt nicht oft genug wiederholt wer-

den, daß des Menschen Ansprüche an die Nahrung damit nicht befriedigt sind, daß sie ihm überhaupt die Erneuerung seiner Blutbestandtheile und Gewebebildner möglich machen. Fristung des Lebens durch die Nahrung ist, wenn wir von Zwecken reden, zwar die nächste Aufgabe. Aber das Leben soll wirken, der Stoff, der des Menschen Leib erneuert, soll menschlich arbeiten. Darum gilt es, die Nahrung so zu vertheilen, daß uns nicht eine an das Pflanzenleben erinnernde, übermäßige Fettbildung auferlegt wird und daß wir nicht jagen müssen, wie die Wölfe, um die genossene Fleischkost zu verathmen.

Ausschließliche Pflanzennahrung läßt viele Stoffe ungelöst im Darmkanal zurück. Nawitz, dem wir eine recht fleißige Arbeit über die Nährkraft der Speisen und Getränke verdanken, leerte bei Pflanzenkost eine größere Menge von Koth aus, als bei dem ausschließlichen Genuß von Fleisch [219]). Und wenn wir unter den pflanzlichen Nahrungsmitteln die weniger günstigen auswählen, Kartoffeln oder Kohl, dann müssen wir das Verdauungsrohr mit einer außerordentlichen Menge von sehr schwer löslichem Zellstoff beladen, um mit der Nahrung so viel Stoffe einzuführen, wie zu einer regelmäßigen Blutbildung erforderlich ist. So schleppt man mit dem Körper ein ganz nutzloses Gewicht als Ballast herum, dessen Entleerung einen Aufwand von Bewegung erfordert, der ohne einen Verlust an Kraft für andere Verrichtungen

nicht möglich iſt. Gar nicht ſelten fehlt die Kraft, welche dieſe Ausleerung erheiſcht. Wir ſehen bisweilen durch einſeitige und kräftige Pflanzenkoſt, Brod, Hülſenfrüchte, Verſtopfung entſtehen. Ich habe ſchon oben mitgetheilt, daß umgekehrt ausſchließliche Fleiſchnahrung eine Neigung zum Durchfall herbeiführen kann.

Während dieſe in der Nahrung ſelbſt gelegenen Gründe der gemiſchten Koſt für den Menſchen das Wort reden, laſſen ſich nicht minder wichtige aus dem Bau der Verdauungswerkzeuge ableiten. Schon die Zähne weiſen darauf hin. Die Raubthiere ſind durch ihre ſpitzen Zähne zum Zerreißen des Fleiſches, die Wiederkäuer durch ihre ſehr entwickelten gefurchten Backenzähne zum Mahlen der Pflanzenkoſt befähigt. Die Zähne des Menſchen ſtehen zwiſchen beiden; ſie können Fleiſch zerſchneiden und Körner zermalmen. Ebenſo iſt der Unterkiefer des Menſchen nach den Seiten minder beweglich, als bei Kühen und Schaafen, dagegen beweglicher als bei Löwen und Katzen.

Stärkmehl iſt in ſehr vielen pflanzlichen Nahrungsmitteln der wichtigſte Nahrungsſtoff. Die Umwandlung des Stärkmehls in Zucker und Fett geſchieht vorzugsweiſe durch Speichel und Bauchſpeichel. Unſere Wiederkäuer und Pferde ſind durch die Größe ihrer Speichel- und Bauchſpeicheldrüſen bekannt, während die Fleiſchfreſſer verhältnißmäßig kleine Speicheldrüſen beſitzen. Die

Pflanzenfreſſer ſind durch ihre großen Speicheldrüſen im Stande, Stärkmehl und ſogar Zellſtoff in großer Menge zu verdauen. Man kann Sägmehl, das beinahe nur Zellſtoff als Fettbildner enthält, zum Mäſten benützen, und die Wiederkäuer, die von Gras leben, ſind beinahe ganz auf Zellſtoff zur Fettbildung angewieſen. Beim Menſchen ſind die Speicheldrüſen groß genug, um Fettbildner verdauen zu können. Wenn man aber den Menſchen ausſchließlich mit Brod und Kräutern ernährt, dann wird den Speicheldrüſen eine übermäßige Thätigkeit auferlegt.

Der Magen ſtellt beim Menſchen einen quer in der Leibeshöhle gelegenen Schlauch dar, der mit einem großen Blindſack verſehen iſt. Dieſer Blindſack iſt bei Katzen und Hyänen wenig entwickelt. Bei den Wiederkäuern iſt dagegen ein vierfacher Magen vorhanden. Während bei den blutſaugenden Fledermäuſen der Darmkanal die Körperlänge nur um das Dreifache übertrifft, beſitzt das Schaaf einen Darm, der achtundzwanzigmal ſo lang iſt wie der Körper. Beim Menſchen iſt die Länge des Darmkanals die ſechsfache der Körperhöhe.

Je länger aber der Darmkanal und je mehr der Magen entwickelt iſt, deſto länger wirken die Verdauungsflüſſigkeiten auf die Nahrung ein. Wenn nun die Wiederkäuer in ihren langen, vielfach gewundenen Darmkanal eine beträchtliche Menge Speichel und Darmſaft

ergießen, dann ist es nicht zu verwundern, daß sie Nahrungsstoffe auflösen können, welche beim Menschen für unverdaulich gelten. Die größere Länge des Darmkanals und der Blindsack des Magens befähigen dagegen den Menschen zu größeren Leistungen in der Blutbildung, als die Raubthiere.

Will man, wie so oft, den Naturzustand des Menschen nach einem Thier mit ähnlichem Bau beurtheilen, dann finden wir beim Orang-Outang die größte Uebereinstimmung mit unseren Verdauungswerkzeugen. Der Orang-Outang aber frißt Fleisch und Früchte. Der Schlankaffe*) dagegen, welcher nach Otto einen geräumigen Magen besitzt, der durch Einschnürungen in vier Höhlen abgetheilt ist, nährt sich von Wurzeln und Kräutern.

So finden wir denn die Mischung der Nahrungsmittel und den Bau der Verdauungswerkzeuge gleich sehr im Einklang mit der am weitesten verbreiteten Sitte, die den Menschen zum gemischten Genuß von Fleisch und Brod, von Obst und Gemüsen führt. Die Vorschläge von Rousseau und Helvetius, gleichviel in welcher Form sie auftauchen, sind daher als Mißverständnisse der geeigneten Lebensbedingungen des Menschen oder als Aberglaube und Grille zu verwerfen.

---

*) Semnopithecus.

Bis auf einen gewiſſen Grad kann die nachtheilige Wirkung einſeitiger Nahrung durch die Lebensweiſe ausgeglichen werden. Jäger-Völker und Fleiſchkoſt vertragen ſich mit einander, weil die Rührigkeit der Jagd das Athmen kräftigt und eine reichlichere Ausſcheidung von Kohlenſäure zur Folge hat. Die Stoffe, die aus dem Fleiſch in die Gewebe übergehen, verdanken die größere Sauerſtoffmenge, die ſie erfordern, der Muskelanſtrengung, welche die Jagd mit ſich bringt. Ebenſo wird die Verdauungsthätigkeit gekräftigt durch körperliche Arbeit in freier Luft. Darum kann ſich der Taglöhner ſättigen mit Brod, mit Erbſen und Bohnen, ohne für die Anſprüche, die ſein Beruf an ihn macht, nothwendiger Weiſe ſeinem Körper zu ſchaden.

Schwache Verdauungswerkzeuge und wenig Bewegung machen es dem Menſchen unmöglich, von Pflanzenkoſt zu leben. Bejahrte Männer, deren Leben am Aktentiſch verläuft, brauchen durchaus kräftige Fleiſchbrühen und häufig gebratenes Fleiſch. Wildprett iſt ihnen ganz beſonders zuträglich. Sie müſſen viel Nahrungsſtoff in einem mäßig kleinen Umfang erhalten. Nicht bloß die Armen, auch die in den Staub der Amtsſtuben gebannten Wächter des Staats müſſen ſich beſſer, zweckmäßiger nähren, wenn wir behaglichere Zuſtände gewinnen ſollen.

Es iſt ſeit längerer Zeit bekannt, daß man in kalter

Winterluft und im Norden mehr Kohlensäure ausathmet, als in der Schwüle des Sommers. Schönbein hat uns diese Erscheinung befriedigend erklärt. Früher hat man geglaubt, den Schlüssel der Erscheinung darin zu finden, daß im Winter die kalte, verdichtete Luft in gleichem Raum ein größeres Gewicht an Sauerstoff enthielte, als im Sommer. Donders hat schon mit Recht dagegen bemerkt, daß die eingeathmete Luft zu rasch erwärmt wird, um annehmen zu können, daß wirklich im Winter eine größere Sauerstoffmenge in die Lungenbläschen eindringt, als im Sommer [220]). Offenbar würde aber dasselbe erreicht werden, das heißt eine raschere Verbrennung der Gewebebildner und der Blutstoffe, wenn die Lungen statt einer größeren Menge einen kräftiger wirkenden Sauerstoff aufnehmen könnten. Schönbein nun hat uns einen solchen kennen gelehrt.

Der Sauerstoff wirkt nämlich ungleich kräftiger, wenn er vom Licht, von elektrischen Entladungen, durch Phosphor oder andere Stoffe erregt wird. Dieser erregte Sauerstoff, welcher nach Baumert's Untersuchungen von einer Verbindung des Wasserstoffs mit sehr vielem Sauerstoff begleitet ist, welcher einen Theil dieses Sauerstoffs mit großer Leichtigkeit abgiebt, verbindet sich unmittelbar mit Stickstoff zu Salpetersäure und leitet überhaupt Verbrennungen ein, welche der gewöhnliche Sauerstoff nicht bewirken kann. Wenn man einen Bogen ungeleimten

Papiers mit Schwefelarsenik*) gelb färbt und darauf den Bogen mit einem ausgeschnittenen Blatt schwarzen Glanzpapiers stellenweise vollkommen beschattet, während andere Stellen dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, dann werden die vom Licht beschienenen Stellen in einigen Wochen entfärbt. Wenn man das Glanzpapier wegnimmt, dann stechen die Stellen, die von der Sonne beschienen waren, schön weiß ab gegen den gelben Grund, der sich im Schatten befunden hat. Heftet man die Augen auf das Blatt, dann schimmern nach einiger Zeit die weißen Stellen, Buchstaben zum Beispiel, im violetten Nachbild. Der vom Licht erregte Sauerstoff hat das Schwefelarsenik zu schwefligter Säure und arsenichter Säure verbrannt (Schönbein).

Im Winter nun enthält die Luft nach Schönbein mehr erregten Sauerstoff als im Sommer. Abgesehen von anderen Ursachen, welche den Gang der Athembewegungen beherrschen, muß dieser reichlichere Gehalt an erregtem Sauerstoff im Winter einen rascheren Stoffwechsel, eine vermehrte Ausathmung von Kohlensäure zur Folge haben. Und so hat es Vierordt wirklich gefunden.

Daher verträgt man im Norden Fleisch und Fett und Thran, während man innerhalb der Wendekreise nur

*) Auripigment, das man in Kali oder Ammoniak auflöst.

vorherrschend Fleisch zu genießen braucht, um von gefährlichen Leberkrankheiten befallen zu werden. Die Bewohner heißer Himmelsgegenden können reichliche Fleischmahle nicht verathmen.

Ein merkwürdiger Irrthum hat sich bei Liebig eingeschlichen, indem er jenen Nachtheil des Fleisches durch Branntwein ausgleichen will. „Daher denn", sagt Liebig, „die dem fleischessenden Menschen innewohnende Neigung zu Branntwein." [221])

Aber der Nachtheil, der dem Fleisch in dieser Beziehung anklebt, besteht nicht darin, daß das Fleisch dem Sauerstoff einen zu schwachen Widerstand entgegensetzen sollte, sondern gerade im Gegentheil darin, daß Eiweiß und Fett des Fleisches eine größere Menge Sauerstoff erfordern, als der Mensch im Süden einathmet. Nun wird aber beim Genuß von geistigen Getränken nach Vierordt's schönen Untersuchungen die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure verringert. Außerdem stammt ein Theil der ausgehauchten Kohlensäure in diesem Fall vom Weingeist des Weines, des Branntweins. Während dem Fleisch und den Gewebebildnern, die es lieferte, mehr Sauerstoff zugeführt werden müßte, wird gerade umgekehrt durch den Genuß von Branntwein noch ein Theil des eingeathmeten Sauerstoffs dem Fett und Eiweiß des Körpers entzogen. Darum erweist sich Branntwein bei Fleischkost im Norden nützlich. Durch die Verbrennung

des Weingeiſtes wird nämlich Eigenwärme entwickelt, ohne daß das Fett verbrennt, das als ſchlechter Wärmeleiter, wenn es unter der Haut angeſammelt iſt, den Körper vor der Kälte ſchützt. Im Süden dagegen wird der Nachtheil einer zu üppigen Ernährung mit Fleiſch durch gleichzeitige Anwendung geiſtiger Getränke noch geſteigert. Die Gewebe und das Blut werden auf krankhafte Weiſe mit Fett geſchwängert, weil der in's Blut übergehende Alkohol der Einwirkung des Sauerſtoffs auf das Fett ein Hinderniß entgegenſetzt. Wenn ein Chineſe auf Java auch nur in mäßiger Menge, wie der Samojede, Talglichter und Branntwein verzehren wollte, dann würde er unfehlbar zu Grunde gehen.

Nicht weil der Wein ein „Athemmittel" wäre, kann man, wenn man Wein trinkt, viel weniger Mehlſpeiſen genießen, als ohne Wein [222]), ſondern deshalb, weil wir im erſteren Falle weniger Kohlenſäure ausathmen, weil weniger Harnſäure zu Harnſtoff verbrannt wird, weil wir weniger ausſcheiden. Wir nehmen weniger auf, weil wir weniger ausgeben. Und gerade weil Fett viel Sauerſtoff erfordert, um zu verbrennen, und in Folge des Weingenuſſes weniger Kohlenſäure ausgeathmet wird als ſonſt [223]), verliert ſich der Geſchmack an Wein, wenn Menſchen viel Leberthran zu ſich nehmen.

Hiernach ergiebt ſich ſonnenklar die Unrichtigkeit der folgenden Betrachtung Liebig's: „Wenn der Arbeiter

„durch seine Arbeit weniger verdient, als er zur Erwer-
„bung der ihm nothwendigen Menge von Speise bedarf,
„durch welche seine Arbeitskraft völlig wiederhergestellt
„wird, so zwingt ihn eine starre unerbittliche Naturnoth-
„wendigkeit, seine Zuflucht zum Branntwein zu nehmen;
„er soll arbeiten, aber es fehlt ihm wegen der unzu-
„reichenden Nahrung täglich ein gewisses Quantum von
„seiner Arbeitskraft. Der Branntwein, durch seine
„Wirkung auf die Nerven, gestattet ihm die fehlende
„Kraft auf Kosten seines Körpers zu ergänzen,
„diejenige Menge heute zu verwenden, welche natur-
„gemäß erst den Tag darauf zur Verwendung hätte
„kommen dürfen; er ist ein Wechsel, ausgestellt auf die
„Gesundheit, welcher immer prolongirt werden muß,
„weil er aus Mangel an Mitteln nicht eingelöst wer-
„den kann; der Arbeiter verzehrt das Kapital an Statt
„der Zinsen, daher denn der unvermeidliche Bankerott
„seines Körpers.“ [224])

Es ist aber unrichtig, daß der Arbeiter Bankerott macht, wenn er sein Blut, als den Erhalter der Gewebe, durch Branntwein unterstützt. Dadurch spart er Fett und Eiweiß, statt mehr auszugeben. Ich wiederhole es, sowohl durch Scharling's, wie durch Vierordt's Versuche, ist es erwiesen, daß der Genuß geistiger Getränke die Menge der Kohlensäure, die der Mensch in einer gegebenen Zeit ausathmet, vermindert. Also

wird nicht heute diejenige Menge verwendet, „die natur-
„gemäß erſt den folgenden Tag zur Verwendung hätte
„kommen dürfen.“ Im Gegentheil, die Ausgaben des Körpers werden gemäßigt, aber auf Koſten der Kraft und zuletzt auch auf Koſten des Beutels. Der Weingeiſt iſt ein Sparmittel der Gewebe, aber beſſer, als Gewebe ſparen, iſt es, für ihren Umſatz und für Kraftäußerung ſorgen, indem man ſie erneuert. Wenn das der Einzelne immer könnte, er würde gewiß zum Fleiſch greifen und nicht zur Flaſche. Und darin hat Liebig unter den jetzigen Verhältniſſen unſtreitig Recht, daß „eine ſtarre
„unerbittliche Naturnothwendigkeit den Arbeiter zwingt,
„ſeine Zuflucht zum Branntwein zu nehmen.“

Ich weiß nicht, aus welcher gemeinſamen Quelle ſchöpfend George Sand und Liebig beide den Wein die Milch der Greiſe nennen [225]). Sicher aber iſt es, daß Beide Recht haben. Der Stoffwechſel iſt beim Greiſe ausgezeichnet durch ein Mißverhältniß zwiſchen Ausgaben und Einnahmen. Während Athmung, Rückbildung und Ausſcheidung, wenngleich geſchwächt, fortdauern, leiden Verdauung, Blutbildung und Ernährung ungleich mehr. Für den Greis iſt es eine Lebensfrage, Stoff und Kraft zu ſparen, weil die Erneuerung des Körpers nicht mehr im Gleichgewicht iſt mit den Vorgängen des Zerfallens. Aber Wein mäßigt die Ausgaben, vermindert die Kohlenſäure, die ausgeathmet, die Harnſäure, die zu Harnſtoff

verbrannt wird. Ein guter, alter Wein, in mäßiger Menge genoſſen, vermehrt außerdem den Magenſaft, diejenige Flüſſigkeit, welche vor allen die Verdauung der Eiweißſtoffe bewirkt. Hufeland rühmt ein Glas guten Malagaweins als ein vortreffliches Mittel, um den Schlaf bei alten Leuten zu befördern. Nennt man denn nicht mit Recht den Wein die Milch der Greiſe, wenn er ihre Verdauung und ihren Schlaf, alſo die Bildung von Blut und Geweben befördert, wenn er zugleich unmittelbar, indem er das Athmen mäßigt, die Stoffe des Körpers ſpart?

Für Armenhäuſer, in welchen Hochbejahrte verpflegt werden, iſt ein guter, alter Wein ein durchaus ebenſo unerläßliches Bedürfniß, wie in den Findelhäuſern gute Milch.

Viel weniger deutlich, als beim Wein, läßt ſich im Einzelnen die Wichtigkeit von Thee und Kaffee für den Körper des Menſchen erweiſen. Prout hat indeß gefunden, daß ſtarker Thee die Menge der Kohlenſäure, die wir ausathmen, vermindert; und in neueſter Zeit hat Julius Lehmann die Angabe Böcker's beſtätigt, daß der Theeſtoff die Ausſcheidung des Harnſtoffs vermindert. [225a])

Liebig's Vergleich von Kaffee und Thee mit der Fleiſchbrühe entbehrt jeglichen Grundes, in den Augen

des Chemikers ebenſowohl, wie in denen des Phyſiologen. Die Aehnlichkeit jener Getränke gründet ſich nach Liebig auf den geringen Unterſchied in der Zuſammenſetzung zwiſchen der Fleiſchbaſis und dem Theeſtoff [226]). Allein dieſe Aehnlichkeit iſt rein äußerlich. Die Aehnlichkeit zwiſchen Ameiſenſäure und Butterſäure iſt weit größer, und doch bringt Ameiſenſäure dem Körper nicht den allermindeſten Nutzen. Und ſelbſt wenn es möglich wäre, durch verhältnißmäßig ſchwache Eingriffe den Theeſtoff in die Fleiſchbaſis zu verwandeln, dann noch würde der Phyſiologe daraus für den Thee keine Bedeutung ableiten können, weil die Fleiſchbaſis den Stoffen der Rückbildung angehört und entweder raſch in Harnſtoff und andere Stoffe zerfällt, oder ſelbſt mit dem Harn als Schlacke aus dem Körper entfernt wird. — Thee und Kaffee ſind durchaus nicht als nahrhaft zu bezeichnen.

Allein der unendlichen Wichtigkeit von Thee und Kaffee kann es keinen Abbruch thun, daß Liebig eine irrige Erklärung dafür beigebracht hat. Ueber den Werth von Kaffee und Thee hat das Leben gerichtet.

Es iſt ſo oft wiederholt worden, daß Kaffee und Thee als weſentlichſten Beſtandtheil einen und denſelben Körper enthalten, daß der Theeſtoff *) in jeder Bezie-

*) Thein.

hung mit dem Kaffeestoff*) übereinstimmt, daß man diese Thatsache als jedem Laien bekannt voraussetzen darf. Wie nun, wenn die Bewohner Brasiliens und Paraguays den Mate oder Paraguaythee nicht entbehren können und eben dieser Paraguaythee nach Stenhouse wiederum Theestoff enthält?

Fürwahr, um die Fleischbasis in den Körper zu bringen, bedürfen wir des Theestoffs nicht, von dem es nicht einmal wahrscheinlich gemacht ist, daß er sich in die Fleischbasis verwandeln könne. Jeder, der es versucht hat, weiß auch, daß die Wirkungen von Thee und Kaffee selbst durch die kräftigste Fleischbrühe nicht zu ersetzen sind.

Auf die Hirnthätigkeit üben Thee und Kaffee eine unverkennbare Wirkung [227]). Wie dieser Einfluß zu Stande kommt, das heißt, welche stoffliche Veränderung Kaffee und Thee im Gehirn hervorrufen, ist bisher nicht bekannt. Nur das ist offenbar, daß das wahlverwandtschaftliche Bedürfniß der Menschheit nach Kaffee und Thee um so unabweisbarer und allgemeiner geworden ist, je größer die geistigen Anforderungen wurden, welche die Entwicklung der Zeit an das ganze Geschlecht zu stellen hat. Will man diese Wahlverwandtschaft als Instinkt bezeichnen, so wird damit ganz richtig ausgedrückt, daß sich der Einzelne ihrer Gründe nicht bewußt ist. Allein

*) Caffein.

ich glaube nicht, daß Donders die Macht des Bedürfnisses in der That verkleinert hat, indem er zu beweisen versuchte, daß der Instinkt, der zum Genuß von Kochsalz und von reizenden Getränken treibt, nicht angeboren, sondern erworben sei [227a]). Auch der Instinkt des Menschen ist eine ewig im Werden begriffene Größe, die aber in jedem einzelnen Augenblick der Geschichte die ganze Geltung hat, welche sie der Tragweite ihrer Ursachen verdankt. Deshalb beherrscht uns der erworbene Instinkt mit derselben Gewalt, die wir dem angeborenen zugestehen. Der Instinkt verewigt sich, wenn es dem denkenden Forscher gelingt, ihn auf vernünftige Gründe zurückzuführen; er wird allmälig überwunden, wenn man beweisen kann, daß er aus einer unvernünftigen Gewohnheit abgeleitet werden muß. Ob er angeboren ist oder erworben, ist für die Lebensfragen, deren Beantwortung uns hier beschäftigt, von gar keiner Bedeutung, da der erworbene Instinkt beweist, daß auch der angeborene abgelegt werden kann, während die Macht der Bildung dem erworbenen Instinkte das Siegel der Herrschaft verleihen kann.

Die sittliche und geistige Thätigkeit des Menschengeschlechts sind in stetem Wachsen begriffen. Zur Ernährung bedurfte es des Thees und Kaffees nicht. Es muß sogar mit Nachdruck wiederholt werden, daß beide Getränke nur eine ganz unerhebliche Menge Nahrungsstoff ent-

halten. Und doch ist in Deutschland dem Armen Kaffee Bedürfniß wie dem Reichen, und vor dem 17. Jahrhundert kannte ihn der Reiche als regelmäßiges Bedürfniß so wenig wie der Arme. Nun ist es leicht zu sagen: kaufe dir statt Kaffee Fleisch. Wir reiben uns an einander sittlich und geistig. Es wird durch Vermittlung des Kaffees so gut wie durch Dampfschiffe und elektrische Telegraphen eine Reihe von Gedanken in Umlauf gesetzt, es entsteht eine Strömung von Ideen, Einfällen und Unternehmungen, die Alle mit sich fortreißt. Wer ist als Individuum stark genug, vielleicht dürfte ich fragen, wer ist als Individuum berechtigt, sich den Reizmitteln zu entziehen, die jene Flut zum Treiben brachten? Wer soll nüchtern und unversehrt dastehen in der Zeit, die das Einzelwesen aufreibt, um die Masse zu entwickeln? Laßt uns nicht klagen über nervöses Zeitalter, über die zu große Reizbarkeit der Menschen. Suchen wir sie zu begreifen und ihrer Herr zu werden, wie wir können.

In manchen Fällen bezieht sich freilich jene innere Wahlverwandtschaft, welche den Menschen mit Naturerzeugnissen verknüpft, auf entbehrliche Genüsse. Aber um so merkwürdiger bleibt es, daß auch hier eine Gesetzmäßigkeit der stofflichen Verhältnisse waltet, die in gar vielen Fällen die Menschen unbewußt an den verschiedensten Orten und unter den mannigfaltigsten Formen das Gleiche finden und festhalten ließ. Wer hätte es vor

einigen Jahren geahnt, daß derselbe Stoff *), der unsere Geruchsnerven ergötzt, wenn wir eine frisch gemähte Wiese beschreiten, von den Freunden des Schnupftabaks in den Tonkabohnen verehrt wird, daß derselbe Stoff den Bewohnern der Insel St. Mauritius den Thee von Bourbon oder den sogenannten Faham beliebt macht, und wiederum derselbe im Maiwein unsre Bowlen würzt und Roquette zu seinem allerliebsten Rheinmährchen von des „Waldmeisters Brautfahrt" begeisterte [228])? Ja, Bleibtreu hat mit Waldmeisterstoff ohne Waldmeister für sachkundige Lehrer der Bonner Hochschule einen mundgerechten Maiwein gebraut.

Es ist eine sehr bekannte Erfahrung, daß keine Thätigkeit beim Menschen durch geistige Anstrengung leichter Schaden nimmt, als die Verdauung. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit über die Häufigkeit einer mangelhaften Blutbildung geklagt, welche sich namentlich durch einen zu geringen Gehalt an Farbstoff und Eisen verräth. Wenn man diese Thatsache gehörig erwägt, dann werden uns Quellen einer inneren, einer stofflichen Verarmung des Menschenleibes aufgedeckt, die viel schwerer versiegen werden als die Armuth gewisser Volksschichten, die ihr Heil von der Weisheit der Zukunft erwarten.

---

*) Cumarin.

Weil aber Verdauung und Blutbildung zunächst abhängen von der Menge der Verdauungsflüssigkeiten, die sich in Magen und Darm ergießen, so müssen alle Speisezusätze, welche die Menge des Speichels oder des Magensafts vermehren, die Verdauung befördern. In so fern und im Hinblick auf den vorhin bezeichneten Zustand eines großen Theils des Menschengeschlechts ist es aller Beachtung werth, daß der Gebrauch gewisser Würzen mit der geistigen Bildung zunimmt. Es liegt eine eigenthümliche Befriedigung in dem Gedanken, dem man freilich in vielen andern Formen wieder begegnet, daß außerordentlich oft die Mittel, sich Gegenstände des Wohllebens zu verschaffen, mit inneren Bedürfnissen in einem tief begründeten Einklang stehen. Man lernt selbst den herrschsüchtig scheinenden Kitzel des Gaumens achten, indem man das Auge öffnet für die Naturnothwendigkeit seiner Entstehung.

Die Bedeutung des Kochsalzes für die Verdauung ist schon früher in diesem Briefe gewürdigt worden. Zucker, Pfeffer und Senf, Käse und Zimmt vermehren gleichfalls die Menge des Magensafts und befördern also die Verdauung.

Jede Regel der Art wird verderblich, wenn man ihre Anwendung übertreibt. Das Maaß wird aber durch die Umstände bedingt. Die große Menge von Pfeffer und anderen erhitzenden Gewürzen, welche in Indien schwachen

Verdauungswerkzeugen aufhilft, würde in unsrem Himmelsstrich starke verderben. Und während der Greis seinen geschwächten Magen aus guten Gründen reizt durch mäßigen Genuß von Gewürzen, raubt sich der kräftige Jüngling den Trost seines Alters, wenn er dieselben von vornherein mißbraucht.

Aus dem würzigen Duft des Kaffees schöpft oft der Magen sein Labsal. Denn auch durch Kaffee wird die Menge des Magensafts vermehrt. Ueberdies befördert Kaffee die Bewegungen des Darms, während starker Thee das Gegentheil bewirkt. Wenn Liebig aus der Wirkung jener Getränke auf schwache Verdauungswerkzeuge das Umgekehrte ableitet und zwar mit der allgemeinen Bemerkung, daß starke Verdauungswerkzeuge „für dergleichen Wirkungen keine Reagentien sind" [229]), so gründet er die Regel auf die Ausnahme.

Durch Kaffee und Thee, durch Wein und Gewürze, durch die Gelüste und Neigungen des Menschen, überall spricht sich das Bestreben aus, die Thätigkeit des Hirns zu steigern, eine Steigerung, die freilich oft in Betäubung übergeht. Wenn uns Wein, wenn dem Schiffer Branntwein diese Wirkung thut, so leisten dem Perser das Opium, dem Araber seine Hanfkerzchen, die er ißt oder raucht, dem Bewohner der Südseeinseln sein Rauschpfeffer das Gleiche, und leider in der Regel noch mehr. Kamtschadalen und Tunguſen betäuben sich mit ihrem

Fliegenschwamm. Und die Diener verschmähen es nicht, den Harn ihrer Herren zu trinken, um dieselbe Wirkung zu erleiden.

Wenn aber Würzen die Verdauung, wenn Kleienbrod, Obst, namentlich ein Paar Feigen, denen man morgens nüchtern kaltes Wasser nachtrinkt, die Leibesöffnung befördern, wenn Rüben, Rettig, Lauch und Vanille den heftigsten aller sinnlichen Triebe anregen, wenn Wein und Thee und Kaffee die Stimmung des Hirns beherrschen, dann ist wohl die Ueberschrift dieses Briefes berechtigt. Und wenn der Stoff den Menschen regiert, dann ist die Erkenntniß unsrer stofflichen Verhältnisse eine Aufgabe, deren Lösung uns nicht dringend genug beschäftigen kann. Darum führt die Chemie in diesem Augenblick ihr Scepter über alle anderen Naturwissenschaften. Die Lehre vom Leben hat es mit nichts Anderem zu thun, als mit der Chemie und Physik des lebendigen Leibes.

Siebenzehnter Brief.

Kraft und Stoff.

Viele Wege führen zu demselben Ziel. Darum ist die werkthätige Forschung beständig in Gefahr sich zu verirren, wenn sie bei einer Naturerscheinung fragt, zu welchem Zweck sie da ist. Um diesen Nachtheil zu verhüten, hat man sich als Auskunftsmittel die Meinung zurecht gelegt, daß die Natur immer den kürzesten Weg wähle. Man erinnerte fort und fort an Boerhaave's Lieblingsspruch, daß das Einfache das Zeichen der Wahrheit sei.

Mit der Annahme einer „weisen Natureinrichtung" hing diese Anschauung auf's Tiefste zusammen. Wie jene Bauern, die nach Riehl's Erzählung an gewissen Festtagen ihre Heiligenbilder mit dem Bauernkittel schmücken, weil ihnen der Bauernrock als das kostbarste Staatskleid erscheint [230]), so wußte sich die Menschheit eine lange, lange Zeit hindurch in dem mächtigen Reich einer durch den buntesten Wechsel hindurchgehenden Naturnothwen-

digkeit nicht zurecht zu finden, als indem sie diese mit den unausweichlichen Reizen einer Persönlichkeit anthat, einer Persönlichkeit, die, mit menschlichem Gemüth und menschlichem Verstande überlegend, ihre Thätigkeit entfaltet.

Zur Zweckmäßigkeit gehören kurze Wege und einfache Mittel. Aber diese kurzen Wege und die einfachen Mittel zu erweisen, daran dachte man um so weniger, als man beim Errathen des Zwecks mit der als Person geltenden Natur unmittelbar an Weisheit wetteiferte. Oder ist es wirklich die Weisheit der Natur, die man bewundert, wenn wir zum Beispiel bei Liebig lesen, daß „eine „weise Natureinrichtung die mikroskopische Thierwelt in „Beziehung auf ihre Nahrung auf die todten Leiber „höherer organischer Wesen angewiesen und in ihnen „selbst ein Mittel geschaffen hat, den schädlichen Einfluß, „den die Produkte der Fäulniß und Verwesung auf das „Leben höherer Thierklassen ausüben, auf die kürzeste „Zeit zu beschränken?“ [231]) Ließe sich wirklich kein kürzerer Weg ausdenken? Gehört auch das zu den kurzen Wegen, daß so häufig bei Schwindsüchtigen gerade die Triebe mächtig ausgebildet sind, welche ihren Untergang am meisten beschleunigen müssen? Und die Abneigung bleichsüchtiger Mädchen gegen kräftiges Fleisch, das sie heilen könnte, zwingt uns wohl, eine Verlängerung der Krankheit als Naturzweck anzunehmen?

Wahrlich, wer sich die Mühe giebt, solche Vorstellungen nur einen Augenblick zu zergliedern, der könnte sie leicht so widersinnig finden, daß ihre Bekämpfung als ein müssiger Gemeinplatz erschiene. Man liest ja heutzutage beinahe in jedem Buch eines denkenden Naturforschers Verurtheilungen jenes Hangs nach Zweckmäßigkeitsbegriffen, den schon Spinoza so eindringlich getadelt hat, den der größte Denker der Deutschen im vorigen Jahrhundert, den Georg Forster als „alten Sauerteig" vertrieben wissen wollte. Je mehr aber die Bekämpfung Sitte geworden, um so gefährlicher sind die zahlreichen Versuche, die sich nichtsdestoweniger einschleichen, in die Naturerscheinungen einen Zweck hineinzutragen, der als selbstherrliche Beleuchtung dienen soll.

Bei Liebig lesen wir es ja, nicht als ein hingeworfenes Wort, sondern als einen Grundgedanken, auf dem sich eine Eintheilung aufbaut, daß die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe Krafterzeuger und die stickstofffreien Athemmittel sind [232]). — „Während die Nahrungsmittel „den Schlund und die Speiseröhre möglichst rasch zu „durchlaufen suchen", sagt Valentin, „halten sie sich „im Magen länger auf, damit der Magensaft voll„ständig wirken kann" [233]). — „Ist aber die thierische „Wärme eine mehr zufällige Erscheinung", heißt es bei Lehmann, „so würden die Fette, wenn sie bloß zur „Wärmeentwicklung dienen sollten, sehr nutzlos vergeu-

„det werden. Das Fett im lebenden Körper dürfte also „wohl noch zu anderen Zwecken dienlich sein“ [234]). Und doch haben sowohl Valentin [235]) als Lehmann [236]) wiederholt die Erklärungsweise bekämpft, die sich auf Zweckmäßigkeitsvorstellungen stützt. Und beinahe jeder Laie weiß, daß Liebig, Valentin, Lehmann zu den besten Namen der Wissenschaft gehören.

Als ich es oben gefährlich nannte, daß sich, gleichsam der besseren Erkenntniß zum Trotz, die Ahnung eines zu erreichenden Zwecks in der Form von Erklärungsversuchen in die Wissenschaft eindrängt, hatte ich indeß etwas Anderes im Sinne, als die Gelegenheit zur Verirrung für den werkthätigen Forscher. Mit jenen Zweckmäßigkeitsbegriffen hängt auf's Innigste die Vorstellung zusammen, daß die Eigenschaften der Körper dem Stoff von außen zugeführt sind. Es ist dieselbe Anschauung, die schon von Aristoteles herstammt und die sich schwerlich hübscher bezeichnen läßt, als es Liebig gethan hat, wenn er sagt: „Die Eigenschaften der körper„lichen Dinge seien gleichsam wie die Farben gewesen, „womit der Maler der farblosen Leinwand die Eigen„schaften eines Gemäldes ertheilt, oder wie die Kleider, „die sich an- und ausziehen lassen, und welche die Ge„stalt des Menschen bestimmen.“ [237])

Hier liegt die Wurzel eines Zwiespalts, der die Welt schon häufig bewegte und der sich wahrscheinlicher

Weiſe zu einer welterſchütternden Gewalt entwickeln wird, lange nachdem ihn die wiſſenſchaftliche Erkenntniß befriedigend wird geſchlichtet haben. Denn das Verhältniß der Eigenſchaften zum Stoff iſt maaßgebend für unſre Anſicht von der Kraft.

Wer in allen Bewegungen der Naturkörper nur Mittel ſieht, um gewiſſe Zwecke zu erreichen, der kommt ganz folgerecht zu dem Begriff einer Perſönlichkeit, welche zu dieſem Ziele dem Stoff ſeine Eigenſchaften verleiht. Dieſe Perſönlichkeit wird auch das Ziel beſtimmen. Und mit der Zweckbeſtimmung, die von einer Perſönlichkeit ausgeht, welche die Mittel wählt, iſt das Geſetz der Nothwendigkeit aus der Natur verſchwunden. Die einzelne Erſcheinung fällt dem Spiele des Zufalls und regelloſer Willkür anheim. Hier hört die Forſchung auf. Der Glaube beginnt.

Man bezeichnet den Standpunkt, auf welchem die Natur nach Zwecken erklärt wird, mit dem griechiſchen Worte Teleologie, das an Theologie erinnert. Die Erinnerung liegt nicht bloß im Wortlaut. Teleologie und Theologie nähren ſich durch eine Wurzel.

Einen Stoff ohne Eigenſchaften hat man niemals beobachtet und darum iſt er auch undenkbar. Der Stoff iſt allemal wägbar, erfüllt den Raum, iſt der Bewegung fähig. Ohne den Stoff beſtehen dieſe Eigenſchaften ebenſo wenig, wie der Stoff ohne Eigenſchaften. Die Zeit

iſt ein für allemal überwunden, in welcher man die Schwere, die Raumerfüllung, die Bewegung als abgezogene Begriffe je nach Belieben vom Stoff trennen oder mit dem Stoff vermählen konnte. Der Vorſtellung von einer Eigenſchaft ohne Stoff fehlt jede Weſenhaftigkeit. In dieſem Sinne iſt mir eine Stelle bei Liebig ſo denkwürdig, daß ich ihre Mittheilung hier nicht unterdrücken kann: „Mit der Wage hatte das Reich des „Ariſtoteles ein Ende; ſeine Methode, die Erklärung „einer Naturerſcheinung zu einem Spiele des Geiſtes „zu machen, machte der eigentlichen Naturforſchung „Platz.“ [238])

Ueberall wo zwei Stoffe einander nahe genug gebracht werden, üben ſie eine Wirkung auf einander aus. Dieſe Wirkung giebt ſich als eine Bewegungserſcheinung kund. Es iſt eins der allgemeinſten Merkmale des Stoffs, daß er unter geeigneten Umſtänden ſowohl ſelbſt in Bewegung gerathen, als andere Stoffe in Bewegung verſetzen kann.

Solche Bewegungen erſtrecken ſich unendlich häufig auf einen ſo kleinen Raum, daß die bei der Bewegung zurückgelegte Entfernung unmeßbar wird. Wenn zum Beiſpiel Waſſerſtoff verbrennt, dann iſt die Entfernung, welche Waſſerſtoff und Sauerſtoff zurücklegen, um ſich mit einander zu Waſſer zu verbinden, unmeßbar klein. Und auf gleiche Weiſe verhält es ſich mit jeder chemi-

ſchen Anziehung, die immer eine Ungleichartigkeit des Stoffs vorausſetzt.

Wenn warmes Waſſer erkaltet, dann rücken die kleinſten Theilchen des Waſſers näher aneinander. Wir haben es mit einer Bewegungserſcheinung zu thun, welche ſich über einen meßbaren Raum erſtreckt. Bei dieſer Bewegung wird der Zuſtand der Waſſertheilchen ſo verändert, daß alle Körper, die mit dem Waſſer in Berührung kommen, eine Verdichtung erleiden. Man hat dieſe Verdichtung für Queckſilber gemeſſen und bezeichnet den Grad der Queckſilberverdichtung, bei welchem das Waſſer gefriert, als Null. Die Empfindung, welche dann das Queckſilber, das Waſſer, die Luft in unſren Hautnerven hervorrufen, nennen wir Kälte.

Offenbar bezeichnet die Kälte einen Zuſtand des Stoffs, der ſich im Verhältniß zu andern Körpern als Verdichtung kund giebt. Es liegt nur an unſrer ſchulmäßigen, abgezogenes Denken erkünſtelnden Erziehung, daß wir in dieſem Fall ſo leicht verleitet werden, die Kälte als eine Kraft zu bezeichnen, welche ſich mit dem Stoff des Waſſers verbindet und dadurch Eis erzeugt. Die Kälte iſt ein Zuſtand der kleinſten Theilchen des Stoffs, in welchem die Bewegung auf ein geringes Maaß zurückgeführt iſt.

Bringen wir Waſſer auf heißes Eiſen, dann gerathen die kleinſten Theilchen in den Zuſtand erhöhter Bewe-

gung. Das Wasser wird Dampf. Es ist klar, die Ausdehnung des Eisens, welche auf einer Bewegung seiner kleinsten Theilchen beruht, wird auf die kleinsten Theilchen des Wassers übertragen.

Sei nun die Entfernung, welche der Stoff bei seiner Bewegung zurücklegt, meßbar oder nicht, in allen Fällen ist es nur die Bewegung, durch welche sich die Kraft verräth. Die Kräfte können sich nur äußern durch Bewegung in Raum und Zeit.

Es ist nichts weniger als eine bloße Voraussetzung, daß die Kräfte durch ihre Wirkungen, durch die Bewegungserscheinungen, welche sie hervorrufen, gemessen werden. Denn außer jenen Wirkungen kennen wir von den Kräften nichts.

Jede Kraftäußerung, jede Wirkung setzt ein Leidendes voraus.

Wenn ich sage: Vitriolöl oder Schwefelsäure besitzt die Kraft, Eisenoxyd zu lösen, dann heißt dies so viel wie: Eisenoxyd ist löslich in Vitriolöl. Und es ist das nicht bloß eine Umsetzung des Gedankens, wie in dem berühmten Satz des Carteſius: ich denke, also bin ich.

Man muß vielmehr die Sache so fassen. Das Eisenoxyd hat Verwandtschaft zur Schwefelsäure, die Schwefelsäure zum Eisenoxyd, ganz so wie alle Basen eine chemische Verwandtschaft zu den Säuren besitzen.

Schwefelsaures Eisenoxyd aber ist löslich. Darum hat Schwefelsäure die Kraft das Eisen zu lösen.

Diese Kraft ist nichts Anderes, als eine Eigenschaft des Stoffs.

Wo wir auch immer eine Bewegungserscheinung am Stoff beobachten, ist eine Eigenschaft des Stoffs Ursache der Bewegung. So wie das Eis Wasser ist, dessen kleinste Theilchen auf ein geringes Maaß der Bewegung herabgesunken sind, so ist Dampf Wasser, dessen Theilchen sich im Zustande höchster Bewegung befinden. Die Theilchen des Wasserdampfs weichen nach allen Seiten aus einander. Der Dampf theilt seine Bewegung anderen Körpern mit. Das Auseinanderweichen der kleinsten Theilchen ist eine Eigenschaft des Wasserdampfs.

Eben die Eigenschaft des Stoffs, welche seine Bewegung ermöglicht, nennen wir Kraft.

Grundstoffe zeigen ihre Eigenschaften nur im Verhältniß zu anderen. Sind diese nicht in gehöriger Nähe, unter geeigneten Umständen, dann äußern sie weder Abstoßung, noch Anziehung.

Offenbar fehlt hier die Kraft nicht; allein sie entzieht sich unsren Sinnen, weil die Gelegenheit zur Bewegung fehlt.

Wo sich auch immer Sauerstoff befinden mag, hat er Verwandtschaft zum Wasserstoff, zum Kalium. Ob sich aber der Sauerstoff mit Wasserstoff, mit Kalium

verbindet, das hängt zunächſt davon ab, ob Waſſerſtoff oder Kalium in ſeine Nähe gelangen.

Die Eigenſchaft des Sauerſtoffs, ſich mit Waſſerſtoff verbinden zu können, iſt immer vorhanden. Ohne dieſe Eigenſchaft beſteht der Sauerſtoff nicht. Wenn es möglich wäre, dieſe Eigenſchaft vom Sauerſtoff zu trennen, dann wäre der Sauerſtoff nicht Sauerſtoff mehr.

Nachdem ſich zwei Stoffe mit einander verbunden haben, die zuvor getrennt waren, ſind die Eigenſchaften der Verbindung das Ergebniß der zuſammenwirkenden Kräfte. Darum erheiſcht es eine genauere Forſchung, in der Verbindung von Waſſerſtoff mit Sauerſtoff, im Waſſer, den Waſſerſtoff und Sauerſtoff wiederzuerkennen. Aber nichtsdeſtoweniger ſind die Kräfte des Waſſers, zum Beiſpiel ſeine Fähigkeit, Zucker oder Kochſalz zu löſen, oder ſich mit Schwefelſäure zu verbinden und dabei Wärme zu entwickeln, nichts Anderes als ſeine Eigenſchaften. Und dieſe Eigenſchaften ſind lediglich bedingt durch die vereinten Eigenſchaften von Waſſerſtoff und Sauerſtoff.

In keinem Fall kommt die Eigenſchaft von außen. Entweder die Stoffe wirken unmittelbar auf einander ein. So wenn Eiſen roſtet an feuchter Luft, wobei ſich das Eiſen mit Sauerſtoff und Waſſer verbindet. Oder es bedarf eines dritten Stoffs als Vermittler. Schwefelſaure Bittererde und phosphorſaures Natron im trock-

nen Zuſtande wirken nicht auf einander ein. Vermiſcht man die trocknen Salze mit Waſſer, dann entſtehen ſchwefelſaures Natron und phosphorſaure Bittererde. Dieſe letztere ſcheidet ſich in unlöslicher Form ab und zwar um ſo vollſtändiger, wenn man einige Tropfen Ammoniak hinzufügt. Das Waſſer iſt der Träger der Eigenſchaft, welche die Einwirkung der ſchwefelſauren Bittererde auf das phosphorſaure Natron möglich macht. Ammoniak iſt der Träger der Eigenſchaft, welche die Ausſcheidung der phosphorſauren Bittererde befördert. Es entſteht ein weißer, flockiger Niederſchlag von phosphorſaurer Ammoniak-Bittererde.

Die Kraft iſt kein ſtoßender Gott, kein von der ſtofflichen Grundlage getrenntes Weſen der Dinge. Sie iſt des Stoffes unzertrennliche, ihm von Ewigkeit innewohnende Eigenſchaft. [239])

Auffallend genug, wird dieſer Satz von vielen Naturforſchern nicht einmal geahnt. Noch häufiger aber wird er nicht begriffen. Denn Niemand hat einen Satz begriffen, hat ihn in Fleiſch und Blut verwandelt, der ihm in der Anwendung nicht treu bleibt.

Daher hört man denn Phyſiker, Chemiker, Phyſiologen über das Weſen der Dinge klügeln, als wäre dieſes Weſen ein Geiſt, der im Stoff verborgen waltet, als käme es nur darauf an, dieſes Weſen in eine Formel zu bannen, um wie mit einer Zauberruthe jede Erſcheinung

des Dings erklären zu können. Seltsamer Weise geschieht das von eben solchen Naturforschern, die hochweise absprechen über die Bestrebungen der Philosophen. Nicht bloß im Glauben, auch in der Wissenschaft verfolgt der Mensch die Richtung am schärfsten, die der seinigen am ähnlichsten ist.

Wir werden einem solchen „Wesen", das die Eigenschaften des Stoffs regieren soll, später in der Lebenskraft begegnen. Allein so weit brauchen wir nicht zu suchen. „Was der Siedepunkt an und für sich ist", sagt Liebig, „ist uns so unbekannt wie der Begriff des „Lebens" [240]). Und doch kann man einige Seiten früher bei Liebig lesen, was der Siedepunkt ist. „Es ist „bekannt, daß eine jede Flüssigkeit unter denselben Be„dingungen bei einem unveränderlichen Temperaturgrade „ins Sieden geräth; das ist so constant, daß wir den „Siedepunkt als eine charakteristische Eigenschaft derselben bezeichnen. — Eine der Bedingungen der constanten Temperatur, bei welcher sich im Innern der Flüssigkeiten Dampfblasen bilden, ist der äußere Druck; „mit diesem Druck wechselt bei allen Flüssigkeiten.... „der Siedepunkt, er nimmt zu oder ab, wenn der Druck „wächst oder kleiner wird. Einer jeden Siedetemperatur „entspricht ein bestimmter Druck, einem jeden Drucke „eine bestimmte Temperatur" [241]). Kurz, der Siedepunkt einer Flüssigkeit ist derjenige Wärmegrad, bei wel-

chem ſich im Innern dieſer Flüſſigkeit unter einem gegebenen Luftdruck Dampfblaſen bilden. Das iſt der Siedepunkt für uns. Und da der Siedepunkt überhaupt nichts iſt, als ein Verhältniß der Flüſſigkeit zum Beobachter, ſo wird dieſes Verhältniß wohl auch den Siedepunkt an und für ſich bezeichnen. Wie andere Geſchöpfe, die mit anderen Sinnen und anderen Erfahrungen als der Menſch begabt ſind, den Siedepunkt faſſen, das wiſſen wir freilich nicht. Aber das iſt uns auch durchaus gleichgültig.

Alle Erörterungen über das Weſen der Dinge beruhen entweder auf der falſchen Vorausſetzung angeborener Anſchauungen, oder ſie ſind Ausflüchte eines Unerfahrenen, dem es an der Beobachtung der Eigenſchaften fehlt. Letzteres iſt häufig der Fall bei denen, die ſich noch heute Philoſophen nennen und mit dieſem Namen ein Gebiet des Denkens in Pacht zu haben glauben, das der Beobachtung entgegengeſetzt wäre.

Das Weſen der Dinge iſt die Summe ihrer Eigenſchaften. Und zu dieſen Eigenſchaften gehört die Kraft.

Wenn aber die Kraft eine vom Stoff unzertrennliche, eine dem Stoff von Ewigkeit innewohnende Eigenſchaft iſt, dann muß ſich mit dem Stoff auch die Kraft verändern. So gelangen wir zu einem neuen, nicht minder wichtigen allgemeinen Satze, daß Miſchung, Form und Kraft ſich nur gleichzeitig verändern können.

Für den Satz, daß die Kraft eine Eigenschaft des Stoffes ist, giebt uns der Einklang zwischen Stoff und Form und Kraft zugleich einen mittelbaren Beweis und eine Probe auf die Rechnung.

„Es ist auch dem Unkundigen einleuchtend", sagt Liebig, „daß die Verschiedenheit zweier Körper ent„weder abhängig ist von einer verschiedenen Ordnungs„weise der Elemente, woraus sie bestehen, oder von „einem quantitativen Unterschiede in der Zusammen„setzung." [242])

Auf den ersten Blick scheinen sich nämlich in der organischen Natur eine Menge von Beispielen darzubieten, in welchen zwei Körper bei gleicher Zusammensetzung sehr verschiedene Eigenschaften besitzen. In allen diesen Fällen ist jedoch die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung nur scheinbar.

Man muß es nämlich als obersten Satz festhalten, daß die Zusammensetzung nicht einfach ausgedrückt wird durch die Gewichtstheile der einzelnen Grundstoffe, die in einem Körper enthalten sind, sondern in nicht minder wesentlicher Weise auch durch ihre Anordnung. Daraus folgt aber unmittelbar, daß zur Gleichheit der Zusammensetzung mehr gehört, als die Uebereinstimmung der Gewichtstheile, nach welchen die Grundstoffe in einem Körper vertreten sind.

Zahlreiche organische Stoffe giebt es, die den Kohlen-

ſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff in gleichen Gewichtsverhältniſſen führen. Sie ſcheinen demnach gleiche Zuſammenſetzung zu beſitzen. Wenn ſich aber dieſe Körper mit einem dritten verbinden, dann iſt das Gewicht des einen organiſchen Stoffs doppelt ſo groß wie das des anderen, oder die Gewichte der beiden organiſchen Stoffe, welche jeder für ſich mit demſelben Gewicht eines dritten eine Verbindung eingehen, ſind auf irgend eine andere Weiſe verſchieden. Solche Gewichtsverhältniſſe ſind nämlich für alle chemiſchen Verbindungen feſt und unveränderlich. Und wenn man dieſe Gewichtsverhältniſſe auf einen dritten Körper als Einheit bezieht, dann nennt ſie der Chemiker Miſchungsgewichte.

Gewöhnlich legt man für alle Grundſtoffe auf dieſe Weiſe den Waſſerſtoff als Einheit zu Grunde.

So enthalten denn zum Beiſpiel die waſſerfreie Milchſäure und das Stärkegummi *) für je einen Gewichtstheil Waſſerſtoff beide gleiche Miſchungsgewichte Kohlenſtoff und Sauerſtoff. Wenn ſich aber Stärkegummi mit Bleioxyd verbindet, dann iſt ſein Miſchungsgewicht doppelt ſo groß als das der Milchſäure. Die Verbindung des Stärkegummis mit Bleioxyd enthält zwölf Miſchungsgewichte Kohlenſtoff, während die der Milchſäure nur ſechs enthält, und fünf Miſchungsgewichte Waſſerſtoff

*) Dextrin.

und ebenſoviel Miſchungsgewichte Sauerſtoff der Milchſäure entſprechen zehn Miſchungsgewichten dieſer Grundſtoffe im Stärkegummi. Demnach iſt die Zuſammenſetzung der Milchſäure und des Stärkegummis trotz der gleichen Verhältniſſe der Miſchungsgewichte unter ſich verſchieden. Man kann ſich dieſe Verſchiedenheit durch die folgenden Figuren verſinnlichen, in welchen jedes Kügelchen ein Miſchungsgewicht des betreffenden Grundſtoffs bezeichnet.

	Waſſerfreie Milchſäure.	Stärkegummi.
Kohlenſtoff	oooooo (6) . . .	oooooooooooo (12)
Waſſerſtoff	ooooo (5) . . .	oooooooooo (10)
Sauerſtoff	ooooo (5) . . .	oooooooooo (10).

Dem entſprechend ſind auch die Form und die Eigenſchaften der Milchſäure und des Stärkegummis verſchieden. Die Milchſäure iſt eine ſyrupdicke Flüſſigkeit, während das Stärkegummi einen feſten Körper darſtellt von muſchligem Bruch und glatter, mattglänzender Oberfläche. Die Milchſäure iſt ſauer, das Stärkegummi weder ſauer noch baſiſch. Stärkegummi wird durch Behandlung mit Schwefelſäure in Zucker verwandelt, Milchſäure nicht. Kurz, die beiden Körper unterſcheiden ſich von einander in Miſchung, Form und Eigenſchaften.

In anderen Fällen ſind nicht nur die Verhältnißzahlen der einzelnen Grundſtoffe unter einander, ſondern auch die Summen derſelben in zwei oder mehr verſchiedenen Kör-

pern gleich, und dennoch sind sie nicht gleich zusammengesetzt, weil die Anordnung der Grundstoffe verschieden ist.

Wir kennen drei Körper, die alle auf sechs Mischungsgewichte Wasserstoff sechs Mischungsgewichte Kohlenstoff und vier Mischungsgewichte Sauerstoff enthalten. Diese Körper sind das essigsaure Holzgeistoxyd *), das ameisensaure Weingeistoxyd **) und die Buttereſſigsäure ***). Allein in jedem dieser Körper sind die Grundstoffe anders gelagert, wie es die folgenden Bilder anschaulich machen.

1) Essigsaures Holzgeistoxyd.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Holzgeistoxyd	oo (2) . . .	ooo (3) . . .	o (1)
Essigsäure	oooo (4) . . .	ooo (3) . . .	ooo (3)

Kohlenstoff 6, Wasserstoff 6, Sauerstoff 4.

2) Ameisensaures Weingeistoxyd.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Weingeistoxyd	oooo (4) . .	ooooo (5) . . .	o (1)
Ameisensäure	oo (2) . .	o (1) . . .	ooo (3)

Kohlenstoff 6, Wasserstoff 6, Sauerstoff 4.

3) Buttereſſigsäure.

Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
oooooo (6)	oooooo (6)	oooo (4).

*) Essigsaures Methyloxyd.

**) Ameisensaures Aethyloxyd.

***) Metacetonsäure, Propionsäure.

Der Unterſchied in der Lagerung der kleinſten Theilchen, welcher die Verſchiedenheit der Miſchung bedingt, verräth ſich in dem letzten Beiſpiel dadurch, daß einer der drei Körper einfach iſt, während die beiden anderen aus je zwei Gruppen beſtehen, deren Summen zwar gleich, die aber alle vier unter ſich verſchieden ſind.

Nicht immer ſind wir ſo glücklich, auf dieſe handgreifliche Weiſe den Schleier zu lüften, der die Unterſchiede der Zuſammenſetzung verhüllt. Wenn die Körper einfach ſind und in ihren Miſchungsgewichten durchaus übereinſtimmen, dann bleibt uns kein anderes Mittel übrig, als aus dem Verhalten zum Licht auf die Lagerung der kleinſten Theilchen zweier Stoffe zu ſchließen. Dieſe Bahn hat ein genialer Franzoſe, Namens Paſteur, betreten. Seiner Beharrlichkeit verdanken wir es, daß der Satz, nach welchem Miſchung, Form und Eigenſchaften bei jeder Veränderung Hand in Hand gehen, mehr als je befeſtigt iſt.

Unter gewöhnlichen Verhältniſſen ſchwingen die Aetherwellen, deren Bewegung Lichteindrücke erzeugt, in einer auf dem Lichtſtrahl ſenkrechten Ebene nach allen Richtungen. Manche Körper dagegen ertheilen den Schwingungen des Lichtſtrahls, den ſie durchlaſſen, eine beſtimmte Richtung: man ſagt, daß ſie das Licht polariſiren.

Die Ebene, in welcher der polariſirte Lichtſtrahl ſchwingt, kann ſelbſt durch andere Körper eine Ablenkung

erfahren, und eben das Vorhandenſein oder die Richtung dieſer Ablenkung giebt uns das feinſte Mittel an die Hand, die Anordnung der kleinſten Theilchen zu beurtheilen. Wenn zwei Körper durchaus gleiche Gewichtstheile derſelben Grundſtoffe in gleichen Miſchungsgewichten enthalten, dann können ſie die Lichtwellen, welche dieſelben durchſetzen, nur dann zu einer verſchiedenen Bewegung veranlaſſen, wenn ihre kleinſten Theilchen eine verſchiedene Lagerung beſitzen.

In neueſter Zeit haben die Chemiker es gelernt, aus Spargelſtoff *) und aus der Verbindung einer im gemeinen Erdrauch **) vorkommenden Säure mit Ammoniak, aus ſaurem erdrauchſaurem Ammoniak ***), Aepfelſäure zu bereiten. Anfangs hielt man die auf dem einen und die auf dem anderen Wege gewonnene Aepfelſäure für durchaus gleich. Und die Verhältnißzahlen des Kohlenſtoffs, Waſſerſtoffs und Sauerſtoffs ſowohl, wie das Miſchungsgewicht, ſchienen dafür zu ſprechen. Da zeigte Paſteur, daß die aus dem Spargelſtoff bereitete Aepfelſäure den polariſirten Lichtſtrahl ablenkt, die aus dem erdrauchſauren Ammoniak gewonnene dagegen nicht. Hiermit war ein Unterſchied der Lagerung der kleinſten Theil-

*) Asparagin.

**) Fumaria officinalis.

***) Saures fumarſaures Ammoniak.

chen in beiden Körpern erkannt. Die Unterschiede in den Eigenschaften blieben nicht aus. So nimmt die aus erdrauchsaurem Ammoniak gewonnene Aepfelsäure an feuchter Luft nur wenig Wasser auf, während die vom Spargelstoff herstammende langsam, aber so lange Wasser aufnimmt, bis sie in eine klebrige Flüssigkeit verwandelt ist.

Pasteur nennt die den polarisirten Lichtstrahl ablenkende Aepfelsäure wirksam, die andere unwirksam. Wenn man die Lösungen dieser Säuren durch ein Bleisalz niederschlägt, dann bildet das äpfelsaure Bleioxyd im einen, wie im anderen Falle nadelförmige Krystalle. Während aber diese Krystallisation für die wirksame Aepfelsäure in einigen Stunden abläuft, nimmt sie für die unwirksame mehre Tage in Anspruch. [243])

Je geringfügiger der Unterschied in der Mischung ausfällt, desto unbedeutender sind auch die Abweichungen in den Eigenschaften. Aber die Verschiedenheit der Mischung setzt die der Eigenschaften mit Nothwendigkeit voraus, und umgekehrt.

Sowie es nun aber zahlreiche Stoffe giebt, die trotz der gleichen Gewichte, in welchen sie die Grundstoffe enthalten, eine verschiedene Mischung besitzen, so giebt es auch zahlreiche Körper, die auf den ersten Blick bei verschiedener Zusammensetzung und verschiedenen Eigenschaften durch dieselbe Form ausgezeichnet zu sein scheinen und doch nicht gleiche Form besitzen.

Bei näherer Betrachtung erweist sich immer deutlicher, daß in solchen Fällen kleine, aber dennoch regelmäßige Unterschiede stattfinden. Es sind vorzugsweise die krystallisirenden Verbindungen, welche in dieser Beziehung den lehrreichsten Stoff zur Forschung bieten.

Schon bei anorganischen Stoffen hat man durch eine genauere Messung der Winkel, welche die einzelnen Flächen mit einander bilden, gefunden, daß Krystallformen, welche man anfangs für gleich hielt, in gewissen Merkmalen dennoch von einander abweichen [244]). Und de Senarmont hat kürzlich auf zahlreiche Beispiele aufmerksam gemacht, in welchen die Aehnlichkeit der Form mit der Aehnlichkeit im Verhalten zum Licht gleichen Schritt hält, wie man es von einer beinahe vollkommenen Uebereinstimmung des Gefüges erwarten müsse. So verhält es sich mit phosphorsaurem und arseniksaurem Kali, mit schwefelsaurem Baryt und schwefelsaurem Bleioxyd. [245])

Am wichtigsten sind aber wiederum die Fälle, welche Pasteur verzeichnet hat. Vor mehren Jahren hatte man in einer Traubenart neben der Weinsäure eine andere organische Säure gefunden, die als Traubensäure beschrieben wurde. Pasteur hat gezeigt, daß sich die Traubensäure in zwei verschiedene Säuren zerlegen läßt. Diese Säuren stimmen beinahe in jeder Rücksicht mit einander überein. Sie zeigen dasselbe Verhalten zu den Lösungsmitteln und Basen, lenken beide den polarisirten

Lichtstrahl ab, besitzen beide dieselbe Krystallform und enthalten beide gleiche Mischungsgewichte von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Und dennoch ist die Uebereinstimmung zwischen beiden nicht vollkommen, weder für die Mischung, noch für die Form, noch für die Eigenschaften. Denn während die eine Säure den polarisirten Lichtstrahl zur Rechten ablenkt, lenkt ihn die andere um einen gleich großen Winkel zur Linken, so daß Pasteur eine rechtsdrehende und eine linksdrehende Traubensäure unterscheidet. Dieses verschiedene Verhalten zum Licht bekundet eine verschiedene Anordnung der kleinsten Theilchen, so wie es einen, wenn auch noch so geringfügigen Unterschied in den Eigenschaften bezeichnet. Dazu kommt nun, daß die Krystalle beider Säuren einige unregelmäßige Flächen besitzen; diese liegen aber bei der einen Säure links, während sie bei der anderen rechts liegen. Die eine Säure erscheint als das Spiegelbild der anderen.[246])

Das saure äpfelsaure Ammoniak krystallisirt nach Pasteur in geraden, rhombischen Säulen. Ich habe oben mitgetheilt, daß wir nach Pasteur's Untersuchungen die Aepfelsäure, je nachdem sie aus Spargelstoff oder aus saurem erdrauchsaurem Ammoniak hervorgegangen ist, als wirksam oder unwirksam mit Rücksicht auf den polarisirten Lichtstrahl unterscheiden müssen. Jene nimmt an der Luft Wasser auf, bis sie in eine

klebrige Flüssigkeit verwandelt ist, diese dagegen nur sehr wenig; das Bleisalz der wirksamen Aepfelsäure krystallisirt rasch, das der unwirksamen sehr langsam. Wir wissen also von diesen Säuren bereits, daß sie, trotz der gleichen Gewichtsverhältnisse ihrer Grundstoffe, eine verschiedene Lagerung ihrer kleinsten Theilchen und verschiedene Eigenschaften besitzen. Um so wichtiger ist die Beobachtung Pasteur's, daß das krystallisirte saure Ammoniaksalz der wirksamen Aepfelsäure einige unregelmäßige Flächen besitzt, welche dem Salz der unwirksamen Aepfelsäure fehlen.[247])

Unter den anorganischen Körpern finden wir aber die Aehnlichkeit in der Krystallform um so häufiger, je ähnlicher die Grundstoffe sind, von denen der eine den anderen in einem Krystall ersetzt. So krystallisiren Kochsalz oder die Verbindung von Chlor und Natrium und die Verbindung von Chlor und Kalium beide in Würfeln. Die Uebereinstimmung der Krystallform ist ein Ausdruck der außerordentlichen Aehnlichkeit zwischen Kalium und Natrium, die beide mit einem und demselben dritten Grundstoff, dem Chlor, verbunden sind. Und doch fehlt es dem Unterschied, der bei aller Aehnlichkeit in den Eigenschaften stattfindet, nicht an einem entsprechenden Unterschied in der Form. Das Chlorkalium ist nämlich ausgezeichnet durch die Neigung, in die Länge gezogene rechteckige Säulen zu bilden.

Während nun auf der einen Seite die größte Aehnlichkeit in der Form bei abweichenden Eigenschaften die allergenaueſte Zergliederung erfordert, um zu erkennen, daß eine Veränderung in der Form der Veränderung in Miſchung und Eigenſchaften entſpricht, ſo giebt es andererſeits Fälle, in welchen eine Veränderung in der Form auf den erſten Blick unabhängig von einem Unterſchied in Miſchung und Eigenſchaften aufzutreten ſcheint. So wenn der kohlenſaure Kalk das eine Mal als Kalkſpath in Rhomboedern, das andere Mal als Arragonit in ſechsſeitigen Säulen kryſtalliſirt. Nach Liebig's Bericht enthalten beide Mineralien durchaus dieſelben Mengen von Kohlenſäure und Kalk[248]). Es iſt klar, daß der Unterſchied in der Kryſtallform demnach nur durch eine verſchiedene Lagerung der kleinſten Theilchen bedingt ſein kann. Um ſo merkwürdiger iſt es, daß man den Arragonit durch bloße Wärme in ein Haufwerk von Kalkſpathkryſtallen verwandeln kann. Und da Kalkſpath und Arragonit eine verſchiedene Lagerung der kleinſten Theilchen und verſchiedene Kryſtallform beſitzen, ſo braucht man nur daran zu erinnern, daß Arragonit den Kalkſpath ritzt und denſelben an Eigenſchwere übertrifft, um auch hier den verlangten Einklang zwiſchen Form und Miſchung und Eigenſchaften wiederzufinden.

In ähnlicher Weiſe, wie wir durch bloße Wärme die Lagerung der kleinſten Theilchen im Arragonit ſo umwan-

deln können, daß er in ein Haufwerk von Kalkſpathkryſtallen zerfällt, kommt auch der Schwefel in zwei verſchiedenen Kryſtallformen, der Kohlenſtoff ſogar in zwei verſchiedenen Kryſtallformen und formlos vor. Da hier die Unterſchiede bei einem und demſelben Grundſtoff auftreten, ſo bleibt uns nichts übrig, als eine verſchiedene Lagerung der kleinſten Theilchen und für den Kohlenſtoff eine verſchiedene Dichtigkeit anzunehmen, oder zu erwarten, daß man dereinſt die Zerlegbarkeit jener jetzt als Grundſtoffe erſcheinenden Körper darthun wird [249]). Wenn man Diamant, Graphit und formloſe Kohle mit einander vergleicht, dann erhellt es, wie groß die Rolle iſt, welche die Dichtigkeit eines Stoffs auch als Bedingung der übrigen Eigenſchaften ſpielt.

Immer aber ſehen wir eine verſchiedene Lagerung der kleinſten Theilchen, Verſchiedenheit in den Miſchungsgewichten oder Verſchiedenheit der Grundſtoffe den Unterſchieden der Form und der Eigenſchaften zu Grunde liegen. Miſchung, Form und Kraft ſind unzertrennliche Merkmale des Stoffs, von denen jedes Glied die beiden anderen mit Nothwendigkeit bedingt.

Alſo verändert ſich mit dem Stoff auch die Kraft. Und es wird uns mit einem Male offenbar, daß der Fülle der Formen bei Pflanzen und Thieren auch die Mannigfaltigkeit der Lebenserſcheinungen entſprechen muß. Wir werden nach der obigen Entwicklung nicht mehr

bezweifeln, daß das in kaltem Waſſer unlösliche, durch Jod eine ſchöne blaue Farbe annehmende Stärkmehl und das formloſe, in Waſſer lösliche, nach der Behandlung mit Jod weinrothe Stärkegummi trotz des gleichen Miſchungsgewichts und der gleichen Gewichtstheile, in welchen beide Körper den Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff enthalten, eine verſchiedene Lagerung der kleinſten Theilchen, eine verſchiedene Miſchung beſitzen. Wir werden uns nicht darüber wundern, daß eine Pflanzenzelle andere Grundformen zeigt und andere Gewebe bildet, wenn ihre Wand aus reinem Zellſtoff beſteht, als wenn die Zellwand durch Holzſtoffe, durch Kork, durch Fruchtmark, Stärkmehl, Pflanzenſchleim oder Hornſtoff *) verdickt iſt. Es wird uns begreiflich ſein, daß es auf die Form und die Verrichtungen eines Gewebes bedingend einwirkt, ob das Eiweiß vorzugsweiſe als lösliches im Zelleninhalt vorhanden, oder als ungelöſtes in der Zellwand älterer Zellen abgelagert iſt. In den anorganiſchen Stoffen, die in ſtetiger Verwandtſchaft bald dieſem, bald jenem organiſchen Gewebebildner folgen, werden wir eine neue Quelle der Mannigfaltigkeit erblicken, vielleicht die üppigſt fließende von allen. Nichts iſt natürlicher, als daß Knorpel und Knochen in ihrer Härte, Biegſamkeit, Federkraft und anderen Eigenſchaf-

*) Das ſogenannte hornige Albumen.

ten, namentlich aber auch in der Geſtalt ihrer kleinſten Formbeſtandtheile von einander abweichen, wenn man bedenkt, daß die Knorpel mehr als dreimal ſo reich an Waſſer ſind als die Knochen, und daß bei der Umwandlung des Knorpels in Knochengewebe die Alkaliſalze immer mehr den Erdſalzen, das Kochſalz und der kohlenſaure Kalk der Knorpel dem phosphorſauren Kalk weichen, der die Umwandlung des Knorpelgewebes in Knochen bedingt.

Die urſprüngliche Verſchiedenheit der Grundſtoffe und ihrer Miſchung iſt alſo ſchon fruchtbar genug in der Erzeugung des Formenwechſels, den wir an der Erdoberfläche bewundern. Aber dieſe Fruchtbarkeit wird unendlich erhöht durch die verſchiedenartigen Bewegungen, welche der Stoff dem Stoffe ertheilen kann. Auf ſolche Veränderungen der Bewegung läuft die Wirkung der Umſtände hinaus. Niemand wird ſo kurzſichtig ſein, in dieſen Wirkungen, welche der eine Stoff auf den anderen überträgt, Kräfte zu erblicken, die nicht an einen ſtoffſlichen Träger gebunden wären.

Liebig erinnert daran, daß der kohlenſaure Kalk, wenn er in der Kälte kryſtalliſirt, die Kryſtallform, die Härte und das Lichtbrechungsvermögen des Kalkſpaths, in der Wärme kryſtalliſirend dagegen die Form und die Eigenſchaften des Arragonits annimmt [250]). Wir leſen ferner bei Liebig, daß Kochſalz, wenn es bei — 10°

kryſtalliſirt, mit dem Waſſer eine chemiſche Verbindung eingeht; es bilden ſich ſchöne, durchſichtige, waſſerhelle Säulen, die in hundert Gewichtstheilen mehr als achtunddreißig Theile Waſſer enthalten. Bei 0° hört dieſe Anziehung zum Waſſer auf; Kochſalz, das bei gewöhnlichen Wärmegraden kryſtalliſirt, iſt immer waſſerfrei [251]). Wir wiſſen durch Grove, daß glühendes Platin im Stande iſt, Waſſer zu zerſetzen, ebenſo wie der galvaniſche Strom.

Aber die Wärme iſt nicht etwa eine vom Stoff losgebundene Kraft, noch weniger ein eigener Stoff. Wir kennen keine Wärme, ſondern nur warme Stoffe, das heißt Körper, in welchen die Anordnung der kleinſten Theilchen aus einem Zuſtande eigenthümlich erhöhter Bewegung hervorging. Iſt es nicht klar, daß ſolche Bewegungen die Lagerung der kleinſten Theilchen, die Anziehungsverhältniſſe auch in andern Stoffen verändern müſſen, auf welche ſich die Bewegungen übertragen?

So bewirkt das Licht eine Verbindung des Waſſerſtoffs mit Chlor zu Salzſäure, eine Verbindung des Sauerſtoffs mit dem Schwefel und dem Arſenik des gelben Schwefelarſeniks *), es bedingt die Entwicklung der Farbſtoffe in den Pflanzen, lauter Wirkungen, die ſich im Schatten nicht ereignen. Salpeterſaures Silberoxyd

*) Auripigment.

wird im Licht zerſetzt, ein Theil des Sauerſtoffs entweicht, und die Löſung ſchwärzt ſich, weil metalliſches Silber ſich ausſcheidet. „Die unmittelbare Urſache ſolcher Zerſetzungen", ſagt Draper, „beſteht darin, „daß ein Lichtſtrahl die Stofftheilchen, welche er trifft, „in ſchnelle Schwingungen verſetzt; daher kann es geſchehen, daß in den kleinſten Theilchen die Grundſtoffe „nicht mehr zu derſelben Gruppe vereinigt bleiben können; die Grundſtoffe der kleinen Gruppe können in „einem ſolchen Falle nicht einſtimmig nach derſelben „Richtung bewegt werden. Das Ergebniß iſt eine „Umlagerung, eine Verbindung oder Zerſetzung" [252]). Berliner Blau wird nach Chevreul im luftleeren Raum unter bloßer Einwirkung des Sonnenlichts entfärbt, indem es Cyan oder Blauſäure abgiebt. Vollkommen trockner Sauerſtoff ſtellt die blaue Farbe wieder her, indem ſich ſo viel Eiſenoxyd bildet, als der Menge des ausgeſchiedenen Cyans entſpricht. [253])

Man weiß, daß der Luftdruck einer Queckſilberſäule von achtundzwanzig Pariſer Zoll das Gleichgewicht hält. Wenn man die gasförmige Kohlenſäure einem Druck ausſetzt, der ſechsunddreißigmal ſo ſtark iſt, dann wird dieſelbe zu einer farbloſen tropfbaren Flüſſigkeit verdichtet. Der höhere Luftdruck, indem er zu den Umſtänden gehört, welche ſtoffliche Veränderungen hervorrufen, wirkt offenbar, indem er die Bewegung verändert. Eine Löſung

von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron nimmt sehr viel Kohlensäure auf. Allein eine bedeutende Verminderung des Luftdrucks, die Anwendung der Luftpumpe reicht hin, um die Kohlensäure wieder aus der Lösung auszutreiben.

Wenn aber Licht und Wärme, Elektricität und Luftdruck als Zustände des Stoffs erscheinen, welche auf mächtige Weise Bewegung und dadurch stoffliche Umsetzungen bewirken, in Hunderten von Fällen sind geringere Einflüsse thätig, und dennoch ertheilen sie dem Stoff die merkwürdigsten Bewegungen.

Es gehört zu den bekannteren Erscheinungen, daß eine formlose, schwarze Verbindung von Schwefel und Queckſilber durch einfaches Reiben in den schönen, hochrothen, kryſtalliniſchen Zinnober verwandelt wird. Knallſilber, Knallqueckſilber, Jodſtickſtoff, Silberoxyd-Ammoniak zerſetzen ſich in Folge eines gelinden Stoßes.[254])

Das Schmiedeeiſen hat eine traurige Berühmtheit dadurch erlangt, daß es durch bloße Erſchütterung kryſtalliniſch und brüchig wird, was für die Achſen der Dampfwagen eine ſo gefährliche Bedeutung erlangte. Kohn hat dargethan, daß wiederholte Drehungen, die das Eiſen in eine federnde, ſchwingende Bewegung verſetzen, hinreichen, um die Lagerung der kleinſten Theilchen ſo zu verändern, daß das Eiſen die kryſtalliniſche, brüchige Beſchaffenheit annimmt. Ja, Erdmann hat kürzlich

einen Fall beobachtet, in welchem bleihaltiges Zinn der Orgelpfeifen ein kryſtalliniſches Gefüge angenommen hatte, offenbar in Folge der tonerzeugenden Schwingungen. [255])

Eine Reihe von höchſt merkwürdigen Unterſuchungen, welche Heinrich Roſe in neueſter Zeit über das Verhalten des Waſſers angeſtellt hat, lehrt uns, daß große Waſſermengen ſchwache Säuren, wie die Kohlenſäure oder die Kieſelſäure, aus ihren Salzen auszutreiben vermögen. [256])

Saures ſchwefelſaures Natron wird nach Roſe durch eine reichliche Waſſermenge in ſchwefelſaures Natron, das gewöhnliche Mittelſalz, und freie Schwefelſäure verwandelt, die ſich mit Waſſer verbindet. Das Waſſer übernimmt im Verhältniß zur Schwefelſäure die Rolle einer Baſis.

Auf dieſem Wege gelingt es, Verbindungen, die aus zwei Salzen beſtehen, ſogenannte Doppelſalze, zu zerlegen. Der Glauberit iſt eine Verbindung von ſchwefelſaurem Kalk und ſchwefelſaurem Natron. Wird derſelbe mit einem ſehr großen Ueberſchuß von Waſſer behandelt, dann wird das ſchwefelſaure Natron gelöſt, während der ſchwefelſaure Kalk ungelöſt zurückbleibt. Graham iſt es bei ſeinen berühmten Verſuchen über die Vertheilung der Salze im Waſſer ſogar gelungen, den Alaun, der eine ſo feſte Verbindung von ſchwefelſaurer Thonerde und ſchwefelſaurem Kali darſtellt, durch

eine große Wassermenge zu zerlegen. Es wird dem Alaun ein Theil seines schwefelsauren Kalis entzogen, das in Lösung übergeht. [257])

So mächtig ist die Wirkung derjenigen Einflüsse, die allgegenwärtig den Stoff beherrschen. Wasser und mechanische Erschütterungen, Licht und Wärme, Luftdruck und Elektricität, wo sind sie unthätig? Und wenn die Umstände, deren Mannigfaltigkeit den Wechsel der stofflichen Beschaffenheit bedingt, überall gleichbedeutend sind mit Bewegungen, welche der eine Stoff auf den andern überträgt, so ist es ein zwingender Schluß, daß alle Zustände der Körper überhaupt auf verschiedene Bewegungszustände zurückgeführt werden müssen.

Wir wissen, daß viele Flechten ausschließlich leben von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, denen sich einige Salze zugesellen. Kohlensäure, Wasser und Ammoniak sind überhaupt die wichtigsten Nahrungsstoffe, mit deren Hülfe sich die Pflanzenwelt entwickelt.

Bunsen und Playfair haben es schon vor einigen Jahren gezeigt und Rieken hat es kürzlich bestätigt, daß man das Cyan, eine Verbindung von Stickstoff und Kohlenstoff, aus anorganischen Stoffen gewinnen kann. Wenn man kohlensaures Kali mit reiner Kohle innig mengt und das Gemenge in einem Strom von Stickstoff so stark erhitzt, daß das Kali seines Sauerstoffs beraubt wird, dann bildet sich Cyankalium [258]). Auf diese That-

sache gründet sich die in England begonnene fabrikmäßige Bereitung des Blutlaugensalzes, einer Doppelverbindung von Cyan mit Kalium und Eisen, mit Benützung des Stickstoffs der Luft. Früher glaubte man, daß Cyan nur durch die Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Stoffe gewonnen werden könnte.

Cyan mit Sauerstoff verbunden stellt die Cyansäure dar. Aber ebenso, wie das Cyan sich aus den Grundstoffen künstlich bereiten läßt, kann sich Wasserstoff in dem Augenblick, in welchem er aus seinen Verbindungen frei wird, mit Stickstoff zu Ammoniak verbinden. Liebig und Wöhler haben uns nun gelehrt, daß man aus Cyansäure und Ammoniak einen organischen Stoff, den Harnstoff, gewinnen kann. Zu dem Ende mischt man cyansaures Kali mit schwefelsaurem Ammoniak. Dann verbindet sich das Kali mit der Schwefelsäure und das Ammoniak mit der Cyansäure. Die letztere Verbindung bildet aber nicht cyansaures Ammoniak, sondern Harnstoff. Der Harnstoff kann also aus den Grundstoffen künstlich dargestellt werden.

Aus Chlorkohlenstoff, der aus Schwefelkohlenstoff gewonnen wird, hat Kolbe Chloressigsäure dargestellt. Chlorkohlenstoff und Wasser gaben Salzsäure und Chloressigsäure. Durch Kalium und Wasser ließ sich die Chloressigsäure in Essigsäure verwandeln. Eine organische Säure, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauer-

ſtoff beſtehend, ging alſo aus den einfachen Grundſtoffen und deren anorganiſchen Verbindungen hervor. Durch trockne Hitze hat Berthelot die Eſſigſäure in vier andere organiſche Verbindungen übergeführt, die zum Theil aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, zum Theil aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff beſtanden*). Drei dieſer Körper ſind durch einen höheren Kohlenſtoffgehalt vor der Eſſigſäure ausgezeichnet. [259])

Noch zahlreicher ſind die Beiſpiele, in welchen es gelungen iſt, aus einfachen organiſchen Verbindungen Stoffe von mehr verwickelter Zuſammenſetzung zu bereiten. Man zählt bisher das ölbildende Gas gewöhnlich zu den organiſchen Stoffen, weil man noch kein Verfahren kennt, daſſelbe aus den Grundkörpern darzuſtellen. Es iſt indeß eine ſo einfache Verbindung von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, daß nicht daran zu zweifeln iſt, es werde den fortgeſetzten Bemühungen der Chemiker gelingen, ſie aus den Grundſtoffen zu erzeugen. Behandelt man das ölbildende Gas mit waſſerfreier Schwefelſäure, dann erhält man eine ſchwefelhaltige organiſche Säure**), deren Ammoniakſalz, nach Strecker's Entdeckung [259a]) nur erhitzt zu werden braucht, um eine ſolche Umlagerung der Grundſtoffe hervorzurufen, daß dabei eins der Erzeugniſſe

*) Naphthalin, Benzin, Phenylorydhydrat und Aceton.

**) Iſäthionſäure.

der Zerſetzung der Galle gebildet wird *). Der hierdurch entſtehende Körper iſt aber eine ſehr hoch zuſammengeſetzte Verbindung; er enthält Stickſtoff, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Sauerſtoff und außerdem noch Schwefel. Kaum iſt dieſe Thatſache bekannt geworden, und bereits hat ihr Berthelot eine nicht minder merkwürdige hinzugefügt. Berthelot fand nämlich, daß Schwefelſäure mit ölbildendem Gaſe geſchwängert und mit Waſſer verſetzt in der Wärme Alkohol giebt. Damit haben wir alſo dieſen Hauptbeſtandtheil unſerer gegohrenen Getränke ohne jegliche Dazwiſchenkunft gährenden Zuckers bereiten lernen. Geht man nun von der gewiß nicht überſchwänglichen Hoffnung aus, daß die Chemie es einmal dahin bringen wird, aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff ölbildendes Gas zu bereiten, ſo gewinnt durch Berthelot's Entdeckung ein früherer Fund von Strecker eine doppelte Bedeutung. Strecker lehrte nämlich, daß man Milchſäure gewinnen kann aus Blauſäure und einem Stoff, der ſich von der waſſerhaltigen Eſſigſäure nur durch Wenigergehalt von Sauerſtoff, vom Alkohol durch Wenigergehalt von Waſſerſtoff unterſcheidet **). Man bereitet dieſen Körper aus Alkohol, indem man dieſem durch Sauerſtoff abgebende Stoffe ſeinen Mehrgehalt an Waſſer-

*) Taurin.

**) Aldehyd.

ſtoff raubt. Aber Blauſäure, die Verbindung von Cyan mit Waſſerſtoff, kann der Chemiker aus ihren Grundſtoffen erzeugen. Den zweiten Stoff, deſſen es zur Darſtellung von Milchſäure bedarf, gewinnt man aus Alkohol, und Alkohol aus ölbildendem Gaſe. Wer uns alſo lehrt, wie wir aus den Grundſtoffen ölbildendes Gas machen können, der liefert uns das letzte Hülfsmittel, um aus anorganiſchen Körpern Milchſäure, Alkohol und ein ſehr zuſammengeſetztes Erzeugniß der Zerſetzung der Galle zu bereiten. Wir können dann eine der lieblichſten Aetherarten, die Verbindung von Eſſigſäure und Aether, ohne nähere oder fernere Hülfe des Lebens von Pflanzen und Thieren ins Daſein rufen.

Man kann durch eine Hefe, das heißt durch einen Stoff, deſſen kleinſte Theilchen in Bewegung begriffen ſind, die kleinſten Theilchen des Harnſtoffs in Bewegung verſetzen. Der Harnſtoff geräth in Gährung. Dieſe Gährung iſt häufig von einer Pilzbildung begleitet (C. Schmidt).

Wenn aber die Pflanze leben kann von Kohlenſäure, Waſſer und Ammoniak, wenn wir organiſche Stoffe, ſtickſtoffhaltige und ſtickſtofffreie, wie Harnſtoff, Eſſigſäure und andere, auf künſtlichem Wege aus den Grundſtoffen darſtellen können, wenn das Zerfallen des Harnſtoffs eine Entwicklung von Pilzen begünſtigt, dann iſt es allſeitig feſtgeſtellt, daß organiſche und organiſirte

Stoffe aus anorganiſchen Grundſtoffen und anorganiſchen Verbindungen hervorgehen.

Nun aber iſt die Kraft eine Eigenſchaft des Stoffs. Eine Kraft, die nicht an den Stoff gebunden wäre, die frei über dem Stoff ſchwebte und ſich beliebig mit dem Stoff vermählen könnte, iſt eine ganz leere Vorſtellung. Dem Stickſtoff, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff, dem Schwefel und Phosphor wohnen ihre Eigenſchaften von Ewigkeit ein.

Alſo können ſich die Eigenſchaften des Stoffs, wenn er in die Zuſammenſetzung von Pflanzen und Thieren eingeht, nicht verändern. Die Annahme einer beſonderen Lebenskraft erweiſt ſich dadurch als völlig nichtig.

Wer von einer Lebenskraft redet, von einer typiſchen Kraft, oder wie man ſonſt den Namen verändern möge, der iſt genöthigt, eine Kraft ohne Stoff anzunehmen. Eine Kraft ohne ſtofflichen Träger iſt eine durchaus weſenloſe Vorſtellung, ein ſinnloſer abgezogener Begriff.

Der einzige Grundunterſchied zwiſchen organiſcher und anorganiſcher Materie beſteht darin, daß der organiſche Stoff eine weit mehr zuſammengeſetzte Miſchung beſitzt. So wie der Stoff einen beſtimmten Grad zuſammengeſetzter Miſchung erreicht hat, entſteht mit der organiſirten Form die Verrichtung des Lebens. Die Erhaltung jenes Miſchungszuſtandes bei fortwährendem Wechſel der Stoffe bedingt das Leben der Einzelweſen.

Jene Eigenthümlichkeit der Zusammensetzung ist nicht etwa Ausfluß einer besonderen Verwandtschaft der Grundstoffe, die denselben außer dem Leben fehlte. Nur der Zustand der Verbindung, Wärme, Luftdruck, Bewegung in meßbaren Entfernungen sind verschieden, die oben umschriebenen Umstände sind abweichend, unter welchen die Verwandtschaft sich äußert, die von Ewigkeit her dem Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, dem Schwefel, dem Phosphor innewohnt.

Glühendes Platin vermag Wasser zu zersetzen, die Pflanze leistet dasselbe. Die Pflanze verdichtet Kohlensäure ähnlich wie ein Druck von sechsunddreißig Atmosphären. Es sind nur die Umstände, die Arten und Richtungen der Bewegung, die dem Stoff vom Stoffe mitgetheilt werden, welche die Erzeugnisse der in den Elementen thätigen Verwandtschaft bestimmen.

Darum geben uns die Vorgänge, die wir in Bechergläsern und Tiegeln beobachten, so manchen Aufschluß über das Leben. Viele Chemiker behaupten beinahe in Einem Athem, diese oder jene Umwandlung organischer Stoffe sei im Körper nicht anzunehmen, weil sie im Laboratorium nicht gelungen sei, und umgekehrt: eine im Laboratorium mögliche Veränderung sei deshalb nicht auch im Körper möglich. Jene Annahme und diese Möglichkeit sind jedoch immer denkbar und sehr oft wirklich.

In den allermeisten Fällen vermag der Organismus

wenigſtens ebenſoviel wie Kolben und Retorten, nicht ſelten mehr. Wie ſich mit Bezug auf die Geologie der Tiegel des Chemikers zur großen, nimmer ruhenden Werkſtatt der Natur verhält, ſo in den phyſiologiſchen Erſcheinungen die Kunſtgriffe des Laboratoriums zu der unaufhörlich ſtrömenden Bewegung des Lebens. Und eben der Umſtand, daß der Organismus Verbindungen und Zerſetzungen bewirkt, die wir bis jetzt auf künſtliche Weiſe nicht nachzuahmen vermögen, iſt ein deutlicher Beweis für die Möglichkeit, daß die Stetigkeit des lebendigen Stoffwechſels mit ſcheinbar geringeren Mitteln häufig die Macht der Eingriffe aufwiegt, welche im Laboratorium auf eine kurze Spanne Zeit beſchränkt bleibt.

Man beruft ſich zur Vertheidigung einer eigenen Lebenskraft immer und immer wieder darauf, daß wir kein Thier und keine Pflanze zu machen vermögen. Sind wir denn immer im Stande, ein zuſammengeſetztes Mineral nach Belieben zu erzeugen, wenn wir ſeine Miſchung auch noch ſo vollkommen kennen? Und doch ſchreibt Niemand dem Berge Lebenskraft zu. Die Aufgabe, welche von Laien ſo oft mit ſtolzer Zuverſicht dem Naturforſcher geſtellt wird, die Aufgabe den Homunculus zu machen, begründet gegen die Verwerfung der Lebenskraft auch nicht den Schatten eines Einwurfs. Wenn wir Licht und Wärme und Luftdruck ebenſo beherrſchen könnten, wie die Gewichtsverhältniſſe des Stoffs, dann würden wir

nicht nur viel öfter als jetzt im Stande sein, organische Verbindungen zu mischen, wir würden auch die Bedingungen zur Entstehung organisirter Formen erfüllen können.

Wenn es bis jetzt verhältnißmäßig selten gelingt, organische Stoffe aus den Elementen oder wenigstens aus einfachen anorganischen Verbindungen aufzubauen, so liegt die Schuld daran, daß wir noch in so wenigen Fällen die Lagerung der kleinsten Theilchen, die Anordnung des Stoffs, die Gruppirung der Elemente erkannt haben. Es fehlt die Kenntniß der inneren chemischen Verfassung.

„Die Gesetze des Zerstörens ermitteln wir immer „zuerst", sagt Liebig sehr richtig. Ich kann aber nicht mit ihm einstimmen, wenn er hinzufügt, daß es dahinsteht, „ob wir die des Aufbauens jemals kennen „lernen werden" [260]). Um so mehr freut es mich, hinzufügen zu können, daß Liebig an einer anderen Stelle ausgesprochen hat, daß wir Erfahrungen genug besitzen, „um die Hoffnung zu begründen, daß es uns gelingen „wird, Chinin und Morphin, die Verbindungen, woraus „das Eiweiß oder die Muskelfaser besteht, mit allen „ihren Eigenschaften hervorzubringen", daß Liebig glaubt, es könne „morgen oder übermorgen Jemand ein „Verfahren entdecken, aus Steinkohlentheer den herr„lichen Farbstoff des Krapps oder das wohlthätige

„Chinin, oder das Morphin zu machen“ [261]). Und mehr als Glaube und Hoffnung ist die That. Die That aber ist die von Liebig und Wöhler geleistete Darstellung des Harnstoffs aus Cyansäure und Ammoniak.

Auffallen muß es daher, wenn Liebig sagt: „Es „ist sicher, daß eine Menge Wirkungen, die wir in „lebendigen Körpern wahrnehmen, durch chemisch-phy„sikalische Ursachen bedingt werden, aber man geht viel „zu weit, hieraus schließen zu wollen, daß alle im „Organismus thätigen Kräfte identisch sind mit denen, „welche die todte Materie regieren“ [262]). Vollkommen unklar ist es aber, wenn Liebig von einer „höheren „Potenzirung gewisser Elemente durch die Lebensthätigkeit „in der Pflanze und im Thiere“ spricht [263]), oder wenn es an einer anderen Stelle heißt: „Mit dem Tode fallen „die Elemente der unbeschränkten Herrschaft der chemi„schen Kräfte wieder anheim“ [264]). Jene Potenzirung kann vernünftiger Weise nichts Anderes bedeuten, als eine eigenartige Bewegung des Stoffs. Wer kann sich aber eine Bewegung denken, durch welche die Eigenschaften vom Stoff geschieden würden? Und doch gelangt Liebig zu dieser Annahme, wenn die Stoffe erst nach dem Tode ihre chemischen Wirkungen wieder geltend machen sollen.

„Es giebt keine Kräfte“, sagt Liebig, „die einan„der näher stehen, wie die chemische Kraft und die Le„benskraft“ [265]). Und doch hat Liebig an zahlreichen

Stellen die chemiſche Kraft der Lebenskraft entgegengeſtellt [266]). „Die Form, die Eigenſchaften der einfachſten „Gruppen von Atomen bedingt die chemiſche Kraft unter „der Herrſchaft der Wärme, die Form und Eigenſchaften „der höheren, der organiſirten Atome bedingt die Le„benskraft.“ [267])

Iſt das nicht gerade ſo, wie wenn die Lebenskraft, losgebunden vom Stoffe, frei in der Luft ſchwebte und nur der Gelegenheit harrte, um einen Theil des Stoffs unter ihre Botmäßigkeit zu bringen? Und doch ſagt Liebig ganz richtig: „Aus Nichts kann keine Kraft „entſtehen“ [268]). „Es giebt in der Natur keine Kraft, „die etwas aus ſich ſelbſt erzeugt und ſchafft, keine, „welche fähig iſt, die Urſachen zu vernichten, welche der „Materie ihre Eigenſchaften geben; das Eiſen hört nie „auf Eiſen, der Kohlenſtoff Kohlenſtoff, der Waſſerſtoff „Waſſerſtoff zu ſein; aus den Elementen der organiſchen „Körper kann nie Eiſen, es kann kein Schwefel, kein „Phosphor daraus entſtehen.“ [269])

Nur weil ſich Liebig nicht frei machen kann von dem Gegenſatz zwiſchen Kraft und Stoff, weil er von Urſachen ſpricht, „welche der Materie ihre Eigenſchaften „geben“, weil er nicht einſieht, daß die Kraft nichts weiter iſt, als eine unzertrennliche Eigenſchaft des Stoffs, kann er der alten Bezeichnung Lebenskraft und dem Worte Verwandtſchaft einen gleichen Sinn unterlegen [270]).

Darin liegt aber der Irrthum, der den geläufigen Vorstellungen von der Lebenskraft in so gefährlicher Weise anklebt, daß die Lebenskraft eine Kraft sein soll ohne Träger, eine Idee, die den Leib baut, ein selbstherrliches Nichts, mit dem man alles an- und aufstellen kann, weil es durch keine Wirklichkeit bedingt, begrenzt, begründet ist. Die Verwandtschaft dagegen ist ein ewiges, ein unverwüstliches Merkmal des Stoffs, das diesen nie verläßt, nicht im Leben, nicht im Tode.

Liebig selbst hat es so richtig gesagt: „sie" (ungebildete Aerzte) „und ihre Geistesverwandten verdrießt „es, daß die Wahrheit so einfach ist, obwohl es ihnen „mit aller Mühe nicht gelingt, sie praktisch zu nützen; „daher geben sie uns die unmöglichsten Ansichten und „schaffen sich in dem Worte Lebenskraft ein wunder„bares Ding, mit dem sie alle Erscheinungen erklären, „die sie nicht verstehen. Mit einem durchaus unbe„greiflichen, unbestimmten Etwas erklärt man „alles, was nicht begreiflich ist" [271]). Niemand hat aber meines Bedünkens die sittliche Folge dieses Verfahrens kräftiger und greifbarer ausgedrückt als DuBois-Reymond, wenn er sagt: „Die Lebenskraft ist der „unüberspringbar breite Graben, von dem der Wett„renner auf der Bahn mit Hindernissen fälschlich gehört „hat, den er nun hinter jeder Hecke wähnt, und dadurch „moralisch gelähmt wird." [272])

Man braucht denn auch die Liebig'schen Briefe nur fleißig zu lesen, um es mindestens zweifelhaft zu finden, ob die Ueberzeugung von dem Vorhandensein einer Lebenskraft bei Liebig die Festigkeit besitzt, die allein in den Stand setzt, eine strenge Folgerichtigkeit zu behaupten. „In einem Thier der höheren Klassen", sagt Liebig, „beobachten wir in der Anordnung seiner Theile „und in den von diesen ausgehenden wunderbaren Thä„tigkeiten eine so große und auffallende Verschiedenheit „von allen Erscheinungen der unbelebten Natur, daß „Viele verführt sind, sie besonderen, von den unorga„nischen ganz abweichenden Kräften zuzuschreiben; die „vitalen Erscheinungen und ihre unbekannten Ursachen „erschienen lange Zeit hindurch den Forschern so über„wiegend, daß man die Mitwirkung der chemischen und „physikalischen Kräfte vergaß, daß man ihr Vorhanden„sein bestritt und läugnete; in den niedrigsten Pflanzen„gebilden sind, im Gegensatze hierzu, chemische und „physikalische Thätigkeiten so vorherrschend, daß die „Existenz der vitalen ganz besonderer Beweise bedarf." „An ihrer Grenzlinie sind die Wirkungen der chemischen „Kräfte von denen der Lebenskraft nicht mehr unter„scheidbar" [273]). „Wenn wir sehen", heißt es an einer anderen Stelle, „daß die Ursachen oder Kräfte, von „welchen die Eigenschaften der Körper, ihre Fähigkeit, „auf unsere Sinne einen Eindruck zu machen oder über-

„haupt einen Effekt auszuüben, in einem ermittelbaren „Abhängigkeitsverhältniſſe zu einander ſtehen, wer könnte „gegenwärtig daran zweifeln, daß die vitalen Eigen„ſchaften dieſen Geſetzen der Abhängigkeit gleich allen „anderen Eigenſchaften folgen, daß die chemiſchen und „phyſikaliſchen Eigenſchaften der Elemente, ihre Form „oder Ordnungsweiſe, eine ganz beſtimmte und beſtimm„bare Rolle in den Lebenserſcheinungen ſpielen?“ [274])

Und wie vortrefflich paßt hierzu die folgende Bemerkung: „Wir haben in der neueren Zeit eine große „Anzahl von Erſcheinungen kennen gelernt, von denen „wir kaum wiſſen, welche von allen den bekannten Ur„ſachen daran Theil haben. In früherer Zeit würde „man ſich beeilt haben, die Exiſtenz ganz beſonderer, „bis dahin unbekannter Kräfte daraus zu folgern; wir „thun dies nicht, weil wir unſerer Unwiſſenheit in Be„ziehung auf die Eigenthümlichkeit der bekannten, na„mentlich der ſogenannten Molecularkräfte, der Cohäſion „und Affinität uns bewußt ſind.“ [275])

Alle Vorſtellungen von der Lebenskraft laſſen ſich auf die tief wurzelnde Neigung des Menſchen zurückführen, ſich eine Reihe von Erſcheinungen, deren Zuſammenhang ihm räthſelhaft blieb, in der Geſtalt einer Perſönlichkeit vorzuſtellen. Merkwürdig genug entſpringt die weſenloſeſte Trennung von Kraft und Stoff gerade dem Bedürfniß, ſich in den Wogen ſchwankender Erſcheinungen

an dem zum Steuermann verkörperten Bilde eines gemeinsamen Grundes festzuhalten. Die leibhaftigste Wirklichkeit und die wesenloseste Verflüchtigung entwachsen Einem Stamme.

Wenn die Elemente, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, einmal organisirt sind, dann haben die bestimmten Gestalten ein Beharrungsvermögen, das, wie die bisherige Erfahrung lehrt, auf Jahrhunderte und Jahrtausende fortdauert. Mittelst der Samen, Knospen, Eier kehren die nämlichen Gestalten in bestimmtem Wechsel wieder. Auf die regelmäßige Wiederkehr hat man vorzugsweise die naturgeschichtliche Eintheilung in Arten gegründet.

Den Inbegriff der Umstände, den Zustand, durch welchen die Verwandtschaft der Materie mit jenem Beharrungsvermögen dieselben Formen erzeugt, hat Henle nach Schelling's Vorgang mit dem Namen der typischen Kraft belegt. Ein kleiner Fortschritt ist in diesen typischen Kräften im Vergleich zur Lebenskraft gegeben, indem dieselben doch so viel Zustände der Materie anerkennen, als es Organe giebt und Arten. Allein die typische Kraft der Pflanzen und Thiere ist eine ebenso leere Vorstellung oder auch eine ebenso kindliche Gestaltung zur Person, wie ihre Mutter, die Lebenskraft.

Angesichts der Unklarheit, von der sich mit Liebig so viele namhafte Naturforscher nicht befreien konnten,

kann ich mir die Freude nicht versagen, eine längere Stelle von Du Bois-Reymond hier mitzutheilen. Nicht um meinen Standpunkt durch das Ansehen eines Mannes zu unterstützen, dessen Gedankenreichthum mit erfolgreicher Forschung im Bunde ihn in kurzer Zeit auf die höchsten Stufen der Anerkennung getragen hat, sondern weil es mir immer wichtig scheint, wenn sich zwei Männer, unabhängig von einander, in der Beantwortung einer Lebensfrage begegnen. Die Vorrede zu Du Bois-Reymond's wichtigem Werke über die thierische Elektricität war längst geschrieben und gedruckt, bevor ich die Einleitung zu meiner Physiologie des Stoffwechsels schrieb. Und dennoch hatte ich jene nicht gelesen, als diese bereits erschienen war. Ich sage das nicht, um für mich einen Theil der Ehre zu retten, die etwa jener Gedankenentwicklung gebühren könnte — wenn ihr anders für jetzt Ehre oder Anerkennung bevorsteht. Ich theile jenen Umstand vielmehr nur darum mit, weil ich auch meinen Lesern die Freude gönne, welche mir jenes Begegnen bereitet hat, und weil ich Du Bois-Reymond's vortreffliche Erörterung einem Kreise bekannt machen möchte, dem sein gelehrtes, inhaltreiches Buch höchst wahrscheinlich ein Geheimniß bleibt.

„Die sogenannte Lebenskraft in der Art, wie sie „gewöhnlich auf allen Punkten des belebten Körpers „gegenwärtig gedacht wird, ist ein Unding. Wenn die

„andere Partei darauf besteht, daß in den Organismen „Kräfte walten, welche nicht außerhalb derselben gefun„den werden, so bleibt ihr nichts Anderes übrig, als „Folgendes zu behaupten. Ein Stofftheilchen, indem „es in den Wirbel der Lebensvorgänge geräth, wird „zeitweise mit neuen Kräften begabt. Diese Kräfte gehen „wiederum verloren, wenn der Lebenswirbel, des Theil„chens überdrüssig, es endlich auswirft an die Küste „der todten Natur. Wir sind (oben) zu der Einsicht „gelangt, daß zwischen den Vorgängen der anorganischen „und denen der organischen Natur kein anderer Unter„schied denkbar sei, als derjenige, daß in beiden die „Stofftheilchen mit verschiedenen Kräften ausgerüstet „seien. Ob eine solche Verschiedenheit wirklich statt„finde, haben wir noch unerörtert gelassen. Den Ver„theidigern der Lebenskräfte erscheint dieselbe als eine „ausgemachte Sache, und sie würde nach ihnen, wenn „sie folgerichtig schließen wollen, also zu suchen sein „eben in jenen neuen Kräften, womit die Stofftheilchen „in den Organismen ausgerüstet werden."

„Diese Annahme ist unhaltbar. Um dies zu zeigen, „ist es nöthig, etwas tiefer einzugehen auf den Begriff, „der zu verbinden ist mit dem Worte „„Kraft."" Wir „haben oben für einen Augenblick gelten lassen die Be„stimmung der Kraft als der Ursache der Bewegung. Es „ist dies eine bequeme Redeweise, deren man sich nicht

„leicht entſchlagen kann und ſich ihrer auch immerhin be-
„dienen mag. Nur darf man nie vergeſſen, daß der
„Kraft in dieſem Sinne keine Wirklichkeit zukommt, ſo
„wie man an den Grund der Erſcheinungen denkt. Geht
„man auf dieſen Grund, ſo erkennt man bald, daß es
„weder Kräfte noch Materie giebt. Beides ſind von
„verſchiedenen Standpunkten aus aufgenommene Abſtrac-
„tionen der Dinge, wie ſie ſind. Sie ergänzen einander
„und ſie ſetzen einander voraus. Vereinzelt haben ſie
„keinen Beſtand, ſo daß die vorſtellende Thätigkeit, in-
„dem ſie das Weſen der Dinge zu zergliedern ſtrebt, kei-
„nen Ruhepunkt findet, ſondern in's Unendliche zwiſchen
„beiden Abſtractionen hin und her ſchwankt."

„Die Kraft in jenem Sinne iſt nichts als eine ver-
„ſteckte Ausgeburt des unwiderſtehlichen Hanges zur
„Perſonification, der uns eingeprägt iſt; gleichſam ein
„rhetoriſcher Kunſtgriff unſeres Gehirns, das zur tro-
„piſchen Wendung greift, weil ihm zum innern Ausdruck
„die Klarheit der Vorſtellung fehlt. In den Begriffen
„von Kraft und Materie ſehen wir wiederkehren den-
„ſelben Dualismus, der ſich in den Vorſtellungen von
„Gott und der Welt, von Seele und Leib hervordrängt.
„Es iſt, nur verfeinert, immer noch daſſelbe Bedürfniß,
„welches einſt die Menſchen trieb, Buſch und Quell,
„Fels, Luft und Meer mit Geſchöpfen ihrer Einbil-
„dungskraft zu bevölkern. Was iſt gewonnen, wenn

„man ſagt, es ſei die gegenſeitige Anziehungskraft, wo„durch zwei Stofftheilchen ſich einander nähern? Nicht „der Schatten einer Einſicht in das Weſen des Vor„ganges. Aber, ſeltſam genug, es liegt, für das uns „innewohnende Trachten nach den Urſachen, eine Art „von Beruhigung in dem unwillkürlich vor unſerem in„nern Auge ſich hinzeichnenden Bilde einer Hand, welche „die träge Materie leiſe vor ſich herſchiebt, oder von „unſichtbaren Polypenarmen, womit die Stofftheilchen „ſich umklammern, ſich gegenſeitig an ſich zu reißen „ſuchen, endlich in einen Knoten ſich verſtricken.“

Und weiter: „Es iſt klar, daß es unter dieſen Um„ſtänden gar keinen Sinn mehr bietet, wenn die Rede „iſt von einer Kraft als einem ſelbſtändigen Dinge, „welches der Materie gegenüber ein unabhängiges Da„ſein behaupte; welches außerhalb derſelben befindlich, „auf ſie wirke, wenn ſie zufällig in ſeinen Bereich ge„räth; welches ihr ferner zeitweiſe zuertheilt und wieder„um von ihr abgelöſt werden könne. Nur die unerforſch„liche Zweieinigkeit, in der wir vereint Materie und „Kraft erkennen, kann bewegend und bewegt werdend „in Wechſelwirkung gerathen mit ihres Gleichen, dem „gleich Unerforſchlichen. Die Materie iſt nicht wie ein „Fuhrwerk, davor die Kräfte, als Pferde, nach Belie„ben nun angeſpannt, dann wieder abgeſchirrt werden „können. Ein Eiſentheilchen iſt und bleibt zuverläſſig ein

„und daſſelbe Ding, gleichviel ob es im Meteorſtein den „Weltkreis durchzieht, im Dampfwagenrade auf den „Schienen dahinſchmettert, oder in der Blutzelle durch „die Schläfe eines Dichters rinnt. So wenig, als in „dem Mechanismus von Menſchenhand, iſt in dem letz„teren Falle irgend etwas hinzugetreten zu den Eigen„ſchaften jenes Theilchens, irgend etwas davon entfernt „worden. Dieſe Eigenſchaften ſind von Ewigkeit, ſie „ſind unveräußerlich, unübertragbar.“

„Es kann daher nicht länger zweifelhaft bleiben, was „zu halten ſei von der Frage, ob der von uns als einzig „möglich erkannte Unterſchied zwiſchen den Vorgängen „der todten und belebten Natur auch wirklich beſtehe. „Ein ſolcher Unterſchied findet nicht ſtatt. Es kommen „in den Organismen den Stofftheilchen keine neuen Kräfte „zu, keine Kräfte, die nicht auch außerhalb derſelben „wirkſam wären. Es giebt alſo keine Kräfte, welche „den Namen von Lebenskräften verdienen. Die Schei„dung zwiſchen der ſogenannten organiſchen und der „anorganiſchen Natur iſt eine ganz willkürliche. Die„jenigen, welche ſie aufrecht zu erhalten ſtreben, welche „die Irrlehre von der Lebenskraft predigen, unter welcher „Form, welcher täuſchenden Verkleidung es auch ſei, „ſolche Köpfe ſind, mögen ſie ſich deſſen für verſichert „halten, niemals bis an die Grenzen ihres Denkens „vorgedrungen.“ [276])

Kein Stoff ohne Kraft. Aber auch keine Kraft ohne Stoff. Die Eigenschaften der Grundstoffe sind unveränderlich. Es kann demnach von keiner Lebenskraft die Rede sein. Und ebenso unklar ist die Vorstellung, wenn Liebig von einer „unorganischen Kraft" spricht. [277])

Das Leben ist nicht der Ausfluß einer ganz besonderen Kraft, es ist vielmehr ein Zustand des Stoffs, gegründet auf die unveräußerlichen Eigenschaften desselben, bedingt durch eigenthümliche Bewegungserscheinungen, wie sie Wärme und Licht, Wasser und Luft, Elektricität und mechanische Erschütterung am Stoff hervorrufen. Die thätigen Einflüsse, die sogenannten Kräfte sind warme Stoffe, elektrisch erregte Stoffe, schwingende Körper, Lichtwellen, Schallwellen, kurz Alles, was Bewegung durch Bewegung erweckt.

Aber der Mensch schafft Alles nach seinem Ebenbilde, die Ursache der Erscheinung, wie den Gott, den er anbetet. Erst in der neuesten Zeit ward diese kindliche Lust an der Gestaltung überwunden, in der Wissenschaft wie im Glauben. Will man die herculische That, an welcher in unsrer Zeit ein großer Theil der Menschen, ja unbewußt vielleicht die ganze Menschheit arbeitet, so weit sie forscht, an Einen Namen knüpfen, dann hat Ludwig Feuerbach die That vollbracht. Durch ihn ist die menschliche Grundlage für alle Anschauung, für alles Denken ein mit Bewußtsein anerkannter Fels geworden. Menschenkunde,

Anthropologie, hat Feuerbach zum Banner gemacht. Die Fahne wird siegreich durch die Erforschung des Stoffs und stofflicher Bewegung. Ich habe kein Hehl, es auszusprechen: die Angel, um welche die heutige Weltweisheit sich dreht, ist die Lehre vom Stoffwechsel.

Achtzehnter Brief.

Der Gedanke.

Die Kraft iſt eine Eigenſchaft des Stoffs. Die Kraft iſt vom Stoff unzertrennlich. Die Kraft iſt ſo unſterblich wie der Stoff.

Um dieſe Sätze in ihrer Beziehung auf das Hirnleben zu entwickeln, muß ich zunächſt auf einen Grundirrthum aufmerkſam machen, der unter Anderen von Liebig vertreten wird, der manche Leſer unter den Laien irreführen könnte und deshalb vornweg abgethan werden muß, damit wir ſo unbefangen wie möglich die Zergliederung des Thatbeſtandes unternehmen können.

„Die Vorgänge der Befruchtung", ſagt Liebig, „der Entwicklung und des Wachsthums der Thiere, „die Beziehungen ihrer Organe zu einander und die „dieſen zukommenden Thätigkeiten, die Geſetze ihrer Be„wegung und der flüſſigen Beſtandtheile des Thier„körpers, die Eigenthümlichkeiten der Nerven- und „Muskelfaſer, alle dieſe auffallenden und merkwürdigen

„Erscheinungen lassen sich ermitteln ohne alle Rücksicht „auf die Materie oder den Stoff, aus dem die Träger „derselben bestehen.“ [278])

Wahrlich, es genügt mit diesem einen Worte, um zu beweisen, daß Liebig kein Physiologe ist. Das ganze Wachsthum besteht in einer Aufnahme und Anziehung des Stoffs, die Möglichkeit der Befruchtung, der Entwicklung ist darauf gegründet, daß das Ei und der Samen die Bestandtheile des Bluts enthalten, mithin diejenigen, aus welchen alle Gewebe des Körpers hervorgehen können, und die Thätigkeit von Muskeln und Nerven ist so gut an ihre stoffliche Verschiedenheit gebunden, wie es wahr ist, daß die Muskeln nach Liebig's Untersuchungen nicht bestehen ohne Kali, das Hirn und die Nerven nach Frémy und Gobley nicht ohne phosphorhaltiges Fett.

Ich darf hier nicht unterlassen, zu bemerken, daß Liebig die Bedeutung und sogar die Anwesenheit des phosphorhaltigen Fettes im Hirn bekämpft. „Manche „Schriftsteller behaupten“, heißt es bei Liebig, „daß „das Fleisch und Brod Phosphor, die Milch (?) und Eier „ein phosphorhaltiges Fett gleichwie das Gehirn ent„halten, und daß an das phosphorhaltige Fett die Ent„stehung, folglich auch die Thätigkeit des Gehirns ge„knüpft sei. Daher lasse sich z. B. bei Denkern (weil „sie viel Phosphor verbrauchen) kein Ueberfluß an Phos-

„phor annehmen, und es bleibe immer wahr: ohne „Phosphor kein Gedanke.“ [279])

Liebig bezieht ſich bei dieſen Worten auf eine Stelle aus meiner Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, die ich hier wörtlich wiederholen muß, weil ich in der ganz unvermittelten und unklaren Mittheilung Liebig's meinen Gedankengang nicht wiedererkennen kann. Ich habe geſagt: „Das Gehirn kann ohne phosphorhaltiges „Fett nicht beſtehen, das den Phosphor dem Eiweiß und „Faſerſtoff des Bluts verdankt. Aus anderen Grund„ſtoffen kann kein Phosphor werden. Darum iſt es ein „nothwendiger Schluß, daß Fleiſch, Brod, Erbſen er„forderlich ſind, um die Ernährung des Gehirns zu er„halten, und daß Speiſen, die, wie Fiſch und Eier, „fertig gebildetes phosphorhaltiges Fett enthalten, die „Zufuhr dieſes eigenthümlichen Beſtandtheils in das „Gehirn erleichtern müſſen. An das phosphorhaltige „Fett iſt die Entſtehung, folglich auch die Thätigkeit des „Hirns geknüpft. Daher ſagt man im Spaß, daß ein „kluger Mann viel Phosphor im Gehirn habe. Denn „im Ernſte wird es kein Naturforſcher mei„nen. Die Miſchung eines Werkzeugs leidet „unter dem Zuviel ſo gut, wie unter dem Zu„wenig. Eine übermäßige Zufuhr eines einzelnen Be„ſtandtheils laſſen die Geſetze regelmäßiger Anziehung, „welche die Ernährung der Gewebe bedingen, nicht ſo

„leicht befürchten, während die Verrichtung leidet, wenn „der Stoff in zu geringem Verhältniß vorhanden iſt. „Deshalb läßt ſich bei großen Denkern kein Ueberfluß an „Phosphor annehmen. Und dennoch bleibt es wahr: „ohne Phosphor kein Gedanke.[280])

Nicht mir, ſondern der Anſchauung, die ich vertrete, war ich es ſchuldig, auf jene, gewiß unabſichtliche Verſtümmelung und Verwirrung meines Gedankens durch den einfachen Vergleich von Liebig's Worten mit den meinigen aufmerkſam zu machen. Demnach iſt es mir von beſonderer Wichtigkeit hervorzuheben, daß der von Liebig begonnene Kampf ſich um Worte dreht. „Die „Wiſſenſchaft kennt keinen Beweis", ſagt Liebig, „daß „der thieriſche Körper und die Nahrung der Menſchen „und Thiere Phosphor enthalten, in der Form, wie „etwa Schwefel darin enthalten iſt"[281]). Nun aber giebt Liebig zu, daß das Gehirn Phosphorſäure enthält[282]), und wir wiſſen es aus Gobley's Unterſuchungen, daß das Gehirn ein Fett führt, das, mit Mineralſäuren oder Alkalien behandelt, in Oelſäure, Perlmutterfettſäure *) und in eine Verbindung des Oelſüßes mit Phosphorſäure **) zerfällt[283]). Alſo ſteht es feſt, daß das Gehirn Phosphorſäure enthält, daß ein Theil dieſer Phosphorſäure dem Hirnfett angehört.

*) Margarinſäure.
**) Phosphorglycerinſäure.

Phosphorsäure ist eine Verbindung von Phosphor mit Sauerstoff. Also ist das Hirnfett phosphorhaltig. Als ich in meiner Lehre der Nahrungsmittel von phosphorhaltigem Fett sprach, habe ich mit keiner Sylbe etwas ausgesagt über die Form, in welcher der Phosphor im Fette steckt. Daß nach Gobley's neuesten Untersuchungen der Phosphor als eine Verbindung von Phosphorsäure mit Oelsüß aus einem Fett des Hirns erhalten werden kann, das wußte ich so gut, wie Liebig. Aber Liebig, denke ich, wird es, so gut wie ich, wissen, daß damit noch nicht außer allen Zweifel gestellt ist, ob der Phosphor ursprünglich im Fett als eine Verbindung von Phosphorsäure mit Oelsüß oder in einer anderen Form vorhanden sei. Es galt einer Einzelnheit, über die ich mich für meinen damaligen Zweck nicht zu verbreiten brauchte.

Sei dem wie ihm wolle. Es ist unbestreitbar, daß das Gehirn ein phosphorhaltiges Fett enthält, daß es ohne phosphorhaltiges Fett nicht besteht. Es ist ebenso unbestreitbar, wenn Liebig sagt: „Aus den „Elementen der organischen Körper kann nie Eisen, „es kann kein Schwefel, kein Phosphor daraus ent„stehen“ [284]). Ich darf hier wohl an eine Stelle aus meiner Lehre der Nahrungsmittel erinnern: „Kein „Grundstoff läßt sich in einen anderen verwandeln. „Dies ist die ganze Lösung des Geheimnisses. Aus

„Phosphor wird kein Sauerstoff, aus Sauerstoff „kein Kohlenstoff, aus Kohlenstoff kein Stickstoff, aus „Stickstoff kein Schwefel. Keine Macht ist im Stande, „eine Ausnahme von dieser Regel zu bewirken. So „wenig aus nichts etwas geboren wird, so wenig „vermag eine schöpferische Kraft des Körpers Eisen „in Wasserstoff oder Chlor in Calcium zu verwan„deln." [285])

Liebig selbst sagt es mit so viel Worten: „Die „Gehirn- und Nervensubstanz enthalten eine mit einem „Fette oder einer fetten Säure gepaarte Phosphorsäure, „die letztere zum Theil in Verbindung mit einem Al„kali" [286]). Wenn Liebig trotzdem im Jahr 1855 drucken läßt: „Die Ehre der Erfindung, daß Phosphor „im Gehirn sei, gehört nicht mir, sondern Herrn Dr. „Moleschott an, und ich habe in meinen chemischen „Briefen erklärt, daß sie falsch sei und durch keine ein„zige Thatsache begründet werden könne" [286a]), so ist das ein Verfahren, auf das man nur hinzuweisen braucht, ohne darüber seine richtende Stimme in einem Ton zu erheben, den man gern aus einem wissenschaftlichen Werk verbannt. Liebig weiß nämlich sehr gut, daß es unter Chemikern üblich ist, vom Vorkommen eines Grundstoffs zu reden, wenn man gleich Ursache hat anzunehmen, daß dieser Grundstoff an der betreffenden Stelle mit anderen Grundstoffen verbunden ist. So sagt man, daß die ei-

weißartigen Körper, daß eine Säure der Galle, daß Leim Schwefel enthalte, ohne irgendwie damit abzurtheilen über die Verbindung, in welcher dieser Schwefel möglicher und wahrscheinlicher Weise in den genannten Körpern auftritt. So sprach ich von dem Phosphorgehalt des Hirnfetts, den seitdem von Bibra durch eine Reihe der fleißigsten Untersuchungen bestätigt hat. Von Bibra hat ausdrücklich nachgewiesen, daß der Phosphorgehalt des Hirnfetts nicht etwa von einem anhängenden phosphorsauren Salze herrührt [286b]). Schreibt mir Liebig die Behauptung zu, das Gehirn enthalte gediegenen Phosphor, so sehe ich mich genöthigt, wenn auch noch so ungern, dies für eine ganz willkürliche, mit Unrecht verdächtigende Erfindung zu erklären, mit deren Ehre ich nichts zu thun habe.

Mit Nachdruck habe ich schon im Jahre 1850 hervorgehoben, daß man aus der nothwendigen Beziehung, in welcher das phosphorhaltige Fett zum Hirn steht, nicht schließen darf, daß einer großen geistigen Kraft ein um so größerer Gehalt von Phosphor im Gehirn entsprechen müsse. Ich wiederhole mit schärfster Betonung: Die Mischung eines Werkzeugs leidet unter dem Zuviel so gut wie unter dem Zuwenig. Ich freue mich hier mittheilen zu können, daß von Bibra, gestützt auf zahlreiche Untersuchungen, die Richtigkeit dieses Gedankens, zu dem mich eine grundsätzliche Betrachtung des Gegenstandes

geleitet hatte, bestätigt. Der Leser muß von Bibra's eigene Worte hören. Er sagt: „Ich bin durch eine „Reihe von Untersuchungen zu der Ueberzeu„gung gelangt, daß der Phosphor, welcher „im Gehirn gefunden wird, zwar unbedingt „ein integrirender Bestandtheil mehrerer „Fette desselben ist, und mithin ohne Zweifel „auch unumgänglich nöthig ist für die Zusam„mensetzung des Gehirns überhaupt; daß „aber eine größere oder geringere Menge „dieses Körpers keineswegs mehr oder we„niger Intelligenz bedingt, Blödsinn oder „Tobsucht bezeichnet, oder daß sich bei höher „stehenden Thieren eine größere Menge des„selben nachweisen ließe, als bei niederen „Klassen“ [286c]). Und diese Worte stehen in Liebig's Zeitschrift. Liebig schreibt aber ein Jahr darauf: „Die Ehre der Erfindung, daß Phosphor im Gehirn „sei, gehört nicht mir, sondern Herrn Dr. Moleschott „an, und ich habe in meinen chemischen Briefen erklärt, „daß sie falsch sei und durch keine einzige Thatsache be„gründet werden könne.“ Glücklicherweise braucht man nicht daran zu erinnern, daß die Erklärungen selbst der berühmtesten Männer machtlos verhallen gegenüber der anspruchslosen Stimme gründlicher Untersuchungen.

Ich wiederhole jetzt: Das Gehirn enthält Phosphor,

wahrſcheinlich als Phosphorſäure mit einem Fette oder mit einer fetten Säure gepaart. Die Formbeſtandtheile des Gehirns können ſich nur mit Hülfe jenes phosphorhaltigen Fetts entwickeln. Liebig giebt zu, daß das Hirn der Sitz der Gedankenthätigkeit iſt, „daß die Wirkungen des Gehirns im Verhältniß ſtehen müſſen zu „der Maſſe des Gehirns“ [287]). Und alſo: ohne Phosphor kein Gedanke.

Genau in derſelben Bedeutung kann man ſagen, daß unſre Muskeln ohne Kali nicht beſtehen können, alſo ohne Kali keine Ortsbewegung möglich iſt. Daraus folgt aber nimmermehr, daß ein Muskel nur dann höher entwickelt und beſſer zur Zuſammenziehung befähigt ſein kann, als ein anderer, wenn er dieſen im Reichthum an Kali übertrifft. Eben ſo wenig kann aus meinem Satze: ohne Phosphor kein Gedanke, gefolgert werden, daß die Gedankenthätigkeit eines Hirns durch deſſen Phosphormenge gemeſſen werde. Ich finde vielmehr meine Anſchauung von der Bedeutung des phosphorhaltigen Fettes für das Hirnleben vollkommen bekräftigt durch von Bibra's Mittheilungen, wenn er ſagt: „Daß durch ein quantitativ verändertes Verhältniß der „phosphorhaltigen Fette und mithin des Phosphors „eine größere oder geringere Intelligenz bedingt werde, „Tobſucht, Blödſinn oder irgendwie eine Reaction auf „ſogenannte geiſtige Kraft ſtattfinde, hat ſich nicht er-

„geben. Es hat sich zwar herausgestellt, daß die Ge-
„hirne höher stehender Thiere durchschnittlich mehr Fett
„als jene niederer enthalten, mithin auch mehr Phos-
„phor. Aber die Zusammenstellung der einzelnen Fälle
„zeigt, daß das Fett selbst als Ganzes hier eher
„eine Rolle zu spielen bestimmt sein mag. Ich läugne
„natürlich nicht, daß der Phosphor ein integri-
„render Bestandtheil der Gehirnfette ist, es
„ist sogar wahrscheinlich, daß diese phosphorhaltigen
„Fette besondere Bedeutung für den Stoffwechsel des
„Gehirnes haben. Aber ich glaube nicht, daß die Funktion
„des Gehirnes, der Träger des Gedankens, des Willens
„zu sein, speciell bedingt wird durch seinen Phosphor-
„gehalt" [287a]). Kein aufmerksamer Leser meines Buchs kann mir die Ansicht beilegen, als schriebe ich die Thätigkeit des Gehirns ausschließlich dem phosphorhaltigen Fett zu. Unstreitig sind Gallenfett, Eiweiß, Kali und die sämmtlichen übrigen Bestandtheile des Hirns zu seiner Mischung nothwendig und also unerläßliche Bedingungen seiner Verrichtung. Wie ich sagte: ohne Phosphor kein Gedanke, so hätte ich auch sagen können: ohne Eiweiß, ohne Gallenfett, ohne Kali, ja ohne Wasser kein Gedanke, und am erschöpfendsten hätte ich gesagt: ohne Hirn kein Gedanke. Ich wählte den Phosphor oder das phosphorhaltige Fett als den eigenthümlichsten Bestandtheil des Hirns, und nannte einen eigenthümlichen Be-

ſtandtheil des Hirns, um ſo beſtimmt als möglich auszudrücken, daß das Gehirn nicht etwa das Mittel iſt, deſſen ſich ein ſeeliſches Weſen zum Denken bedient, ſondern im ſtrengſten Wortſinn das Werkzeug des Denkens, die Gedankenthätigkeit eine Kraftäußerung, welche unzertrennlich an einen ſtofflichen Träger gebunden iſt.

Das mag genügen, um hier von vornherein das Vorurtheil zu zerſtören, als wenn es gleichgültig wäre, aus welchem Stoff das Werkzeug des Denkens beſteht, um die Verrichtungen des Hirns zu erforſchen.

Ich habe im vorigen Brief ganz allgemein den Beweis geführt, daß Miſchung, Form und Kraft eines Körpers ſich immer gleichzeitig verändern. Die Wichtigkeit des Gegenſtandes mag es rechtfertigen, wenn ich dieſen Satz im einzelnen Fall für das Gehirn einer beſonderen Prüfung unterwerfe.

Wenn der Satz, daß Miſchung, Form und Kraft einander mit Nothwendigkeit bedingen, daß ihre Veränderungen allezeit Hand in Hand mit einander gehen, daß eine Veränderung des einen Glieds jedesmal die ganz gleichzeitige Veränderung der beiden anderen unmittelbar vorausſetzt, auch für das Hirn ſeine Richtigkeit hat, dann müſſen anerkannte ſtoffliche Veränderungen des Hirns einen Einfluß auf das Denken üben. Und umgekehrt, das Denken muß ſich abſpiegeln in den ſtofflichen Zuſtänden des Körpers.

Stoffliche Veränderungen des Hirns üben einen Einfluß auf das Denken.

Der vorderste und größte Abschnitt des Gehirns besteht aus zwei, durch eine tiefe Spalte von einander getrennten Hälften, die beide vereinigt ungefähr die Gestalt einer Halbkugel haben, während jede einzeln eigentlich die Form des Viertels einer Kugel besitzt. Sie heißen trotzdem große Halbkugeln des Hirns.

Wenn in beiden diesen Halbkugeln eine Entartung stattfindet, dann braucht dieselbe häufig nur einen beschränkteren Raum einzunehmen, um Schlafsucht, Geistesschwäche oder vollständigen Blödsinn zu erzeugen.

Das Hirn ist von einer weichen Haut überzogen, welche einen großen Reichthum an Blutgefäßen besitzt. Auf diese weiche Haut folgt nach außen eine sehr zarte Spinnwebenhaut, welche aus zwei Blättern besteht. Endlich ist die Spinnwebenhaut nach außen von einer dritten faserigen Hülle umgeben, die unter dem Namen der harten Hirnhaut bekannt ist.

Zwischen den beiden Blättern der Spinnwebenhaut, die ebenso am Rückenmark vorhanden sind, zu welchem das Gehirn die unmittelbare Fortsetzung bildet, ist ein Saft vorhanden, den man Hirnrückenmarksflüssigkeit nennt. Diese Flüssigkeit kann sich in Krankheiten übermäßig vermehren. Folgen des unregelmäßigen Zustandes sind Verstandesschwäche, Betäubung.

Oft zerreißen im Hirn Blutgefäße, so daß eine beträchtliche Menge Blut in die Hirnmasse austritt. Das ist der häufigste Fall beim sogenannten Schlagfluß. Verlust des Bewußtseins ist eine sehr bekannte Folge dieser krankhaften Veränderung.

Hirnentzündung besteht in einer Ueberfüllung der Blutgefäße des Hirns, der ein unregelmäßig vermehrtes Ausschwitzen der Blutflüssigkeit nachfolgt. Der Irrwahn, der sich in wilden Reden austobt, ist der Ausdruck der Hirnkrankheit. Das Irrsein in Nervenfiebern und anderen Leiden dieser Art geht aus ähnlichen Ursachen hervor.

Wenn der Herzschlag so weit geschwächt wird, daß eine Ohnmacht entsteht, dann wird dem Hirn zu wenig Blut zugeführt. Darum begleitet Bewußtlosigkeit eine vollkommene Ohnmacht. Das Hirn Enthaupteter stirbt in Folge des Blutverlustes in kurzer Zeit ab.

Sauerstoff, den wir beim Athmen aufnehmen, ist zur richtigen Mischung aller Werkzeuge des Körpers erforderlich. Kein Theil aber verspürt den Mangel an Sauerstoff im Blut so rasch wie das Gehirn. Wenn das Hirn nur aderliches Blut enthält, wenn ihm nicht die nöthige Menge schlagaderlichen Blutes zugeführt wird, stellen sich Sinnestäuschungen ein. Kopfschmerz, Schwindel, Bewußtlosigkeit sind gewöhnliche Folgen.

Thee stimmt das Urtheil, Kaffee nährt die gestaltende Kraft des Hirns. Wir kennen in diesem Fall die

ſtoffliche Veränderung nicht, welche das Hirn erleidet. Wir wiſſen aber, daß der Hunger, der auf nichts Anderes gegründet iſt, als auf einen mangelhaften Erſatz der verlorenen Blutbeſtandtheile, unluſtig zur Arbeit, reizbar, aufrühreriſch, wahnſinnig macht.

Beim Genuß von Wein und geiſtigen Getränken geht der Weingeiſt über in's Blut und in das Hirn [288]). Zugleich ſind die Gefäße des Hirns, des Rückenmarks, der Nerven an den Stellen, an welchen ſie aus dem Hirn entſpringen, die Gefäße der Hirnhäute mit Blut überfüllt. Die Anweſenheit des Weingeiſtes, der ſich durch Aufnahme von Sauerſtoff in Aldehyd verwandelt, und dieſe Anhäufung des Bluts im Hirn ſind die Urſachen des Rauſches.

Aber ebenſo wie offenbare ſtoffliche Veränderungen des Hirnes Thätigkeit beherrſchen, ſo greift auch die Verrichtung des Hirns durch die ſtofflichen Zuſtände des Körpers hindurch.

Das Hirn und Rückenmark ſind im Grunde genommen nichts Anderes, als mächtige Anſammlungen von Nervenfaſern, welche an verſchiedenen Stellen, zu Bündeln und Strängen vereinigt, von Hirn und Rückenmark gegen die Oberfläche des Körpers und in die einzelnen Werkzeuge deſſelben ausſtrahlen.

Zu den größten Entdeckungen, die auf dem Gebiet der Phyſiologie in dieſem Jahrhundert gemacht wurden,

gehört unstreitig die Thatsache, daß in allen Nerven ein elektrischer Strom vorhanden ist. Diese Entdeckung haben wir Du Bois-Reymond zu verdanken.

An den Nerven haften die Vorgänge, welche eine Verkürzung der Muskelfasern und dadurch Bewegung veranlassen. Die Nerven sind ferner die Träger der Empfindung im thierischen Körper. Eindrücke, welche die Außenwelt auf unsre Sinne macht, werden als Empfindungen im weitesten Sinne des Worts durch die Nerven zum Rückenmark und zum Gehirn geleitet. In dem Gehirn kommen diese Eindrücke zum Bewußtsein. Reize, die den Nerven am Umkreis des Körpers treffen, werden erst wahrgenommen, wenn sie der Nerv bis zum Gehirn fortgeleitet hat.

Du Bois-Reymond hat seine berühmte Entdeckung dahin erweitert, daß jeder Vorgang in den Nerven, der sich in den Muskeln als Bewegung, in dem Hirn als Empfindung kundgiebt, von einer Veränderung im elektrischen Strom des Nerven begleitet ist. Im Augenblick der Bewegung oder der Empfindung erleidet der Strom nach Du Bois-Reymond's ebenso scharfsinnig ausgedachten, als gründlich und erfolgreich ausgeführten Untersuchungen eine Abnahme.

Nun aber bewirkt der elektrische Strom überall eine chemische Umwandlung der feuchten Leiter, die er durchsetzt. Der elektrische Strom ist sogar im Stande, Wasser

zu zerſetzen, alſo diejenige Verbindung, in welcher die Grundſtoffe, der Waſſerſtoff und Sauerſtoff, die ſchroffſten Gegenſätze, auf's Innigſte mit einander verbunden ſind. Folglich muß auch in den Nerven mit dem elektriſchen Strom eine chemiſche Umwandlung Hand in Hand gehen. Und jeder Veränderung im elektriſchen Strom muß eine ſtoffliche Veränderung im Nerven entſprechen.

Das Hirn iſt eine Anſammlung bewegender und empfindender Faſern. Alle Vorgänge der Empfindung und Bewegung ſind von einer Abnahme des Nervenſtroms und demnach auch von einer chemiſchen Umſetzung des Stoffs begleitet.

Mit Einem Worte: Die Nerven pflanzen ſtoffliche Veränderungen als Empfindungen zum Gehirne fort.

Verſchiedene Formen der Hirnthätigkeit ertheilen den verſchiedenſten ſtofflichen Bewegungsvorgängen des Körpers ihr Gepräge.

Gemüthsbewegungen beherrſchen den Durchmeſſer der feinſten Blutgefäße, der Haargefäße des Antlitzes. Wir erblaſſen vor Schreck, weil die Haargefäße der Wangenhaut eine Verengerung erleiden, in deren Folge ſie weniger rothes Blut führen. Umgekehrt erweitern ſich die Haargefäße des Geſichts, wenn wir glühen vor Zorn oder erröthen vor Scham.

Wenn das Auge glänzt vor Freude, ſo iſt es praller mit Säften gefüllt. Von dem ſtärker gewölbten Aug-

apfel, von dem ein größerer Abſchnitt aus der Augenhöhle hervorragt, wird mehr Licht zurückgeworfen; der Augapfel glänzt aus demſelben Grunde, der auch dem Kinderauge ſeinen lieblichen Glanz verleiht.

In einer freudigen Erregung wird die Zahl der Pulsſchläge in der Minute vermehrt, während umgekehrt ein plötzlicher Schreck den Puls verzögern, ja ſogar einen augenblicklichen Stillſtand des Herzens, eine Ohnmacht erzeugen kann.

So verändern Gemüthsbewegungen die Milch der Mutter. Die Erinnerung an leckere Speiſen bedingt vermehrte Speichelabſonderung. Schon die Alten wußten es, daß die Leber bei leidenſchaftlichen Wallungen des Gemüths eine wichtige Rolle ſpielt. Aerger erzeugt Gallenergüſſe oder Verſtopfung der Gallengänge und in ihrer Folge Gelbſucht. Wehmuth, Schmerz, Freude, Mitleid vermehren die Abſonderung der Thränen. Und es hat ſchwerlich Jemand ſeine Jungfernrede gehalten, ohne daß ihm ein vermehrter Drang zum Harnlaſſen und Blähungen die Aufregung ſeines Hirns als einen körperlichen Zuſtand fühlbar machten.

Wenn wir endlich in Folge angeſtrengter Gedankenarbeit hungrig werden und dabei, wie Davy und von Bärenſprung berichten, die Eigenwärme eine Steigerung erleidet [289]), ſo kann das nur durch einen beſchleunigten Stoffwechſel erklärt werden. Hunger iſt ein ſicheres Anzeichen einer Verarmung des Bluts und der

Gewebe, einer Veränderung in der stofflichen Mischung, die sich in den Nerven bis zum Gehirn als Empfindung fortpflanzt. Jene Verarmung erfolgt nur durch eine vermehrte Ausscheidung und namentlich durch eine Zunahme der ausgehauchten Kohlensäure. Somit muß die Verbrennung im Körper gesteigert sein. Und daß beim Denken auch die Wärme erhöht wird, das ist die Probe, welche die Richtigkeit unsrer Rechnung bestätigt, wenn wir die vermehrten Ausgaben des Körpers von der Hirnthätigkeit herleiten. Der Gedanke erweist sich als eine Bewegung des Stoffs.

Es ändert sich aber nicht bloß die Mischung des Hirns mit seiner Thätigkeit. Der Entwicklung des Denkens entspricht auch der Bau des Werkzeugs. Und es ist vollkommen richtig, wenn Liebig sagt: „Die Wirkungen des Gehirns müssen im Verhältniß stehen zu „der Masse des Gehirns, die mechanischen Wirkungen „zu der Masse der Muskelsubstanz.“ [287])

Sömmerring, der berühmteste Zergliederer des menschlichen Körpers, den Deutschland hervorgebracht hat, derselbe, dessen Name beim Volk schon durch seine Freundschaft mit Georg Forster einen guten Klang hat, entdeckte das wichtige Gesetz, daß das Hirn des Menschen im Verhältniß zu der Masse der Kopfnerven größer ist, als das Hirn von irgend einem Thier. [290])

An ihrer Oberfläche sind die Halbkugeln des großen

Gehirns in zahlreiche, mehr oder weniger wulstig hervorragende Halbinseln eingetheilt, welche durch Furchen von einander getrennt werden. Diese Halbinseln haben einen unregelmäßig gewundenen Verlauf und werden deshalb als Hirnwindungen bezeichnet.

Bei den Affen, auch selbst bei denen, welche dem Menschen durch die Ausbildung ihrer geistigen Fähigkeiten am nächsten stehen, sind die Hirnwindungen regelmäßiger gestaltet, die Halbinseln haben auf den beiden Halbkugeln des Hirns eine viel größere Aehnlichkeit der Umrisse, sie sind weniger zahlreich, als beim Menschen (Tiedemann).

Unter den Thieren sind diejenigen, welche im Naturzustand gesellig leben, wie die Robben, Elephanten, Pferde, Rennthiere, Ochsen, die Schaafe und Delphine, durch die große Anzahl und die Unregelmäßigkeit ihrer Hirnwindungen ausgezeichnet (Cuvier und Laurillard).

Jede Halbkugel des großen Gehirns läßt sich in fünf Lappen eintheilen. Ein mittlerer, in der Tiefe verborgener Lappen ist nämlich umgeben von einem vorderen, einem hinteren, einem oberen und einem unteren. Der vordere liegt in der Stirngegend, der hintere in der Gegend des Hinterkopfs, der obere entspricht dem Scheitel, der untere der Schläfe des Schädels. Die vier Lappen, welche den mittleren umgeben, besitzen, jeder einzeln, drei Hauptwindungen (Gratiolet). [291])

Der Menſch, der Orang-Outang und der Chimpanſe beſitzen auch Windungen auf dem mittleren Lappen. Bei allen übrigen Affen iſt der mittlere Lappen durchaus glatt.

Gratiolet, dem wir dieſe Angabe verdanken, hat ſich überhaupt in der neueſten Zeit auf's Eifrigſte bemüht, genaue Unterſchiede zwiſchen dem Hirn des Menſchen und dem der höchſt entwickelten Affen anzugeben. Er hebt es namentlich hervor, daß beim Menſchen, wie beim Affen, außer den Hauptwindungen Uebergangswindungen vom Hinterhauptlappen gegen den Scheitellappen verlaufen. Beim Menſchen ſind zwei von dieſen Windungen groß und oberflächlich. Sie füllen eine ſenkrechte Furche, die beim Affen den Hinterhauptlappen vom Scheitellappen trennt, vollſtändig aus. Durch dieſe Eigenthümlichkeit iſt das Hirn des Menſchen dem Hirn aller Affen entgegengeſetzt. [292])

Vor dem Hirn der Affen iſt das des Menſchen ausgezeichnet durch die Größe ſeines Stirnlappens. Je höher die Affen ſtehen, deſto mächtiger iſt der Stirnlappen entwickelt. Seine Größe weicht zurück gegen die des Scheitellappens und des Hinterhauptlappens, wenn man ſich in der Reihe der Affen nach abwärts bewegt (Gratiolet).

Das Rückenmark geht durch das verlängerte Mark in das Gehirn über. Zwiſchen dem Rückenmark und

dem großen Gehirn, über dem verlängerten Mark liegt das kleine Gehirn.

Beim Menſchen iſt das kleine Gehirn vollſtändig überdeckt von den Halbkugeln des großen Gehirns.

Je höher ein Thier in der Thierreihe ſteht, je mehr es ſich durch ſeine Entwicklung dem Menſchen nähert, deſto vollſtändiger bedeckt das große Gehirn das kleine. Schon bei den Affen ragt nach hinten ein ſchmaler Rand des kleinen Gehirns unter den Halbkugeln des großen Hirns frei hervor. Selbſt der Chimpanſe und der Orang-Outang unterſcheiden ſich hierdurch in ſehr beſtimmter Weiſe vom Menſchen [293]). Alle anderen Thiere, unſere Hauswiederkäuer, der Ochs, das Schaaf entfernen ſich in dieſer Hinſicht weiter vom Menſchen. Die großen Halbkugeln beſitzen jederſeits eine Höhle, die ſogenannte Seitenkammer, welche ſich beim Menſchen in ein hinteres, blind endigendes Horn, die ſogenannte fingerförmige Grube fortſetzt. Dieſe fingerförmige Grube fehlt zugleich mit den Hinterlappen allen Thieren mit Ausnahme der Affen. Das Hirn des Ochſen iſt von dem des Menſchen in ſeinem Bau ſehr weſentlich verſchieden.

Das Geſetz, nach welchem das Hirn um ſo höher entwickelt iſt, je weiter die Halbkugeln des großen Hirns, das kleine bedeckend, nach hinten ragen, hat Tiedemann vor mehr als fünfunddreißig Jahren auch aus der Bildungsgeſchichte des Hirns des Menſchen erwieſen.

Bei der Frucht im Mutterleibe ist das kleine Gehirn erst im siebenten Monat vom großen überwölbt.[294])

Schon Leuret hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Entwicklung der Halbkugeln des großen Gehirns im Verhältniß zum kleinen wichtiger ist als die der Windungen. Und ebenso ertheilt Gratiolet nach seinen neuesten Untersuchungen der Größe des Stirnlappens den Vorrang vor der Zahl und der Unregelmäßigkeit der Windungen. Erst wenn bei zwei Thieren die Halbkugeln des großen Hirns das kleine gleich weit nach hinten überragen, wenn die Stirnlappen in beiden gleich entwickelt sind, werden die zahlreichen und unregelmäßigen Windungen entscheidend für eine höhere Entwicklungsstufe.

Die Affen, und namentlich die Halbaffen, besitzen nicht so wellenförmige Windungen wie der Elephant und der Wallfisch. Aber die allgemeine Form des großen Hirns, das bei den Affen das kleine Gehirn nach hinten viel weiter überdeckt, und die Größe des Stirnlappens stellen das Hirn des Affen dem des Menschen viel näher (Leuret).[295])

Hieraus erklärt es sich auf ganz natürliche Weise, daß man die Entwicklung des Hirns von Menschen nicht lediglich nach dem Reichthum und der Unregelmäßigkeit der Windungen beurtheilen kann. Nur wenn die ganze Gestalt des Hirns, wenn die Entwicklung der Vorder-

lappen in zwei gegebenen Fällen durchaus gleich iſt, wird man die Windungen zum Maaßſtab erheben dürfen. Es begründet alſo durchaus keinen Einwurf gegen das ſtetige Verhältniß zwiſchen Bau und Denkkraft, daß bei Cretinen Gehirne vorkommen, die eine auffallende Anzahl von Windungen zeigen. Dazu kommt noch, daß innere Entartungen die Vorzüge der Windungen vollſtändig aufheben können.

Ein ſehr kleines Gehirn iſt häufig mit Geiſtesſchwäche oder mit Blödſinn verbunden. Und wer die Bilder kennt von Veſal, von Shakeſpeare, von Hegel und Göthe, der hat es ſich wohl ſchon längſt als Ueberzeugung feſtgeſetzt, daß eine hohe, freie Stirn, die einer mächtigen Entwicklung der Stirnlappen entſpricht, den großen Denker verräth. Auch dieſes Geſetz wird nicht dadurch umgeſtoßen, daß ein Hirn mit großen Stirnlappen in ſeinen übrigen Theilen mangelhaft entwickelt, arm an Windungen, regelmäßig in der Furchung beider Halbkugeln ſein kann. Dann wird die Ueberlegenheit der Stirnlappen durch andere Nachtheile verdeckt, und es iſt deshalb durchaus nicht unmöglich, daß hinter einer großen Stirn ein ſchwaches Werkzeug der Gedanken wohnt. Man kann nicht oft genug an die wegen ihrer Einfachheit ſo häufig überſehene Wahrheit erinnern, daß zwiſchen der Entwicklung eines jeden einzelnen Merkmals im Hirnbau und der Vorzüglichkeit des ganzen Werk-

zeugs nur dann ein einfaches gerades Verhältniß besteht, wenn die sämmtlichen übrigen Merkmale auf durchaus gleicher Stufe der Ausbildung stehen.

Nunmehr kann es nicht räthselhaft sein, daß bei Thieren die geistige Thätigkeit um so tiefer sinkt, je weiter man mit dem Messer die Halbkugeln des großen Hirns von oben nach unten abträgt. Man hat enthirnte Vögel durch künstliche Fütterung länger als ein Jahr am Leben erhalten. Die Bildung des Bluts und der Gewebe bleibt möglich. Aber die Thiere verhalten sich ganz stumpf gegen die Eindrücke der Außenwelt. Das Bewußtsein ist spurlos verschwunden.

Ebenso wie wir mit Einem Auge sehen, mit Einem Ohre hören können, so können wir auch mit Einer Halbkugel denken. Man hat bei Menschen in Einer Halbkugel des großen Gehirns Entartungen gefunden, ohne daß die Gedankenthätigkeit hierdurch merklich gestört gewesen war. Man beobachtet das Gleiche an Thieren, denen man eine der beiden Halbkugeln weggeschnitten hat. Aber trotzdem leidet das Bewußtsein. Die Thiere schrecken leichter auf.

Für Liebig's Satz, daß „die Wirkungen des Gehirns im Verhältniß stehen zu der Masse des Gehirns", verdient es alle Beachtung, daß nach Peacock's Wägungen das Hirn des Menschen bis in das fünfundzwanzigste Jahr im Gewicht zunimmt, daß es sich bis

etwa zum fünfzigſten Jahr auf gleicher Höhe erhält, um dann im hohen Alter wieder bedeutend abzunehmen [143]). Nur ausnahmsweiſe behält das Hirn bei Greiſen die Kraft des Mannesalters, ganz ungebrochen ſchwerlich jemals. Von Newton, der fünfundachtzig Jahr alt geworden iſt, wiſſen wir, daß er in ſeinem hohen Alter eine unglückſelige Beſchäftigung mit dem Propheten Daniel und der Offenbarung des Johannes trieb. Die Offenbarung des Johannes als Spielzeug in der Hand des Erforſchers der Geſetze der Schwere! Die Kraft iſt ſo unſterblich wie der Stoff.

Es hat nicht die mindeſte Beweiskraft, daß man nicht immer bei Geiſteskranken eine ſtoffliche Entartung des Gehirns nachweiſen kann. Das ſpricht ſo wenig gegen das unauflösliche Band zwiſchen Hirn und Gedankenthätigkeit, wie es gegen die Geſetze der Schwere ſpricht, daß Hunderte von Naturforſchern nie den Lauf der Sterne beobachtet haben. Einer chemiſchen Unterſuchung hat man das Gehirn von Irren ſo gut wie niemals unterworfen. Und man muß wiſſen, wie zuſammengeſetzt und verwickelt der Bau des Gehirns iſt, man muß wiſſen, daß wir kaum über eine geographiſche Eintheilung des Hirns in benannte Bezirke hinausgekommen ſind, um einzuſehen, daß entweder mehr Kenntniſſe, oder mehr Zeit und Mühe dazu gehören, als gewöhnlich auf eine Leichenöffnung verwandt werden,

um in irgend einem Fall behaupten zu dürfen, das Gehirn eines Geisteskranken sei in seinem Bau und seiner Mischung unversehrt gewesen. Die neuesten Untersuchungen von Bibra's haben gezeigt, daß es nicht genügt, die Menge des Fetts, des Wassers und der festen Theile des Gehirns und einzelner Hirntheile zu wägen, um die Eigenthümlichkeit der Mischung in dem Gehirn von Geisteskranken zu erkennen [295a]). Dazu ist eine mehr in's Einzelne gehende Forschung erforderlich, welche das Hirn in seine besonderen Theile zerlegt und in diesen Theilen die sämmtlichen Bestandtheile berücksichtigt.

Und dennoch liest man bei Liebig: „Das seltsamste „ist....., daß Viele die Eigenthümlichkeiten des un„körperlichen, selbstbewußten, denkenden und empfinden„den Wesens, in diesem Gehäuse, als eine einfache „Folge von dessen innerem Bau und der Anordnung „seiner kleinsten Theilchen ansehen, während die Chemie „den unzweifelhaften Beweis liefert, daß, was diese „allerletzte, feinste, nicht mehr von den Sinnen „wahrnehmbare (!) Zusammensetzung betrifft, der „Mensch identisch mit dem Ochs oder mit dem niedrigsten „Thiere der Schöpfung sein sollte" [296]). Wenn Liebig nicht weiß, daß das Ochsenhirn in seinem Bau von dem des Menschen wesentlich abweicht, so ist das dem Chemiker nicht übel zu nehmen. (Vgl. oben S. 395.) Wenn

aber der Chemiker aussagt, daß die Anordnung der kleinsten Theilchen im Hirn des Ochsen und im Hirn des Menschen die gleiche sei, so behauptet er etwas mit der Feder, was nur durch die Wage zu ermitteln ist. Niemand hat es aber bisher versucht, zu bestimmen, nach welchen Zahlenverhältnissen das Eiweiß, Oelstoff, Perlmutterfett, Gallenfett, das phosphorhaltige Fett und die einzelnen Salze im Hirn des Ochsen und des Menschen vertreten sind. Wenn man aber hiernach durch Wägung forscht, dann wird man einen Unterschied in der Zusammensetzung auffinden, gerade weil der Bau des Ochsenhirns mit dem des menschlichen Gehirns auf keine Weise völlig übereinstimmt. — Diese Worte wurden im Jahre 1852 geschrieben. Seitdem hat von Bibra eine lehrreiche Reihe der fleißigsten Untersuchungen über die Mischung des Gehirns angestellt. Eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit besteht darin, daß der Fettgehalt in hundert Gewichtstheilen Hirn um so kleiner wird, je tiefer man in der Thierreihe niedersteigt. Der Mensch führt in seinem Gehirn mehr Fett als die Säugethiere, die Säugethiere mehr als die Vögel. Zwar der Ochs ist durch einen verhältnißmäßig großen Fettgehalt im Gehirn ausgezeichnet; dafür aber beträgt die Hirnmasse des Ochsen im Verhältniß zum Körpergewicht noch nicht den sechsten Theil von der des Menschen. [297])

Verschiedene Stoffe sind nicht erforderlich, um in

zwei Werkzeugen des Körpers eine verschiedene Mischung zu bewirken; es reicht hin, daß dieselben Stoffe in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden sind. So gut die schweflichte Säure ein anderer Körper ist als die Schwefelsäure, weil diese auf die gleiche Menge Schwefel ein Mischungsgewicht Sauerstoff mehr enthält als jene, so gut eine Tasse Kaffee verschieden schmeckt, je nachdem sie zwei gleich schwere Zuckerstücke oder nur eines derselben in Auflösung enthält, so gut sind auch zwei Gehirne verschieden, wenn sie Eiweiß, phosphorhaltiges Fett oder irgend einen anderen Bestandtheil in verschiedener Menge enthalten. Und daß solche Unterschiede vorkommen, das hat die Wissenschaft vorläufig bereits ermittelt. Gleichwie das Hirn der höher entwickelten Thiere durch einen größern Fettgehalt sich auszeichnet und des Menschen Hirn in dieser Beziehung das der Säugethiere übertrifft, so ist ein sehr geringer Fettgehalt ein eigenthümliches Merkmal für das Hirn der Frucht im Mutterleibe. Bei neugeborenen Kindern und Thieren hat das Fett bereits bedeutend zugenommen und es vermehrt sich ziemlich rasch mit fortschreitendem Alter (Schloßberger, v. Bibra)[297a]). Lassaigne fand weniger phosphorhaltiges Fett in dem Hirn der Katze und der Ziege, als in dem Hirn eines Pferdes. Nach Herrmann Nasse ist das Gehirn der Frösche vor dem von anderen Thieren ausgezeichnet durch seinen

Reichthum an Eiweiß und Salzen [298]). Von Bibra's Arbeit hat dieſe Angaben durch ausführliche Belege beſtätigt. [298a])

Daher iſt es kein Wunder, wenn Liebig im Widerſpruch mit ſich ſelber ſchreibt: „Gewiß iſt es, daß „drei Menſchen, von denen der eine ſich mit Ochſenfleiſch „und Brod, der andere mit Brod und Käſe oder Stock„fiſch, der dritte mit Kartoffeln ſich geſättigt haben, „eine ihnen entgegenſtehende Schwierigkeit unter ganz „verſchiedenem Geſichtspunkte betrachten; je nach ge„wiſſen, den verſchiedenen Nahrungsmitteln eigenthüm„lichen Beſtandtheilen iſt ihre Wirkung auf Gehirn und „Nervenſyſtem verſchieden" [299]). Und an einer anderen Stelle heißt es ebenſo richtig, daß die Nahrung dem Inſtinktgeſetz und der Natur entgegen nicht geändert werden kann, „ohne die Geſundheit, die körperlichen und „geiſtigen Thätigkeiten des Menſchen zu gefährden." [300])

Natürlich! Die Miſchung verhält ſich zu Form und Kraft, wie die nothwendige und Alles bedingende Grundlage der Erſcheinungen. Aber darin liegt das eigenthümliche Verhältniß dieſes Satzes zu einer großen Anzahl unſrer Zeitgenoſſen, daß ihnen entweder die Klarheit fehlt oder der Muth, die letzten Folgerungen deſſelben ohne Scheu und ohne Rückſicht anzuerkennen. Wie viele luſtige Geſellen haben ſchon begeiſtert in den bibliſchen Ausruf eingeſtimmt: Der Wein erfreut des Menſchen

Herz. Und wie oft hört man es von Frauen, von Künstlern, von Gelehrten, daß ihr Geist morgens erst wach und frisch zum Schaffen ist, wenn sie ihren Kaffee genossen haben. Aber der lustige Gesell, die Frau, der Künstler und namentlich der Gelehrte erschrecken in der Regel, so wie man jene Erscheinung in einen allgemeinen Satz einkleidet, ja, sie möchten gern der Macht ihrer eigenen Beobachtung ausweichen, wenn sie ahnen, daß sie selbst das Hülfsmittel liefern müssen, um den Geist als Eigenschaft des Stoffes zu erweisen. Der Beobachtung kann man jedoch nicht entfliehen. Die Thatsache herrscht.

Sinnliche Eindrücke bedingen die Stimmungszustände des Gehirns. Ich habe es in meinem zweiten Brief entwickelt, daß wir außer den Verhältnissen der Körperwelt zu unseren Sinnen nichts aufzufassen vermögen. Alle Erkenntniß ist sinnlich.

Angeborene Anschauungen giebt es nicht. Die Einheit der Auffassung des Dinges *für uns* und des Dinges *an sich* ist nicht darin begründet, daß das Wesen der Dinge und die Gesetze, nach welchen es sich entfaltet, in einem vom Stoff unabhängigen Geiste vorgebildet sind. Jene Einheit besteht vielmehr dadurch, daß es überhaupt nur Eine Auffassung giebt, nämlich die Auffassung des Dinges, wie es für uns ist.

Wir fassen nichts auf als Eindrücke der Körper auf

unsere Sinne. An sich bestehen die Dinge nur durch ihre Eigenschaften. Ihre Eigenschaften sind aber Verhältnisse zu unseren Sinnen. Und diese Verhältnisse sind wesentliche Merkmale.

Man erinnere sich doch der größten, der wichtigsten Entdeckungen aller Zeiten, auf dem Gebiet der Wissenschaft, der Kunst, des Gewerbes. Immer war es eine sinnliche Beobachtung, die zu allem den Anstoß gab. Es fällt ein in Holz geschnitzter Buchstabe in den Sand, und die Buchdruckerkunst ist erfunden. Galiläi sah in dem Dom zu Pisa eine Lampe schwingen und folgte der Erscheinung so beharrlich, daß sie ihm die Pendelgesetze offenbarte. Newton liegt behaglich sinnend in seinem Garten, ein Apfel fällt vom Baum: die Entdeckung des Gesetzes der Schwere ist gesichert. Und dieser Fall wiederholt sich überall, wo mit der Entdeckung ein neuer Begriff und nicht bloß die Anwendung bekannter Gedanken gegeben ist.

Biot hat neulich geschrieben: „Die Mathematiker haben eine vollkommene Kenntniß des Kreises, obgleich ihnen weder die Natur, noch die Kunst jemals eine vollkommene Kreislinie gezeigt haben“ [301]). Die Behauptung ist durchaus richtig. Aber ebenso gewiß steht es fest, daß der Mensch die Eigenschaften des Kreises nur durch eine Kreislinie im Sande, nur durch ein sinnliches Wahrzeichen entdecken konnte.

Sagt man nun, daß die Sinne niemals das Wesen der Dinge erfassen können, so liegt das nur an der unklaren Vorstellung vom Wesen der Dinge, in der sich selbst einzelne Physiker gefallen. Die Idealisten mögen sich damit beschäftigen, das Wesen der Dinge mit einer hochtönenden Phrase zu verdunkeln. Dem Naturforscher sollte es klar sein, daß das Wesen eines Dinges nichts Anderes vorstellt, als die Summe seiner Eigenschaften.

Jede Eigenschaft ist ein Verhältniß zu den Sinnen. Aber jeder sinnliche Eindruck ist eine Bewegungserscheinung, die sich dem Stoff unserer Sinnesnerven mittheilt.

Der Aether und die festen Theilchen eines Körpers schwingen, und es entsteht ein Lichtbild im Auge. Schwingungen einer Luftsäule, einer Saite, eines gespannten Felles erzeugen den Schall. Wir riechen nur diejenigen Stoffe, welche in flüchtigem Zustande den feinsten Ausbreitungen des Geruchsnerven entlang bewegt werden. Die Bewegung gelöster Stoffe wirkt auf den Geschmacksnerven. Druck, Rauhigkeit, Härte, Wärme, Kälte sind ebenso viele Zustände des Stoffs, die den Tastnerven nur vermittelst der Bewegung zur Wahrnehmung kommen.

Mit dieser Erinnerung ist einer der verbreitetsten Irrthümer widerlegt, als wenn die Einwirkung auf die höheren Sinne, auf Ohr und Auge, eine unstoffliche wäre.

Wir ſehen ein farbiges Bild. Die Nervenhaut des Auges erzittert unter dem Eindruck der Lichtwellen. Daraus erwachſen in uns gewiſſe Vorſtellungen. Wir üben uns im Schauen von Kunſtwerken und wir gelangen zum Ideal des Schönen. Das Schöne iſt kein feſter und fertiger Begriff, den das Hirn des Menſchen mit auf die Welt bringt. Das Schöne läßt ſich nicht erdenken, es läßt ſich nur finden. Und gefunden wird es eben nur von den Kunſtrichtern, die nach Winkelmann's Beiſpiel das Kunſtwerk hegen mit den Sinnen, wie der Naturforſcher die Pflanze oder das Thier, deſſen Weſen er ergründen, deſſen Eigenſchaften er umfaſſen möchte.

Das Wort berührt uns ſinnlich. Wenn das Ohr geöffnet iſt, ſo ſind wir unter der Macht des Wortes, gleichviel ob es uns überredet oder zum Widerſpruch reizt. Das Wort wird allmächtig, wenn die Rede klar gegliedert an unſern Bildungsſtandpunkt anknüpft, ſo daß es nicht an der Uebung fehlt, um den Zuſammenhang der Worte aufzufaſſen. Uebung aber iſt dazu ebenſo unerläßlich, wie zur Unterſcheidung der Töne, zum Feſthalten einer Geſangsweiſe, zum Belauſchen der Rolle Einer Stimme oder Eines Inſtruments in einem Chor, in einer Symphonie.

Unſere Stimmung wird vom Tonkünſtler durch richtig gewählte Gegenſätze beherrſcht. Iſt die Empfänglichkeit ſchon vorher erhöht, ſo kann uns die Gewalt einer Ton-

schöpfung bis zu Thränen hinreißen. Die Stimmung des Hirns, die durch das Erzittern der Hörnerven erzeugt wurde, spiegelt sich wieder in anderen stofflichen Zuständen des Körpers. „Die große Entdeckung", sagt Liebig, „daß die musikalische Harmonie, ein jeder Ton, „der das Herz rührt, zur Freude stimmt, für Tapfer„keit begeistert, das Merkzeichen einer bestimmten und „bestimmbaren Anzahl von Schwingungen der Theile des „fortpflanzenden Mediums ist und damit ein Zeichen von „Allem, was nach den Gesetzen der Wellenlehre erschließ„bar ist aus dieser Bewegung, hat die Akustik *) zu dem „Range erhoben, den sie gegenwärtig einnimmt." [302])

Wer wüßte es nicht, daß Gerüche Erinnerungen erwecken? Die Tafelfreuden bezeichnen ganz mit Recht den Antheil, den man auch dem Geschmackssinn an unserer Stimmung zuschreiben muß und der bisweilen eine, freilich dürftige, Entschädigung bietet für die Langeweile, die ein großes Gastmahl je nach der Gesellschaft mit sich führen kann. Wenn Ohr und Auge darben müssen, wird die Zunge um so thätiger und folglich um so größer der Einfluß, den sie auf unser Wohlbehagen ausübt. Tasteindrücke erwecken Wollust und Begierden.

Ohne Ausnahme beruhen die sinnlichen Eindrücke und die von denselben abhängigen Zustände des Gehirns auf

*) Die Lehre vom Schall.

Bewegungserſcheinungen des Stoffs, die ſich auf die Sinnesnerven übertragen.

Unſer Urtheil iſt ein ſinnliches. Es iſt auf ſinnliche Beobachtung geſtützt. Weil alle Dinge überhaupt nur ſind durch ihre Verhältniſſe zu einander, ſo iſt auch der Eindruck, den ein Gegenſtand auf unſre Sinneswerkzeuge macht, ein weſentliches Merkmal des Gegenſtandes.

Dadurch iſt die Möglichkeit der Sinnestäuſchungen nicht ausgeſchloſſen. Das Weſentliche liegt nur darin, daß es nicht der Verſtand iſt, ſondern wiederum ein Sinneswerkzeug, eine andere ſinnliche Beobachtung, welche die Sinnestäuſchung berichtigt.

Ich ſehe die Luft nicht, ich ſehe nicht ihren Sauerſtoff, ihren Waſſerdampf, ihre Kohlenſäure. Der Laie kann hiernach zweifeln an der Körperlichkeit der Luft, an dem leibhaftigen Beſtehen von Sauerſtoff, Waſſer und Kohlenſäure in derſelben. Aber das Eiſen roſtet, wenn es feuchter Luft ausgeſetzt wird. Es verbindet ſich mit Sauerſtoff und Waſſer, es wird dabei um ebenſoviel ſchwerer, als das Gewicht des aufgenommenen Sauerſtoffs und des Waſſers beträgt. Der Eiſenroſt beweiſt dem Auge das Vorhandenſein von Sauerſtoff und Waſſer in der Luft. Jedermann weiß, daß Kochſalz an der Luft feucht wird. Und ein ſehr einfacher chemiſcher Verſuch zeigt, daß die Luft durch ihre Kohlenſäure Kalkwaſſer trübt. Das Kalkwaſſer nimmt um das Ge-

wicht der Kohlenſäure an Schwere zu. Kohlenſaurer Kalk fällt zu Boden.

Waſſer bricht die Lichtſtrahlen anders als Luft. Wenn ich in eine Taſſe einen Kreuzer lege und mich von der Taſſe ſo weit entferne, daß ich eben aufhöre, den Kreuzer zu ſehen, weil ihn die hohe Wand der Taſſe verdeckt, dann wird er mir auf der Stelle wieder ſichtbar, wenn ich die Taſſe mit Waſſer fülle, weil das Waſſer die Lichtſtrahlen ſtärker bricht als die Luft. Hätte ich von Anfang an ſo weit geſtanden, daß ich den Kreuzer in der Taſſe nicht ſehen konnte, ſo hätte nimmermehr eine angeborne Anſchauung mich dazu geführt, die Anweſenheit des Kreuzers zu errathen. Auch die Brechung des Lichts hätte das Hirn nicht erdacht. Durch Waſſer wird der Kreuzer ſichtbar. Dieſe oder ähnliche Beobachtungen führten zu der Entdeckung der gebrochenen Lichtſtrahlen.

Zwei Reihen von Bäumen, die überall gleich weit von einander gepflanzt ſind, die Schienen einer Eiſenbahn ſcheinen in großer Entfernung zuſammenzulaufen. Wir beurtheilen die Größe eines Gegenſtandes, in dem gegebenen Falle die Entfernung, nach der Größe des Winkels, den zwei Linien mit einander bilden, welche von den äußerſten Grenzen des Leuchtkörpers nach einem beſtimmten Punkt im Auge gezogen werden. Wenn der Körper, den wir ſehen, gleich groß bleibt, dann wird natürlich dieſer Winkel, den man Geſichtswinkel nennt,

um ſo kleiner, je ferner uns der Gegenſtand entrückt iſt. Darum ſcheint in einem langen Saal an dem unſrem Standpunkt entgegengeſetzten Ende die Decke ſich zu ſenken, der Fußboden ſich zu heben. Ein Bergpfad, aus der Ferne betrachtet, macht einen ſteileren Eindruck. Hohe Thürme ſcheinen ſich gegen den Beobachter, der an ihrem Fuß ſteht, zu neigen.

Daß aber die Bäume und die Schienen der Eiſenbahn in weiter Ferne ebenſo weit aus einander ſind, wie in nächſter Nähe, daß der Saal überall gleich hoch, der Bergpfad minder ſteil, der Thurm nicht ſchief geneigt iſt, das ſind alles Thatſachen, die wir nur durch Beobachtung erfahren konnten, wenn wir ſie auch immerhin, nachdem die Beobachtung einmal gemacht und durch häufige Wiederholung verallgemeinert war, in neuen Fällen ohne Weiteres erſchließen.

So lernt das Kind Entfernungen nur durch vieles Greifen und Taſten beurtheilen. Ebenſo unſicher erkennt es anfangs die Richtung des Schalls. Und wie viel Uebung erheiſcht es ſpäter, wenn wir die feinere Unterſcheidung von Tönen, von Farben und Maaßverhältniſſen erlernen ſollen.

Der eine Sinn ergänzt und berichtigt den anderen. Wenn wir ſchon einige Gläſer Wein geleert haben, ſind wir mit verbundenen Augen nicht mehr im Stande, rothen und weißen Wein mit Sicherheit zu unterſcheiden.

Mit ſehenden Augen nimmt die Zunge den Unterſchied deutlich wahr.

Aus der Verbindung der ſinnlichen Wahrnehmungen, aus der gegenſeitigen Ergänzung der Sinne, aus Beobachtungen, die unter verſchiedenen Verhältniſſen, mit mannigfaltigen Hülfsmitteln angeſtellt werden, und vor Allem aus der Uebung der Sinne geht das richtige Urtheil hervor. Eine vollkommene ſinnliche Wahrnehmung iſt ein Erfaſſen der Summe aller Eigenſchaften mit vollkommen geübten, entwickelten Sinnen. Die Summe aller Eigenſchaften iſt das Weſen des Dings.

Die einzelnen Eigenſchaften eines Körpers ſind jedoch nicht unabhängig von einander. Jede einzelne Eigenſchaft iſt vielmehr durch alle anderen mit Nothwendigkeit bedingt. Wir haben dies bereits für das gegenſeitige Verhältniß von Miſchung, Form und Kraft geſehen.

Wegen dieſer nothwendigen Verbindung der Eigenſchaften, deren Summe den einzelnen Körper bezeichnet, gelingt es uns, für die Dinge der Außenwelt einen allgemeinen Ausdruck von beſtimmtem Inhalt zu finden.

So giebt es einen Körper, der in Waſſer löslich iſt, ſich mit Säuren zu Salzen verbindet, die vom Waſſer aufgelöſt werden, mit Platinchlorid einen gelben, mit Weinſäure einen weißen kryſtalliniſchen Niederſchlag hervorbringt, der Flamme des Alkohols eine violette Farbe ertheilt. Die Summe aller dieſer Eigenſchaften nennt der Che-

miker Kali. Er erhebt ſich durch dieſe Bezeichnung zu einem allgemeinen Begriff, der ihn ohne Weiteres an eine ganze Reihe von einzelnen Beobachtungen erinnert.

Hierher gehört die ganze Thätigkeit des beſchreibenden Naturforſchers. Wir begegnen zum Beiſpiel zwei Thieren, die in allen Merkmalen mit einander übereinſtimmen, aber durch Eine minder augenfällige Eigenſchaft von einander abweichen. Daraus macht man zwei Arten. Man kennt ein indiſches und ein javaniſches Nashorn, beide dadurch ausgezeichnet, daß ſie nur ein Horn haben auf der Haut, welche den Naſenknochen bedeckt. Aber das indiſche Nashorn hat eine glatte Haut, während die der javaniſchen Art mit kurzen Höckern bedeckt iſt. Wegen jener Uebereinſtimmung in den übrigen Eigenſchaften vereinigt man beide Arten in Eine Gattung. Der Gattungsbegriff iſt in dieſem Falle die Summe einer gewiſſen Anzahl von Beobachtungen, die, von der Haut abſehend, auf die Zehen, die Zähne, die Auswüchſe an der Naſe Rückſicht nehmen und in dieſen Gebilden eine allgemeine Uebereinſtimmung der Eigenſchaften ergeben. Mit dem Tapir und dem Klippdachs hat das Nashorn unter Anderen ſieben Backenzähne jederſeits im Oberkiefer und Unterkiefer und das Fehlen der Gallenblaſe gemein. Tapir, Nashorn und Klippdachs werden hiernach zu einer Familie vereinigt. Nach einer ähnlichen Uebereinſtimmung der Merkmale zwiſchen dieſer und mehren andern Fa-

millien ist die Ordnung der Dickhäuter aufgestellt, zu welcher der Elephant, das Schwein, das Flußpferd gehören. Und indem alle Arten dieser Familie mit zahlreichen anderen die Eigenschaft theilen, daß sie lebendige Junge gebären, die aus den Zitzen der Mutter Milch als erste Nahrung saugen, erheben wir uns zu dem noch allgemeineren Begriff der Klasse der Säugethiere.

Der Begriff ist somit nichts Anderes, als eine Summe gemeinsamer Merkmale, deren Zahl die Weite oder die Grenzen des Begriffs bestimmt. Je weniger Merkmale den Begriff zusammensetzen, desto mehr einzelne Körper fallen in das Bereich desselben. Wenn die übereinstimmenden Eigenschaften, deren Summe den Begriff ausmacht, sehr zahlreich sind, dann wird der Begriff um so enger. So entstehen Begriffe höherer und niederer Ordnung.

Auf diesem Wege werden aber alle Begriffe gebildet, auch die allerabgezogensten. Wir nennen alles, was Bewegung des Stoffs hervorruft, Kraft. Die Bildung eines solchen Begriffs hat aber nur dann einen Werth, wenn der Begriff die wirkliche Welt der Erscheinungen deckt.

Oft muß man es hören, daß der abgezogene Begriff nur im Verstande gegeben sei, daß der Begriff als solcher nicht in die Erscheinung trete. Wer diesen Glauben theilt, der ist sich über die Bedeutung, über die

Entſtehung des Begriffs ebenſo wenig klar, wie jene Naturforſcher, die über das Weſen der Dinge grübeln. Man braucht nur feſtzuhalten, daß der Begriff eine Summe von Merkmalen bezeichnet, die mehren Dingen gemeinſam ſind, um ſich ein für allemal vor hohlen Beſpiegelungen zu ſichern und den Begriff in jedem einzelnen Falle leibhaftig bethätigt zu ſehen.

Ich gelange zum allgemeinen Begriff des Stoffs, wenn ich denſelben von allen Eigenſchaften entkleide, durch welche ſich der eine Stoff vom anderen unterſcheidet. Dann bleiben immer noch drei Eigenſchaften übrig. Der Stoff iſt ſchwer, der Stoff erfüllt den Raum und der Stoff iſt der Bewegung fähig. Ohne dieſe Eigenſchaften beſteht der Stoff nicht. Aber alle Körper beſitzen dieſe Merkmale. Ich darf daher nicht ſagen, daß der Stoff, begrifflich genommen, nicht beſteht; ich muß vielmehr ſagen, er beſteht überall.

Nachdem es uns gelungen iſt, die Summe der Eigenſchaften eines Dinges in ihrer nothwendigen Verbindung zu erkennen, ſind wir auch im Stande, durch die Kenntniß einiger Eigenſchaften die übrigen zu erſchließen.

Begegnet der Chemiker einem Stoff, der mit Weinſäure einen weißen kryſtalliniſchen Niederſchlag giebt, der in kurzen dicken Nadeln an der Wand des Proberöhrchens haftet, einem Stoff, der außerdem mit Platinchlorid einen gelben kryſtalliniſchen Niederſchlag liefert,

dann weiß er, daß er Kali vor ſich hat. Er weiß dann ohne Weiteres, daß ein Stoff vorliegt, der ſich in Waſſer löſt, der zu den Säuren eine innige Verwandtſchaft beſitzt, der mit allen anorganiſchen Säuren in Waſſer leicht lösliche Salze bildet, der der Alkoholflamme eine violette Farbe ertheilt. Kurz der Chemiker erkennt durch zwei oder drei Eigenſchaften ein ganzes Dutzend und mehr andere Merkmale, die mit Nothwendigkeit an jene zwei oder drei geknüpft ſind.

Auf dieſe Schlußfolgerung, welche die Kenntniß der nothwendigen Verbindung der einzelnen Eigenſchaften, die Feſtigkeit des allgemeinen Begriffs vorausſetzt, iſt die ganze Lehre der chemiſchen Prüfungsmittel gegründet. Man nennt eine ſolche Probe charakteriſtiſch, wenn das Merkmal, das ſie zur Erſcheinung bringt, hinreicht, um auf alle übrigen Eigenſchaften einen Schluß zu erlauben. Wenn die Chemie nicht als Handwerk betrieben wird, dann ſetzt ſie bei allen ihren Thätigkeiten eine der tiefſten und gewandteſten Anwendungen allgemeiner Begriffsbeſtimmungen voraus. Wie der Mathematik, ſo kann man auch der Chemie, wenn auch nach einer anderen Seite hin, nachrühmen, daß ſie eine vortreffliche Schule des Denkens bildet, eine Schule, welche den einſeitigen Idealismus überall zu Schanden macht.

Einzelne Knochen eines vorweltlichen Thiers, das nicht mehr zu den Bewohnern der Erde gehört, waren

für Cuvier hinreichend, um den ganzen Bau des Thiers zu erſchließen. Cuvier lehrte den Knochen als den erfahrungsmäßigen Ausdruck kennen für ein Geſetz der Form, das zu den übrigen Körpertheilen den Schlüſſel bietet.

Es iſt aber falſch zu ſagen, daß das Geſetz die Form baut, daß der Leib geſchaffen würde von der Idee. Im Gegentheil, das Geſetz iſt abgeleitet aus den erfahrungsgemäß beobachteten Formen.

Das Geſetz iſt nur der kürzeſte, der allgemeine Ausdruck für die Uebereinſtimmung vieler tauſend Erzählungen. Das Geſetz hat nur geſchichtliche Gültigkeit. Es verdollmetſcht die Erſcheinung, es bannt den Wechſel der Erſcheinungen in eine kurze Formel, bindet die Summen der Eigenſchaften an ein Wort, aber es regiert ſie nicht. Nie und nimmermehr ward das Geſetz vor der Erſcheinung erdacht, es ward in der Erſcheinung gefunden.

Je beſſer wir es verſtehen, in der Körperwelt, in der Natur und in Kunſtgebilden zu leſen, deſto reicher ſind unſere Gedanken. Denn der Gedanke iſt der lebendige Ausdruck des Geſetzes. Wenn wir der Welt, welche von den Sinnen erſchloſſen ward, nachſinnen, dann zeugen wir die Idee. Fürwahr, der ſteht noch ſehr im Anfang ſeines Denkens, der mit Liebig von der Idee glaubt, daß „Niemand weiß, von wo ſie ſtammt“ [303]). Nur

daraus, daß Liebig dies nicht weiß, läßt es sich erklären, daß Liebig das eine Mal spricht von „der „Hülfe des göttlichen Funkens von oben, welcher genährt „durch Religion und Gesittung die Grundlage aller „geistigen Vervollkommnung ist", um das andere Mal zu klagen, „daß in dem Instinkt eines Schaafs oder „Ochsen mehr Weisheit sich kund giebt, als in den An„ordnungen des Geschöpfes, welches seltsamer Weise „häufig genug sich als das Ebenbild des Inbegriffs aller „Güte und Vernunft betrachtet." [304])

Urtheile, Begriffe und Schlußfolgerungen füllen die ganze Summe unseres Denkens aus. Die Schlußfolgerung ergiebt sich aus dem Begriff, der Begriff aus dem Urtheil, das Urtheil aus der sinnlichen Beobachtung. Aber die sinnliche Beobachtung ist die Auffassung des Eindrucks einer stofflichen Bewegung auf unsere Nerven, der sich bis in das Gehirn fortpflanzt.

Der Gedanke ist eine Bewegung des Stoffs.

Sehr richtig hat Karl Vogt gesagt: „Ein jeder „Naturforscher wird wohl, denke ich, bei einigermaßen „folgerechtem Denken auf die Ansicht kommen, daß alle „jene Fähigkeiten, die wir unter dem Namen der Seelen„thätigkeiten begreifen, nur Functionen der Gehirnsub„stanz sind; oder, um mich einigermaßen grob hier aus„zudrücken, daß die Gedanken in demselben Verhältniß „etwa zu dem Gehirn stehen, wie die Galle zu der Leber

„oder der Urin zu den Nieren“ [305]). Der Vergleich ist unangreifbar, wenn man versteht, wohin Vogt den Vergleichungspunkt verlegt. Das Hirn ist zur Erzeugung der Gedanken ebenso unerläßlich, wie die Leber zur Bereitung der Galle und die Niere zur Abscheidung des Harns. Der Gedanke ist aber so wenig eine Flüssigkeit, wie die Wärme oder der Schall. Der Gedanke ist eine Bewegung, eine Umsetzung des Hirnstoffs, die Gedankenthätigkeit ist eine ebenso nothwendige, ebenso unzertrennliche Eigenschaft des Gehirns, wie in allen Fällen die Kraft dem Stoff als inneres, unveräußerliches Merkmal innewohnt. Es ist so unmöglich, daß ein unversehrtes Hirn nicht denkt, wie es unmöglich ist, daß der Gedanke einem anderen Stoff als dem Gehirn als seinem Träger angehöre.

Unser Denken, unsere Gemüthsbewegungen und unsere Leidenschaften werden durch sinnliche Eindrücke gezeugt und genährt. Als Ersatz der Todesstrafe ward einmal von einem Gelehrten Einzelhaft im Dunkeln mit wachsverstopften Ohren vorgeschlagen. Das wäre der Gipfel der Verfolgungssucht, den das Jahrhundert erstiegen. Einzelhaft, mit Absperrung der Sinne verbunden, ist der fluchwürdigste Geistesmord, den es giebt.

Neunzehnter Brief.

Der Wille.

Ob das Blatt einer Pflanze eirund oder rautenförmig, ganzrandig oder fiederspaltig ist, läßt Jedermann abhängen von Ursachen der Entwicklung, zu welchen sich die Gestalt des Blatts als eine nothwendige, von jeder Willkür unabhängige Folge verhält.

Wenn es eine Biene giebt, die ihre Eier mit Rosenblättern, eine andere Bienenart, welche dieselben mit Blättern des wilden Mohns bedeckt, während eine dritte sie mit Steinchen ummauert; wenn wir hören, daß beinahe jede Spinnenart ein anderes Gewebe spinnt, wenn der Lemming von Skandinavien seinen Vorrath in einem Bau aufspeichert, der nur aus Einer Kammer besteht, während der Hamster einen vielkammerigen Bau verfertigt, dann schreiben wir diese Wirkungen einem Instinktgesetze zu. Auch hier wird eine Folgerichtigkeit zwischen Ursache und Wirkung zugestanden, die seltsamer Weise schon oft dazu veranlaßt hat, dem Thier,

wenn auch nur augenblicklich, einen Vorzug vor dem Menſchen einzuräumen, weil der Inſtinkt vor vielen Verirrungen ſchützt.

Der Menſch ſteht über dem Thiere, weil er das Inſtinktgeſetz erkennt. „Die Bekanntſchaft mit dieſem „Geſetz", ſagt Liebig, „erhebt den Menſchen in Be„ziehung auf eine Hauptverrichtung, die er mit dem „Thier gemein hat, über die vernunftloſen Weſen und „gewährt ihm in der Regelung ſeiner leiblichen, ſeine „Beſtehung und ſeine Fortdauer bedingenden Bedürf„niſſe einen Schutz, den das Thier nicht bedarf, weil „in dieſem die Vorſchriften des Inſtinktgeſetzes weder „durch Sinnenreiz, noch durch einen widerſtrebenden, „verkehrten Willen beherrſcht werden." [306])

Zugleich wird der widerſtrebende, verkehrte Wille als höchſte Gabe des Menſchen gelobt und als die Eigenſchaft bezeichnet, von welcher alle ſittlichen Vorzüge und alles, was dem Menſchen heilig iſt, hergeleitet werden müſſen.

Für die niederen Stufen des Willens giebt man deſſenungeachtet zu, daß ſie Menſchen und Thieren gemein ſind, und lange war die Eintheilung beliebt, nach welcher ſich die Thiere von den Pflanzen durch willkürliche Bewegung unterſcheiden ſollten. Zwiſchen Menſchen und Thieren blieb dann nur der Unterſchied, daß jene durch einen höheren Grad des Bewußtſeins vor dieſen ausgezeichnet ſeien.

Was iſt denn aber das Bewußtſein oder, um das ſtolze Wort der Schule zu gebrauchen, jenes Selbſtbewußtſein, das den Menſchen zum König der Erde erheben ſoll?

Stoffliche Bewegungen, die in den Nerven mit elektriſchen Strömen verbunden ſind, werden in dem Gehirn als Empfindung wahrgenommen. Und dieſe Empfindung iſt Selbſtgefühl, Bewußtſein.

In dem Schulunterricht über das Denken wird ſtrebſamen Köpfen die Auffaſſung gewöhnlich deshalb erſchwert, weil ſich die Schule nicht dazu verſtehen kann, die Bildung von Urtheilen, Begriffen und Schlüſſen an der beſtehenden, friſchen Wirklichkeit zu entwickeln. So wenig es gelingt, ſo eifrig beſtrebt man ſich doch, dem Schüler einzuimpfen, daß er ſeine Blicke wegwenden muß vom grünen Baum, daß er das Denken abziehen muß vom Stoff, um ja recht abgezogene Begriffe zu bekommen, mit denen das gequälte Gehirn in einer Schattenwelt ſich bewegt.

Gerade ſo geht es mit den in der Schule gangbaren Vorſtellungen vom Bewußtſein. Da ſoll ſich nur der Lehrling nicht beikommen laſſen, daß es ein einfaches Verhältniß gebe zwiſchen Bewußtſein und Außenwelt. Der Menſch, heißt es, hat die Fähigkeit, ſein Ich als ein Erkennendes den äußeren Gegenſtänden entgegenzuſetzen, und darin liegt das Selbſtbewußtſein, das den

Menſchen über alle Thiere adelt. Dies aber iſt noch viel zu klar. Die Klarheit darf nur ſcheinbar ſein. Und jetzt wird der Gegenſatz zwiſchen dem Ich und dem Ding an ſich mit allen Fetzen aus der alten Rumpelkammer von der Wirklichkeit abgezogener Begriffe behängt. Nur gar zu häufig wird das Ziel erreicht, den klaren Begriff in ein geweihtes Geheimniß zu verwandeln, oder, deutlich geſprochen, dem armen Schüler

„wird von alle dem ſo dumm,
„Als ging' ihm ein Mühlrad im Kopf herum."
. . . . . .
„Und in den Sälen, auf den Bänken
„Vergeht ihm Hören, Seh'n und Denken.

Die ganze Sache iſt ſonnenklar, wenn man ſie nicht mit Kunſt verdunkelt. Das Ding an ſich iſt nur mit, iſt nur durch ſeine Eigenſchaften, durch ſeine Verhältniſſe zu anderen Dingen, durch ſeine Eindrücke auf meine Sinne. Der denkende Menſch iſt die Summe ſeiner Sinne, wie das Ding, das er beobachtet, die Summe ſeiner Eigenſchaften iſt. Darum iſt die Erkenntniß des Menſchen durch die Sinne beſchränkt. Aber dieſe Schranke umſchließt das volle Maaß des Dinges, weil das Ding nur mit Einem gleichartigen Maaß zugleich gemeſſen werden kann. Andere Geſchöpfe finden andere Summen. Der Menſch iſt durchaus in ſeinem Recht, wenn er ſich um die Erkenntniß, wie ſie im Hirnknoten des Inſekts oder im Hirn etwaiger Mondbewohner ſich ſpiegelt, nicht

kümmert. Der Menſch iſt berechtigt zu ſagen: Das Ding an ſich iſt das Ding für mich.

Offenbar ſetzt die Empfindung ein Verhältniß unſerer Sinneswerkzeuge zu den Dingen voraus. Noch beſtimmter: die Empfindung iſt ein Verhältniß der Sinne zu den Dingen. Und damit iſt es überhaupt gegeben, daß wir unſer Ich den einwirkenden Dingen entgegenſetzen.

Das Selbſtbewußtſein iſt nichts Anderes, als die Fähigkeit, die Verhältniſſe der Dinge zu uns zu empfinden.

Je häufiger unſere Sinnesnerven den Eindruck ſtofflicher Bewegungen erlitten, je mehr wir gehört und geſehen, beobachtet und geurtheilt, begriffen und erſchloſſen haben, je reicher unſer Denken, deſto lebhafter wird der Gegenſatz zwiſchen dem Ich und dem Ding außer uns. Die Uebung hebt das Bewußtſein. Das Bewußtſein wächſt mit der Erkenntniß. Es bekommt um ſo deutlicher das Gepräge eines urſprünglichen Einzelweſens, je ſchärfer die ſinnliche Wahrnehmung ſich gliedert.

Darum geht die Entwicklung des Bewußtſeins Hand in Hand mit der Entwicklung des Denkens. Das ſehen wir in der Reihe der Thiere und in den Lebensaltern des Menſchen. Das Kind lebt in den erſten Monaten beinahe unbewußt, ohne Erinnerung ſeiner Zuſtände und der Dinge, die auf daſſelbe einwirken. Bei Thieren und Menſchen iſt das Bewußtſein nicht der Art, nur dem Grade nach verſchieden. Und dieſer Unterſchied kann

unermeßlich groß, er kann freilich auch ganz außerordentlich klein ſein. Immer aber wird es Gelehrte geben, die, wie Condorcet von den Doctoren zu Voltaire's Zeiten ſchreibt, der Furcht leben müſſen, daß, wenn die angeborenen Anſchauungen wegfallen, der Unterſchied zwiſchen ihrer Seele und der der Thiere nicht mehr groß genug ſein werde. [307])

Es bedarf der häufig wiederholten Einwirkung, um die Empfindung als klares Bewußtſein feſtzuhalten. Das Bewußtſein läuft jedoch immer auf Empfindung hinaus. Wir ſprechen dem Thier Bewußtſein ab, wenn es aufhört zu empfinden.

Alſo ergiebt ſich auch das Bewußtſein als eine Eigenſchaft des Stoffs.

Das Bewußtſein hat ſeinen Sitz nur im Gehirn, weil nur im Gehirn die Empfindung zur Wahrnehmung kommt. Das Bewußtſein fehlt, wenn das Gehirn kein Blut mehr enthält oder wenn eine Ueberfüllung mit ſchwarzem aderlichem Blut ſeiner regelmäßigen Thätigkeit eine Grenze ſetzt. Geköpfte Thiere und Enthauptete haben keine Empfindung und kein Bewußtſein, trotz der eigenthümlich zuſammenwirkenden Bewegungen, welche Thiere nach der Köpfung vollführen können. [308])

Jobert de Lamballe hat kürzlich eine höchſt merkwürdige Beobachtung gemacht an einem Mädchen von einigen zwanzig Jahren, bei welchem durch einen

Druck auf den oberſten Theil des Rückenmarks dieſes Gebilde in ſeinem ganzen Verlauf unthätig geworden war. Sowohl die Bewegung wie das Taſtgefühl war vollſtändig gelähmt in allen Gliedern und am Stamm. Aber das Bewußtſein war erhalten. Anfangs konnte das Mädchen noch leiſe ja und nein ſagen, bald darauf nicht mehr, obgleich es deutlich die Lippenbewegungen vornahm, welche das Ausſprechen jener Wörter erfordert. Die Kranke ſtarb nach einer halben Stunde.[309])

Es kann ſomit das ganze Rückenmark in Unthätigkeit verſetzt werden, ohne daß das Bewußtſein leidet.

Aus dem Gehirn und Rückenmark entſpringen an verſchiedenen Stellen Nervenbündel, die an ihrer Urſprungsſtelle gewöhnlich entweder nur empfindende oder nur bewegende Faſern enthalten. In den mittleren Theilen der Nervengebilde, das heißt im Hirn und Rückenmark, aber auch in vielen Stämmen der Nerven, nachdem ſie eine gewiſſe Entfernung von den mittleren Theilen erreicht haben, legen ſich bewegende und empfindende Faſern dicht neben einander.

Eindrücke, die eine Empfindung hervorrufen, werden von dem Umkreis des Körpers nach Rückenmark und Hirn geleitet. Die empfindenden Faſern leiten rückläufig gegen die mittleren Theile.

In den mittleren Theilen der Nervengebilde überträgt ſich der Reiz, der eine empfindende Faſer getroffen hat,

auf eine bewegende. Und indem dieſe ihre ſtoffliche Veränderung nach dem Umkreis des Körpers in die Muskeln fortpflanzt und die Muskelfaſern zur Verkürzung veranlaßt, ſagt man, die bewegenden Faſern leiten rechtläufig.

Man bezeichnet alſo die Leitung von der Mitte gegen den Umkreis als rechtläufig, die vom Umkreis gegen die Mitte als rückläufig. Obgleich die Leitung in der Wirklichkeit für die empfindenden Faſern gewöhnlich rückläufig, für die bewegenden rechtläufig iſt, hat doch Du Bois-Reymond neulich den Beweis geführt, daß ſowohl in den bewegenden, wie in den empfindenden Faſern die Leitung nach beiden Seiten möglich iſt.[310])

Trifft nun ein Reiz eine empfindende Faſer am Umkreis des Körpers, dann wird derſelbe als eine ſtoffliche Veränderung in die inneren Theile der Nervengebilde fortgepflanzt.

Hierbei ſind aber zwei Fälle möglich. Entweder der Reiz war der Art, daß er als Empfindung in das Gehirn fortgepflanzt wurde, und wir werden uns ſeiner bewußt. Oder die ſtoffliche Veränderung wird zwar nach Rückenmark und Hirn fortgeleitet, jedoch ohne als Empfindung im Hirn zur Wahrnehmung zu kommen, ohne daß wir uns ſeiner bewußt werden.

In beiden Fällen kann die Reizung der empfindenden Faſern bewegenden Faſern mitgetheilt werden. Sind

wir uns, bevor die Bewegung vollzogen wird, des Eindrucks im Gehirn bewußt, dann nennt man die Bewegung eine willkürliche. Dagegen bezeichnet man sie als eine übertragene Bewegung im engeren Sinne*), wenn die Fortpflanzung von der empfindenden Faser auf die bewegende geschieht, ohne daß der Reiz als Empfindung bewußt geworden ist, oder bevor dies geschah.

Wir begegnen zum Beispiel einem Bekannten; sein Bild macht die Nervenhaut des Auges erzittern, die stoffliche Veränderung pflanzt sich in das Hirn fort, wir erkennen den Freund, und wir grüßen, nachdem wir uns des Eindrucks bewußt geworden sind, durch sogenannte willkürliche Bewegung. Dagegen denke man sich in einer Gesellschaft die Leute um den Tisch versammelt. Es tritt Jemand ein, der ein Mitglied des Kreises kennt und begrüßt. Dieser erwiedert den Gruß mit etwas auffälligen Bewegungen. Und unwillkürlich, unbewußt beginnen wir durch ähnliche Bewegungen mit zu grüßen. Das ist eine übertragene, eine sogenannte unwillkürliche Bewegung.

Beide Arten von Bewegung sind aber nichts weniger als scharf von einander abgegrenzt. Im Licht verengert sich das Sehloch der Regenbogenhaut im Auge, während es sich im Dunkeln erweitert. Wir kitzeln Jemand im

*) Reflexbewegung.

Schlaf, und er macht abwehrende Bewegungen ohne aufzuwachen. Ein ſtarker Knall ſchreckt einen Schlafenden auf, und manchmal erfährt er erſt nachher, daß Lärm ihn weckte. Das ſind alles übertragene, unbewußte Bewegungen, die vollführt werden, noch ehe das Licht oder Dunkel, der Kitzel oder der Knall als Empfindung deutlich wahrgenommen wurden. Aber man zählt es auch zu den übertragenen Bewegungen, daß wir nieſen, wenn wir in die Sonne ſehen, daß wir das Augenlid gewaltſam ſchließen, wenn eine Mücke oder ein Sandkorn in's Auge fliegt, daß wir lachen, wenn wir wachend gekitzelt werden. Und doch ſind dies alles bereits Uebergänge zu der bewußten und willkürlichen Bewegung. Wir ſind uns des ſtarken Eindrucks des Sonnenlichts, der reizenden Wirkung der Mücke und des Kitzels häufig eher bewußt, als wir zum Nieſen, zum Blinzeln, zum Lachen gezwungen werden. Je unerwarteter wir Jemanden kitzeln, deſto ſicherer lacht er, deſto ſicherer erfolgt alſo die Uebertragung auf die Nervenfaſern, welche beim Lachen Bewegungen der Antlitzmuskeln veranlaſſen.

Die letztgenannte Erſcheinung verdient einen allgemeinen Ausdruck. Es wird nämlich in allen Fällen um ſo leichter ein Reiz von empfindenden Faſern auf bewegende übertragen, je mehr das Bewußtſein in den Hintergrund tritt. Deshalb entleeren Kinder in der Nacht viel leichter als bei Tag den Harn, deshalb erleiden Män-

ner im Schlaf Samenverluste, ohne darum zu wissen. Und wir können alle möglichen übertragenen Bewegungen an geköpften Thieren viel leichter hervorrufen, als bei solchen, die mit dem Gehirn das Bewußtsein noch besitzen. Frösche, die geköpft sind, springen auf dem Tisch herum, wenn man sie in eine Schüssel mit Wasser bringt, erheben sie sich häufig auf den Rand, Stücke eines zerschnittenen Aals hüpfen aus dem Kessel.

Um es mit einem Wort zu sagen, zwischen der sogenannten willkürlichen und der übertragenen Bewegung besteht kein anderer Unterschied, als der, daß der Reiz, welcher Bewegung erzeugte, mehr oder weniger, oder an der äußersten Grenze auch gar nicht, zum Bewußtsein kam. Nicht dadurch werden wir uns des Reizes bewußt, daß er von empfindenden Fasern auf bewegende übertragen wird und in Folge dessen Bewegung hervorruft, sondern dadurch, daß die empfindende Faser den Eindruck des Reizes bis zum Ort der Empfindung, bis zum Gehirn mit gehöriger Stärke fortpflanzt.

Wenn die Uebertragung durch Empfindung deutlich bewußt wird, dann nennen wir die Bewegung eine willkürliche.

Aber diese Bewegung ist wie jede andere mit einer Veränderung des elektrischen Stroms in Muskeln und Nerven verbunden. Du Bois-Reymond, dem das ganze Gebiet der wichtigen hierher einschlagenden Ent-

deckungen gehört, hat bewieſen, daß in dem Arm, den wir zuſammenziehen, ein elektriſcher Strom von der Hand gegen die Schulter gerichtet iſt. In der Regel iſt dieſer Strom im rechten Arm ſtärker als im linken.[311])

Der elektriſche Strom, der eine Ablenkung der Magnetnadel hervorbringt, und ſeine Veränderung entſtehen nur in Folge ſtofflicher Zuſtände der Nerven, welche durch Reize, durch ſinnliche Eindrücke hervorgebracht werden. Ohne eine ſolche Veränderung in den Nervengebilden, und zwar im Hirn, kommt eine willkürliche Bewegung nicht zu Stande.

Jene Veränderung kommt aber von außen.

Die Veränderung ſteht als Wirkung im geraden Verhältniß zu dem Reiz, der als Urſache einwirkt.

Aus dieſem durchaus beweiſenden Grunde iſt die Bewegung nicht der Ausfluß eines ſogenannten freien Willens.

Der Wille iſt vielmehr nur der nothwendige Ausdruck eines durch äußere Einwirkungen bedingten Zuſtandes des Gehirns.

Ein freier Wille, eine Willensthat, die unabhängig wäre von der Summe der Einflüſſe, die in jedem einzelnen Augenblick den Menſchen beſtimmen und auch dem Mächtigſten ſeine Schranken ſetzen, beſteht nicht.

Ich habe abſichtlich einen Beweis geführt, ohne erſt durch Wahrſcheinlichkeitsgründe vorzubereiten oder

meine Aufgabe zu erleichtern. Jetzt will ich zeigen, daß alle Einwürfe abprallen an der Richtigkeit jenes Beweiſes, ich will den Bedenken ihren Stachel nehmen, ich will vor Allem ausführen, daß ich mit den obigen Sätzen nichts Neues lehre, ſondern einer Ueberzeugung Worte leihe, die mehr oder minder klar, mehr oder minder gerne von der ganzen gebildeten Menſchheit getheilt wird.

Den meiſten Menſchen wird es ſchwer, ſich die Naturnothwendigkeit ihres Daſeins und ihrer Handlungen klar zu machen, weil ſie nicht bedenken, daß jeder Eindruck auf Ohr und Auge eine körperliche Einwirkung, eine Bewegungserſcheinung iſt, welche ſtoffliche Veränderungen nach ſich zieht, weil ſie überſehen, daß jeder Trunk, jeder Biſſen das Blut und damit die Nerven verändert, daß jeder Luftzug, jede Veränderung des Dunſtkreiſes auf die Hautnerven einwirkt und dieſe Wirkung fortleitet bis in das Hirn.

Ein Freund, der uns bewillkommnet, der durch Leid oder Freude unſere Theilnahme erregt, durch eine vertraute Mittheilung unſer Urtheil, unſere Begriffe, unſere Schlußfolgerung ſpannt, beherrſcht uns Hirn und Nerven. Das ſtammelnde Kind verſteht nur den Ton der Worte und anfangs ſelbſt dieſen nicht, es freut ſich und lächelt über den ernſten Ton der Stimme wie über den ſcherzenden. Allmälig lernt es die Worte zu Vorſtellungen verbinden und die ſtoffliche Veränderung in ſeinen Nerven

pflanzt sich fort in das Hirn, so daß es urtheilen und Antheil nehmen muß.

Wir lesen ein gutes Buch. Das Nachdenken über eine treffende Bemerkung ist eine ebenso nothwendige Folge der Eindrücke, die das Auge erleidet, wie das Schauergefühl, das uns bei erhabenen, ergreifenden Schilderungen eines großartigen Unglücks befällt. Darum denken wir auch nicht durch eine Willensthat. Wir werden sehr allmälig durch die Sinne zum Denken erzogen. Das Kind muß schon oft etwas gesehen oder gehört haben, bevor es die einzelnen Eindrücke mit einander vergleicht und zu einem Urtheil verbindet. Noch später greift es das Gemeinsame zweier und mehrer Urtheile zusammen zum Begriff. Zuletzt lernt es nach Begriffen schließen.

In schöner Gegend sind wir angeregt. Wenn der Eindruck mächtig ist, wenn ein armer Bewohner sumpfiger Thäler die Alpen besteigt, wird er gleichsam sich selbst entrissen und vergißt Stunden, Tage lang alle früheren Verhältnisse zur Außenwelt. Die Stimmung ist die nothwendige Folge, sie ist die ganz verhältnißmäßige Wirkung der sinnlichen Eingriffe. Und auch der Dichter kann seinem Schaffen nicht befehlen.

Eine Musik erweckt Sehnsucht, Vanille, Eier, Glühwein rufen Begierden wach, ein dunkler, wolkenschwerer Himmel, wassergeschwängerte Luft drückt uns nieder und raubt uns die Schnellkraft zur Arbeit.

Und wann ſind wir jemals ohne den Einfluß ſich unabläſſig drängender, oft zahlreich auf uns einſtürmender Eindrücke, die in ſtofflichen Bewegungen aufgehen? Wie unendlich oft greifen die Wirkungen durch ſo leiſe Schattirungen in einander, daß wir uns der einzelnen Bedingung nicht bewußt werden, die doch, wie ein vom Bogen entſchoſſener Pfeil, ſich fort und fort bewegt bis an das Ziel, das neuer Veränderung Urſprung iſt?

Im Winter, nach Gewittern, auf hohen Bergen erfriſcht uns die Luft. Aber im Winter und auf hohen Bergen hat der Sauerſtoff eine andere Bewegung als im Thal und in der Schwüle des Sommers. Schönbein nennt ſolchen Sauerſtoff erregt und fand ſeine Menge größer im Winter, auf Bergen und nachdem ein Gewitter die Lüfte gereinigt hat. Der denkende Baſeler Forſcher lehrte den letzteren Ausdruck wörtlich verſtehen. Denn jener vom Licht erregte Sauerſtoff zerſtört die organiſchen Verbindungen, die als flüchtige Giftſtoffe die Luft verderben, und natürlich, je reichlicher er vorhanden iſt, deſto vollſtändiger.

Faulende Leichname können die Luft verpeſten. Wir merken es, wenn wir in die moderige Luft einer Kirche kommen, die noch vor ziemlich kurzer Zeit als Begräbnißſtätte im Gebrauch war. In einer Stadt, die innerhalb ihrer Mauern Kirchhöfe beſitzt, bemerkt die Naſe den Fäulnißgeruch nicht. Aber dieſelben Stoffe, die wir

in großer Anſammlung riechen, gehen nichtsdeſtoweniger in Luft und Waſſer über. Sie äußern ihre Wirkung auf den Körper um ſo unfehlbarer, als ſie in Luft und Waſſer die allerunerläßlichſten Bedingungen des Lebens vergiften. Denn was in großer Menge die Luft verpeſtet, das hört nicht auf, ſie zu verderben, weil die Wirkung auf die Naſe geſchwächt wird. Und Niemand kann beſtimmen, wie oft die Ausdünſtungen eines Kirchhofs im warmen Sommer Faulfieber erzeugten. Niemand kann es mit Sicherheit widerlegen, wenn ihm ein Dritter die Meinung äußert, daß Kirchhöfe in einer Stadt das Denken verzögern. In Mainz heißt ein hoch liegender Theil der Stadt noch heute die goldene Luft, weil er im Jahre 1666 von der Peſt verſchont blieb.

Wir ſind in einem Meere kreiſender Stoffe vom Augenblick der Zeugung an. Und ſchon das neugeborene Kind iſt ein Ergebniß zahlreicher Urſachen und nimmer ruhender Schwankungen des Stoffs, das nicht etwa angeborene Anſchauungen, aber fertige Anlagen mit auf die Welt bringt, an welchen viele Geſchlechter gearbeitet haben. Vom Vater des Urgroßvaters an bis auf ſeinen Vater iſt Veſal einem Geſchlechte ausgezeichneter Aerzte entſproſſen, und auch der Bruder des Begründers der Zergliederungskunde des Menſchen war von einer ſo unwiderſtehlichen Neigung zur Naturwiſſenſchaft getrieben, daß ihn die Aeltern nicht zur Rechtsgelehrſamkeit

zu zwingen vermochten [312]). Riehl hat in seinem lehrreichen Buch über die bürgerliche Gesellschaft erst kürzlich daran erinnert, daß „man gerade zu einer Zeit, wo „man am meisten über den Geburtsadel spottete, dem „Stammbaum Sebastian Bach's mühsam nachgeforscht hat; eine lange, stolze Ahnenreihe der kernhaften Kunstmeister kam zu Tage, und mit Recht schrieb „man diesem künstlerischen Geburtsadel ein gut Theil „der auszeichnenden Eigenthümlichkeiten des seltenen „Mannes zu" [313]). Und wie leicht ließen sich diese Beispiele vermehren!

So ist der Mensch die Summe von Aeltern und Amme, von Ort und Zeit, von Luft und Wetter, von Schall und Licht, von Kost und Kleidung. Sein Wille ist die nothwendige Folge aller jener Ursachen, gebunden an ein Naturgesetz, das wir aus seiner Erscheinung erkennen, wie der Planet an seine Bahn, wie die Pflanze an den Boden.

Wenn uns Jemand anredet und wir antworten ihm, wenn ein Schmerz uns trifft, so daß wir aufschreien, dann ist das Wort, das wir sprechen, der Schrei, den wir ausstoßen, mit Nothwendigkeit erzeugt durch Anrede und Schmerz. Aber auch wenn wir nicht antworten mögen, wenn es uns gelingt, den Schrei zu unterdrücken, steht die Wirkung in geradem Verhältniß zur Ursache, welche sie hervorbringt.

Kein Wort iſt irriger, als daß wir nach Belieben den Schmerz ruhig ertragen oder durch eine Bewegung nach außen verrathen können. Wir beißen auf die Lippen, ſchneiden fratzenhafte Geſichter, ſtampfen mit dem Fuß auf, heben die Augenbrauen, wir winnmern, klagen, ſchreien oder verziehen keine Miene, alles je nach der Heftigkeit des Schmerzes, je nach dem Grad der Reizbarkeit, die wir einem gegebenen Reiz entgegenzuſetzen haben. Das Kind ſchreit nie ohne Urſache. Es hat Hunger, Unluſt oder Schmerz. Die Unluſt mag von einem unbefriedigten Verlangen oder von Unwohlſein herſtammen, immer entſpricht die Bewegung des ſchreienden Kindes genau der ſtofflichen Urſache, die Hunger, Unluſt, Schmerz bedingt.

Eine der höchſten Thaten freier Willensbeſtimmung ſcheint gegeben, wenn der Naturforſcher einen Verſuch anſtellt. Aber der Verſuch iſt Folge eines Gedankens und der Gedanke eine Bewegung des Stoffs, welche ſelbſt die Folge einer ſinnlichen Wahrnehmung iſt. War die ſinnliche Wahrnehmung genau und ſo vollſtändig, wie ſie überhaupt geübten menſchlichen Sinnen möglich iſt, dann wird der Gedanke richtig, der Verſuch vernünftig, und wie jede gute Antwort auf eine vernünftige Frage das Ergebniß des Verſuchs ein brauchbares ſein. Denn wie man im Leben kenntnißreiche und ſammlungsſtarke Menſchen zunächſt an ihren verſtändigen Fragen

erkennt, so wird die Vernunft des Naturforschers vorzugsweise durch die Vernünftigkeit seiner Versuche gemessen. Aber der Versuch ist nothwendige Folge seiner Entwicklung. Der Versuch ist also kein Ausdruck einer unabhängigen Willensregung; der Drang zum Versuch gehorcht vielmehr einem festen Gesetze, das alle geistige Thätigkeit an stoffliche Zustände bindet.

Man wird mit Recht bemerken, daß der Versuch nicht bloß von der Entwicklung des Naturforschers abhängt, sondern in sehr wesentlicher Weise auch von den Mitteln und Werkzeugen, deren er zur Anstellung des Versuchs bedarf. Denn das Göthe'sche:

„Und was sie Deinem Geist nicht offenbaren mag,
Das zwingst Du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben,"

ist nur richtig in dem Sinn, der soeben umschrieben wurde. Hebel und Schrauben nützen allerdings erst, wenn vorausgegangene sinnliche Wahrnehmungen dem Hirn des Menschen einen vernünftigen Gedanken offenbart haben. Aber ohne Hebel und Schrauben, ohne Zink und Kupfer und Platin, ohne Vergrößerungsglas und Messer, und vor allen Dingen ohne Maaß und Gewicht vermag der forschende Gedanke nichts. Nun liegen freilich diese Mittel und jene Entwicklung des Naturforschers gar häufig in verschiedenen Händen. Dann bleibt der Gedanke eine Zeitlang ein Wunsch, ohne zum Willen erstarken zu können. Bald aber überflügelt die

Entwicklung des strebsamen Forschers den Standpunkt desjenigen, der die Wage hat und den Tiegel, ohne sich ihrer zu bedienen. Die Entwicklung wird ein Mittel, die Werkzeuge zu erwerben. Entwicklung und Werkzeuge schaffen den vernünftigen Versuch als unausbleibliche Folge ihrer Vereinigung.

Rede und Styl, Versuche und Schlußfolgerungen, Wohlthaten und Verbrechen, Muth und Halbheit und Verrath, sie alle sind Naturerscheinungen, sie alle stehen als nothwendige Folgen in geradem Verhältniß zu unerläßlichen Ursachen, so gut wie das Kreisen des Erdballs.

Man spricht von geschichtlicher Wahrheit, von dichterischer Lebenstreue, und verwirft einen Roman, ein Gedicht, das den Charakter seines Helden von unrichtigen Voraussetzungen ableitet. Solche Schöpfungen fehlen gegen die Entwicklungsgesetze der Menschheit. Sie leisten den Forderungen der höchsten Wahrheit, der anerkannten Folgerichtigkeit von Ursache und Wirkung kein Genüge. Es wäre Unsinn, von dichterischer Wahrheit zu reden, wenn das Wollen des Menschen losgebunden wäre von den Schranken ursächlicher Bedingtheit.

Darum ist es durchaus unrichtig mit Liebig zu behaupten, daß „die moralische Natur des Menschen ewig „dieselbe bleibt“ [314]). „Dieselbe Rasse“, sagt Prichard, „welche zu Tacitus Zeiten zwischen Sümpfen in ein„samen Höhlen wohnte, hat Petersburg und Moskau

„gebaut, und die Nachkommenschaft von Ahnen, die „Menschenfleisch und kleine Fichtenfrüchte verzehrten, „nährt sich jetzt von Reis mit Trauben oder Weizen„brod“ [315]). Man bedenke, daß Jupiter und Juno Geschwister waren, und daß die Griechen ihre sittlichen Anschauungen in ihren Göttern verkörperten. Ich besuchte in Cleve noch die Schule, als mich ein kleines Mädchen, das ihren Bruder sehr liebte, fragte, warum es die Menschen nicht machen wie die Vögelchen, die ihre Geschwister heirathen. Und im Widerspruch mit jener obigen Behauptung sagt Liebig wenige Zeilen später ganz richtig: „Seit der Entdeckung des Sauer„stoffs hat die civilisirte Welt eine Umwälzung in „Sitten und Gewohnheiten erfahren.“ [316])

Wie der Einzelmensch, so ist die Gattung ewig im Werden begriffen. Das Hirn und seine Thätigkeit verändern sich mit den Zeiten und mit dem Hirn die Sitte, die des Sittlichen Maaßstab ist. Das Heidenthum pries noch den Haß der Feinde als höchste Tugend, während das Christenthum auch für den Feind Liebe verlangte. Wir wissen, daß der Haß als Naturerscheinung nicht unrecht ist, verwerfen es aber, wenn man dem Feinde schaden will, weil dies der Menschlichkeit zuwiderläuft, weil es die edelste Empfindung der Menschennatur verläugnet.

Jene Entwicklung der Sittlichkeit folgt nothwendigen

Geſetzen, und jede Stufe ruht auf den vorhergegangenen Urſachen mit unerſchütterlich nothwendiger Feſtigkeit.

Und iſt das nicht anerkannt, wenn Quetelet, der berühmteſte Erforſcher aller Zahlenverhältniſſe, die ſich auf den Menſchen beziehen, der rechtmäßige Stolz Belgiens, ſchreibt: „Alles was dem Zufall, dem freien „Willen, den Leidenſchaften des Menſchen oder dem „Grade der Intelligenz anheim gegeben zu ſein ſcheint, „iſt an ebenſo feſte, unverbrüchliche und ewige Geſetze ge„knüpft wie die Erſcheinungen der materiellen Welt“ [317])? Und legt man nicht mit Recht einen unendlich wichtigen Werth auf die Worte des Chors bei Aeſchylos im Agamemnon?

„es kommt
Wider Willen Weisheit auch.
Huld der Götter iſt dies, die gewaltſam
Thronen hoch am Ruderſitz.“ [318])

Wir brauchen uns nur klar zu machen, daß die Götter der Griechen, um Liebig's Ausdruck zu gebrauchen, „providentielle Urſachen“ ſind, Naturgewalten, die als Perſonen vorgeſtellt wurden, um die Worte des Chors ganz im Einklang zu finden mit der Weltanſchauung, die ich in dieſem Brief zu vertheidigen habe.

„Darin liegt das außerordentliche Uebergewicht an „Kraft“, ſagt Liebig, „welches unſere Zeit von allen „früheren unterſcheidet, daß die Entwicklung der Natur„wiſſenſchaften und der Mechanik, ſo wie die nähere

„Erforſchung aller der Urſachen, wodurch mechaniſche „Bewegungen und Ortsveränderungen hervorgebracht „werden, zur genaueren Bekanntſchaft mit den Geſetzen „geführt haben, welche die Menſchen befähigen, Natur„gewalten, welche ſonſt Angſt und Entſetzen erweckten, zu „ſeinen gehorſamen und willigen Dienern zu machen.“ — „Das beſtabgerichtete Pferd folgt nicht geduldiger dem „Willen des Menſchen, als die Locomotive unſerer Eiſen„bahnen, ſie geht ſchnell und langſam, ſie ſteht ſtill und „gehorcht dem leiſeſten Druck ſeines Fingers.“ [319])

Alles dies iſt richtig. Aber möglich iſt es eben nur durch die Bekanntſchaft mit den Geſetzen, auf welche Liebig mit Recht einen ſo hohen Werth gelegt hat. Der mächtige Wille iſt eine nothwendige Folge der reichen Erkenntniß. Wir dürfen es nicht vergeſſen, daß vorher „die Wirkungen unſren Willen regieren, während wir „durch Einſicht in ihren inneren Zuſammenhang die Wir„kungen beherrſchen können“ [320]). Die Einſicht entſteht immer nur als Folge der Wirkungen und wird dadurch zur nothwendigen Urſache des Willens.

Es iſt nach allem Obigen klar, daß es gar keinen Sinn hat, wenn Liebig ſchreibt: „Der Menſch hat „eine Anzahl Bedürfniſſe, welche aus ſeiner geiſtigen „Natur entſpringen, und die durch Naturkräfte „nicht befriedigt werden können; es ſind dies „die mannigfaltigen Bedingungen der Funktionen ſeines

„Geistes, auf deren Entwicklung, Vervollkommnung „und Erhaltung die richtige und zweckmäßige Verwen„dung der Kräfte des Körpers, so wie die Lenkung und „Leitung der Naturkräfte zur Hervorbringung aller seiner „nothwendigen, nützlichen und angenehmen Bedürfnisse „beruhen“ [321]). Das Seltsamste aber ist, daß hin und wieder die Vertheidiger ähnlicher Ansichten die neue Weltanschauung als hochmüthig bezeichnen. Als könnte sich der menschliche Hochmuth höher versteigen, als zu „Bedürfnissen, die durch Naturkräfte nicht „befriedigt werden können!“

Ganz unberechtigt ist es, wenn Liebig von einem Geist spricht, „der in seinen Aeußerungen von den Na„turgewalten unabhängig ist“, und diesen Geist von Allem unterscheidet, was er außer sich „in den Fesseln „unwandelbarer, unveränderlicher, fester Naturgesetze „sieht“ [322]). Sehr richtig dagegen ist es, wenn Liebig, auch hier im Widerspruch mit sich selber, an einer anderen Stelle schreibt: „Eine jede Substanz, insofern sie „Antheil an den Lebensprozessen nimmt, wirkt in einer „gewissen Weise auf unser Nervensystem, auf die sinn„lichen Neigungen und den Willen des Menschen ein.“ [323])

Viel schwerer als die wissenschaftliche Einsicht in die Richtigkeit des vertheidigten Satzes wird es den Menschen, die so lange an dem Gängelbande eines eingebildeten Gutes liefen, dem die Schwäche des Fleisches tag-

täglich widerſpricht, viel ſchwerer wird es ihnen, ſich mit dem Willen als Naturerſcheinung in den Krümmungen und Kreuzgängen des werkthätigen Lebens zurecht zu finden.

Das erſte Bedenken, das ſich hier entgegenthürmt, iſt immer, daß, wenn der freie Wille zu läugnen iſt, die Begriffe des Guten und Böſen uns abhanden kommen müſſen. Und doch iſt eben dieſes Bedenken gerade dadurch gelöſt, daß wir den Willen als eine feſtbegründete Naturerſcheinung betrachten müſſen. Denn nur ſo lange bleibt die Beſtimmung, ob eine Handlung gut oder böſe iſt, ſchwankend, als der Maaßſtab ein zufälliger, das heißt, ein von außen entlehnter iſt. Hat man es einmal erkannt, daß das ſittliche Maaß in der Natur des Menſchen und nirgends anders zu ſuchen iſt, daß wir uns auf das natürlichſte Verhältniß ſtützen, wenn wir das Recht, uns zu richten, weder Affen noch Mondbewohnern, ſondern einzig und allein unſeres Gleichen zugeſtehen wollen, dann wird das Urtheil über gut und böſe ein naturnothwendig begründetes und dadurch ewig unerſchütterlich.

Gut iſt, was auf einer gegebenen Stufe der Entwicklung den Bedürfniſſen der Menſchheit, den Forderungen der Gattung entſpricht. Ich ſage: auf einer gegebenen Stufe der Entwicklung. Denn erſt dadurch, daß dieſe berückſichtigt wird, erhebt ſich die Geſchichte zum Weltgericht. Weil Rotteck die Entwicklungsſtufe des

Mittelalters verkannte, beurtheilte er die Herrschaft der Kirche für damalige Zeiten um ebenso viel zu hart, wie die Hurter und Stahl ungerecht sind gegen den heutigen Entwicklungsgang, weil sie den Geist der Zeit mit mittelalterlichen Augen betrachten.

Es wohnt der menschlichen Gattung als Naturnothwendigkeit ein, daß sie als böse verwirft, was den Forderungen der Gattung zuwiderläuft.

Das Böse im Einzelnen bleibt darum, wie der ganze Mensch, Naturerscheinung. Und es ist gewiß nur ein Verlust für verfolgungssüchtige Parteigänger oder für den bitteren Eifer besiegter Köpfe, nicht für ächte Menschen, wenn uns diese Einsicht gegen jedes Verbrechen, wie gegen jeden Fehltritt versöhnlich stimmt. Das ist der Sinn des Worts der Frau von Stael: alles begreifen hieße alles verzeihen [324]). Ich kann es nicht unterlassen, dieses goldne Wort immer und immer zu wiederholen. Denn wie das: „Liebe Deinen Nächsten wie Dich selbst!“ der Kern der ganzen Sittenlehre im Christenthum war, so sollte es an der Spitze des Evangeliums der Neuzeit stehen: alles begreifen heißt alles verzeihen.

So wie der Sittenprediger von dem, der den freien Willen widerlegt, eine Grundlage seiner Sittenlehre fordert, so macht der rechtsgelehrte Richter den Naturforscher verantwortlich für die Zurechnungsfähigkeit, die

ihm verloren zu gehen ſcheint. Aber die Zurechnungsfähigkeit wäre nur dann vernichtet, wenn die Strafe den äußerlichen Zweck der Abſchreckung oder der Beſſerung verfolgte. Wie ſollte den die Strafe abſchrecken, der eine Miſſethat begeht, die in geradem und unabwendbar folgerichtigem Verhältniß ſteht zu der Leidenſchaft, die ihn bewegt? Das Beſſern aber gelingt den Strafanſtalten ſelten und bisweilen auf Koſten von Vorzügen, gegen welche die ſogenannte Beſſerung nicht aufwiegt. Denn der iſt nicht gebeſſert, in dem die Leidenſchaft erſtorben iſt. Und andererſeits, wie unendlich häufig kommt es vor, daß diejenigen, die beſtraft waren, mit Racheplänen gegen die Geſellſchaft ihr Gefängniß verlaſſen, um es nur zu bald und oft wiederholte Male wieder zu betreten? Sucht man das Recht der Strafe in einem naturnothwendigen Bedürfniß der Selbſterhaltung, das die Gattung beherrſcht, dann erliegt die Zurechnung nicht vor dem milderen Urtheil, das uns das Böſe abgewinnt, nachdem wir es als Naturerſcheinung kennen. Die Strafe ſoll nur den menſchlichen Forderungen der Gattung entſprechen. Darum beſtrafen alle Geſetzbücher nur diejenigen Vergehen, die einem Dritten ſchaden. Das Recht erwächſt nur aus dem Bedürfniß. Aber weil das Bedürfniß menſchlich iſt, ſoll auch die Strafe menſchlich bleiben. Bleibt ſie nicht menſchlich, dann wird die Strafe ſelbſt zum Verbrechen. Und aus dieſem Geſichts-

punkt iſt es nicht tief genug zu beklagen, daß in neuerer Zeit noch Kammern gefunden werden, die, wenn auch mit ſchwacher Mehrheit, für die Todesſtrafe entſcheiden [325]). Oder giebt es irgend ein menſchliches Verhältniß zwiſchen dem leidenſchaftlich Bethörten, der, gleichviel ob kalt oder heftig, an ſeinem Nächſten einen Mord begeht, und der Ruhe eines Gerichtshofes, der, wie der Ausdruck lautet, einen Verbrecher vom Leben zum Tode befördern läßt?

Weil die Zurechnung von dem Bedürfniß und dem Recht der Strafe abhängt, ſo kann man recht gut mit Gervinus einſtimmen, wenn er ſagt: „Will man den „Menſchen auch ganz wie die Pflanze in den feind„lichen (?) Gewalten der Natur ſehen, ſo hindert uns „dies dennoch nicht, auch den fehlerhaften und mangel„haften Baum zu tadeln, zu ziehen, und wenn er uns „ärgerte, auszureißen.“ Ich meine, man kann recht wohl in dieſen Ausſpruch einſtimmen, wenn man nur abſieht von der Auffaſſung der Naturgewalt als einer feindlichen. Ja, man kann noch weiter gehen. Die Naturnothwendigkeit des Baumes und des Menſchen hindert uns nicht bloß nicht, ſie ſelbſt zwingt uns vielmehr zu Tadel und Zucht. Wenn aber Gervinus an jener Stelle fortfährt: „Dies eben aber zeigt, daß der „Menſch Freiheit und Willkür hat, denn nur der Baum „läßt den Baum in Frieden gewähren“ [326]), ſo iſt dies

eine Vertheidigung so platt und doch zugleich so hohl, daß sie weder platter, noch hohler sich denken läßt. Oder ist es nicht ein durchaus nichtssagender Gemeinplatz, wenn es heißt: der Mensch ist frei, weil der Baum steht, während der Mensch geht? Hätte Gervinus nur einen Augenblick die Frage erwogen, ob nicht die Ursache der Bewegung, — des Tadels, der Zucht und des Ausreißens, — vielleicht genau der Bewegung entspricht, hätte er die Naturnothwendigkeit der aus der Ursache erwachsenden Folge begriffen, er hätte nicht von freier Willkür sprechen und es hätte ihm nicht so vollständig mißlingen können, die allerbedeutendste Seite von Göthe's Wesen zu würdigen, die Seite, welche Göthe sagen ließ: „Hätte ich einen Fehler begangen, so könnte es keiner „sein." Von dieser großartigen Anschauung war Zelter durchdrungen, als er an seinen Göthe schrieb: „Im „Unnatürlichen liegt die Sünde, nicht im „Willen Böses zu thun."[327])

Sollte uns ein Staatsmann, oder wahrscheinlicher ein Stubengelehrter, einwerfen, daß wer den freien Willen läugnet, die Freiheit nicht erstreben kann, so antworte ich, daß jeder frei ist, der sich der Naturnothwendigkeit seines Daseins, seiner Verhältnisse, seiner Bedürfnisse, Ansprüche und Forderungen, der Schranken und Tragweite seines Wirkungskreises mit Freude bewußt ist. Wer diese Naturnothwendigkeit begriffen hat, der

kennt auch sein Recht, Forderungen durchzukämpfen, die dem Bedürfniß der Gattung entspringen. Ja, mehr noch, weil nur die Freiheit, die mit dem ächt Menschlichen in Einklang ist, mit Naturnothwendigkeit von der Gattung verfochten wird, darum ist in jedem Freiheitskampf um menschliche Güter der endliche Sieg über die Unterdrücker verbürgt.

Ich habe dem Sittenlehrer, dem Richter, dem Gelehrten, dem Staatsmann Rede und Antwort gestanden. Ich komme hier noch einmal auf einen Einwurf mancher engherziger Sittenrichter zurück. Ich berühre ihn zuletzt, weil ich nicht umhin kann, ihn aus tiefster Empfindung zu verachten.

Da heißt es nämlich: „Wenn Du nicht an den freien „Willen glaubst, dann stürze Dich doch in Schwelgerei „und ausschweifende Sinnenlust, denn als Naturerschei„nung bist Du unverantwortlich.“ Und mir ist, als wanderten mir alle Pharisäer und alle doppelzüngigen Verräther vor den Augen, wenn ich so reden höre. Denn was seid Ihr anders, die Ihr so redet, als bestechliche Bestochene, die Ihr für Eure Tugend keinen Antrieb habt als den jenseitigen Himmel, in dem Ihr Eure träge Feigheit spiegelt, für Eure Sittlichkeit kein Maaß als jenes: „ich bin nicht so wie die der Mode des Unglau„bens huldigen.“ Ihr fühlt Euch glücklich in jeder Zeit, denn wie Ihr gestern aus dem Wissen die Wahrheit

gefolgert, ſo könnt Ihr heut' aus ihm die Lüge folgern, wenn nur die Lüge herrſcht.

„Stürzt Euch in wüſten Sinnentaumel!“ Als wenn der Menſch das nach Belieben könnte, wenn ihm auch täglich der Trugſchluß vorgehalten würde!

Weil es dem Bedürfniß der Gattung nie und nimmermehr entſpricht, den Leidenſchaften zu fröhnen, ſo kann die Aufforderung zu wilder Ausſchweifung auch keineswegs gefolgert werden aus dem Satz, daß der Menſch eine nothwendig bedingte Naturerſcheinung iſt. Und wenn es trotzdem hin und wieder geſchah, ſo kann es ebenſo wenig gegen die erkannte Naturwahrheit ſprechen, wie es ſeiner Zeit den Werth, den das Chriſtenthum nicht als Wiſſenſchaft, ſondern als Weisheit ewig behaupten wird, beeinträchtigen konnte, daß die Mönche aus ſeinem erhabenen Grundſatz der Liebe härene Bußkleider, Faſten und Kaſteiung, und alles was naturwidrig iſt, abgeleitet haben. Kaum dürfte jemals die Irrlehre der Genußſucht nur halb ſo viel Nachfolger finden, wie die Herrſchaft der Pfaffen aller Farben unglückſelige Schlachtopfer gefunden hat. Aber dieſe ficht den geſchichtlichen Werth des Chriſtenthums ſo wenig an, wie jene die Erkenntniß des Naturforſchers, der an die äußerſte Grenze ſeines Denkens geht, um es bis an die äußerſte Grenze in's Leben zu ſetzen.

Die Luft, die wir athmen, verändert in jedem Augen-

blick des Lebens nicht nur die Luft in den Lungen, nicht nur das Blut der Adern in Blut der Schlagadern, sie verwandelt nicht bloß die Muskeln in Fleischstoff und Fleischbasis, den Herzmuskel in Harnoxydul, das Gewebe der Milz in Harnoxydul und Harnsäure, die Glasflüssigkeit des Auges in Harnstoff, sie verändert auch in jedem Augenblick die Zusammensetzung von Hirn und Nerven. Und die Luft selbst, die wir einathmen, ist jeden Tag verschieden, anders im Wald als in der Stadt, anders auf dem Wasser als auf dem Berg, anders auf dem Thurm als in der Straße. Und Nahrung, Geburt, Erziehung, Verkehr, alles um uns ist in fortwährend bewegender Bewegung. Deshalb kann das Gute nicht untergehen, die Bildung nicht veröden. Mit dem Stoff kreist das Leben durch die Welttheile, mit dem Leben die Gedanken, mit den Gedanken der naturnothwendig gute Wille. Mit allen Uebeln — die Erde ist und bleibt ein Paradies. „Man bedenke, daß „mit jedem Athemzug ein ätherischer Lethestrom unser „ganzes Wesen durchdringt, so daß wir uns der Freuden „nur mäßig, der Leiden kaum erinnern" (Göthe).[328])

Zwanzigster Brief.

Für's Leben.

Wer ſich einmal Klarheit verſchafft hat über die unzertrennliche Verbindung von Kraft und Stoff, die Klarheit, bei der man ſich nicht mehr ſcheuen kann, aus jener Verbindung die letzten Folgerungen abzuleiten, der darf nicht müde werden, auf die Einwürfe von Leuten zu antworten, die der Meinung ſind, daß die Menſchheit durch die neue Weltanſchauung um alles Erhabene, um alles Schöne, um alle dichteriſche Auffaſſung gebracht wird. Und man darf dieſen Einwurf nicht bloß von ſchlichten Laien erwarten, die ſich hin und wieder über mangelhafte Sinne beklagen dürfen, weil ſie ihre Beobachtungsgabe nicht geübt haben, ſondern ebenſo häufig von den Idealiſten, die ſich nur deshalb, im Gegenſatz zu Realiſten, Philoſophen nennen, weil ſie noch auf einem Bildungsſtandpunkt ſtehen, der es ihnen unmöglich macht, die Erkenntniß des Stoffs und ſeiner Bewegungserſcheinungen zu wollen.

Mit den letzteren ist nun freilich kaum zu reden, weil man den nicht belehren kann, der nicht so weit entwickelt ist, daß er lernen will. Zum Glück scheint aber die daher drohende Gefahr sehr ernstlich im Abnehmen begriffen zu sein. Und ich wüßte hierfür kein schlagenderes Zeugniß anzuführen, als eine Mittheilung Riehl's, wenn er von der gesellschaftlichen Stellung der Philosophen sagt: „Am unglücklichsten erging es „den Philosophen. Sie konnten über den engen Kreis „der Schule hinaus gar nicht zum Zusammentritt der „Genossenschaft kommen. Das sociale Interesse fiel „weg, höchstens stand, wie weiland bei den Scholasti„kern, ein wissenschaftliches Turnier in Aussicht. So „ist es denn auch geschehen, daß sich die deutschen Phi„losophen aller Farben regelmäßig bei der Versammlung „der Naturforscher oder der Germanisten oder der Phi„lologen oder der Aerzte einfanden, nur auf ihre eigne „sind sie nicht gekommen." [329])

Diejenigen, die ernstlich bemüht sind, dem Stoff auf seinen Wegen und Entwicklungsbahnen, der ewig vereinten Wanderung von Kräften und Stoffen zu folgen, werden allmälig erbaut von der geistigen Bedeutung, die auch dem kleinsten und unscheinbarsten Stofftheilchen einwohnt. Man hat sich oft darin gefallen, den Encyclopädisten des vorigen Jahrhunderts vorzuwerfen, daß sie den Geist zum Stoff herabgezogen hätten. Und

die Zeit liegt nicht allzufern hinter mir, in der ich mit einer gewiſſen philoſophiſchen Schule wähnte, hochmüthig auf Jene hinabſehen zu dürfen, weil es eine höhere Aufgabe zu verfolgen gäbe, den Stoff zum Geiſt zu erheben. Aber der Unterſchied war ſo groß nicht. Er fällt nunmehr völlig hinweg, da Kraft und Geiſt vom Stoffe nicht zu trennen ſind.

Iſt es denn unpoetiſch, wenn unſre ſtofflichen Verrichtungen unmittelbar geadelt ſind, weil auch an den allerunſcheinbarſten geiſtige Regung und Bewegung hängt? Oder inwiefern iſt es dichteriſcher, wenn man ſich mit Rudolph Wagner einen unkörperlichen Schatten vorſtellt, der am Tage der Auferſtehung des Fleiſches ſeine vermoderten Gebeine zuſammenſucht und das in Fäulniß übergegangene Kleid wieder anlegt [330]), als wenn man im Stoffwechſel eine ewige Macht der Verjüngung, eine immer fließende Quelle jugendkräftigen Lebens ſieht? Es kommt nur darauf an, ob man ſich beſcheiden kann, den Stoff, der dachte und die Welt entwickelte, im Grabe ruhen zu laſſen, bis ihn der Poſaunenruf der Engel am jüngſten Tage weckt zur ewigen Erinnerung an perſönliche Beſchränktheit, oder ob man lieber den Stoff in immerwährender Bewegung weiß, aus Kohlenſäure und Waſſer, aus Dammſäure, Ammoniak und Salzen Blumen und Früchte auf dem Grab gedeihen, neues, ſchwellendes Leben auf Triften

und Fluren, eine neue Gedankenmacht in menſchlichen Hirnen erwachſen ſieht.

Die erſten Ringe in der Kette des Thierlebens verſchlingen ſich mit den Trieben jener organiſirenden Schöpferkraft, welche die Pflanzen als das blühende Reich der unbewußten Dichtung erſcheinen läßt. Durch die Thätigkeit des Sauerſtoffs wird das Blut theilweiſe gebildet von dem Träger der Feuerglut, der es läutert zu dem Gewebe, deſſen Stoffwechſel die Gedanken bedingt, der aber auch Hirn und Blut wieder verbrennt zu den einfachen Verbindungen, aus denen ſich die knospende Pflanze verjüngt. Es iſt Tod in dem Leben und Leben im Tode. Dieſer Tod iſt kein ſchwarzer, ſchreckender. Denn in der Luft und im Moder ſchweben und ruhen die ewig ſchwellenden Keime der Blüthe. Wer den Tod in dieſem Zuſammenhang kennt, der hat des Lebens unerſchöpfliche Triebkraft erfaßt und mit ihr die ganze Fülle der menſchlichen Dichtung, die unwandelbar ruht auf den Marmorſäulen der Wahrheit.

Oder iſt es gemein, wenn man das Ringen und Jagen der Menſchen nach dem Stoff als eine Naturnothwendigkeit anſieht, in welcher der Stoff die Kraft zu liefern hat? Iſt es gemein, wenn wir dem Arbeiter, der im Schweiß ſeines Angeſichts oft nur an das Erringen des Lebensbedarfs zu denken hat, zurufen dürfen, daß er ſich mit dem Brod den Stoff der edelſten Be-

wegungen verdient, deren Geſchöpfe auf der Erde fähig ſind? Iſt es gemein, wenn man ſich jedes Mahl zu einem Abendmahl verklärt, an dem wir gedankenloſen Stoff in denkende Menſchen verwandeln, an dem wir alſo wirklich das Fleiſch und Blut des Geiſtes genießen, um den Geiſt fortzutragen in alle Welttheile und in alle Zeiten durch die Kinder unſerer Kinder?

Wenn die Kraft der Stoff und der Stoff die Kraft iſt, dann wird es zu einer heiligen Aufgabe, den Stoff zu ſparen, das heißt, ihn auf die Bahnen zu lenken und in die Verbindungen zu ſammeln, in denen er auf dem kürzeſten Wege die größte Wirkung entfalten kann. Und darin liegt die allmächtige Bedeutung, welche die Naturwiſſenſchaft durch Erforſchung des Stoffs in unſern Tagen erringt. Unſer Prometheus lehrt die Menſchen Chemie, Phyſik und Phyſiologie und verleiht ihnen dadurch die Herrſchaft über die Elemente, welche aus einem durch Gedanken und Erkenntniß beherrſchten Willen hervorgeht.

Liebig hat dieſen Gedanken auch von ſeinem Standpunkt anerkannt, wenn er ſagt, daß durch die Fortſchritte, welche die Chemie der Entdeckung des Sauerſtoffs verdankt, „der materielle Wohlſtand der Staaten um „das Mehrfache erhöht worden iſt, daß das Vermögen „eines jeden Einzelnen damit zugenommen hat“ [331]). „Wie in dem thieriſchen Körper der Stoffwechſel gemeſſen

„werden kann durch die Anzahl der Blutkörperchen, „welche in einer gegebenen Zeit den Weg von dem „Herzen zu den Kapillarien *) und von da zurück zu „dem Herzen nehmen, so ist der Stoffwechsel im Staats„körper meßbar durch die Geschwindigkeit, mit welcher „die Geldstücke von einer Hand in die andere gelangen.“ „Das Geld hat die Funktionen der Sauerstoffträger im „Staat übernommen“ [332]). „Jeder Theil des ganzen „Organismus hat ein natürliches Recht auf die freieste „Verwendung seiner Arbeitskraft und Alle darauf, daß „keiner den andern hemmt und hindert; das Maximum „der Wirkung der Arbeitskraft steht im umgekehrten Ver„hältniß zu der Summe der zu überwindenden Wider„stände, je größer die Widerstände sind, desto kleiner „ist die Wirkung“ . . . . . „Darum führt der barba„rische Staat durch unrichtige und ungleich vertheilte „Besteuerung ganze Bevölkerungen ihr Leben lang der „Verhungerung entgegen, wenn sie genöthigt sind, eine „zu große Summe ihrer eigenen Kraft zu ihrer bloßen „Fortdauer und für Zwecke zu verwenden, durch welche „die Kräfte aller einzelnen Theile nicht vollkommen wieder „hergestellt werden. Darum haben die Staaten mit „großen stehenden Heeren nur den Schein von Stärke, „weil ein dauernder Aderlaß den besten Theil ihres Bluts

*) Haargefäße.

„und ihre edelsten Säfte entzieht; ihre Macht ist der „Kraft gleich, welche der Wilde im Branntweinrausche „findet; wenn der Rausch verfliegt, dann ist die Macht „mit der Kraft dahin" (Liebig).[333])

Freie und richtige Vertheilung von Kraft und Stoff, das ist das Ziel, welches alle neueren Bewegungen mehr oder minder dunkel verfolgten, eben die Vertheilung des Stoffs, welche Allen die Arbeit und durch die Arbeit ein menschenwürdiges Dasein möglich macht, weil „jeder „Theil des ganzen Organismus ein natürliches Recht „hat auf die freieste Verwendung seiner Arbeitskraft." So wahr und tiefgefühlt aber diese Worte sind, so falsch und ungerecht ist die Beschuldigung, die Liebig an einer anderen Stelle erhebt: „Die neueren socialistischen „Theorien wollen, daß kein Schatten mehr sei; wenn „aber das letzte Grashälmchen, welches Schatten wirft, „zerstört wäre, dann würde freilich überall Licht, aber „auch der Tod, wie in der Wüste Sahara's sein."[334])

Dem Leben und dem Einzelnen wäre wahrlich nicht gedient mit einer Theilung, die allen Schatten aufheben könnte, oder vielmehr eine solche Theilung wäre von allen Unmöglichkeiten die unmöglichste. So wenig zwei Menschen gleich sein können in Blut und Fleisch, in Hirn und Knochen, in der Form ihres Antlitzes und ihrem Gang, so wenig wäre eine communistische Theilung in dem Sinne, der Liebig vorschwebt, auch nur eine halbe

Stunde lang möglich. Es ist daher nicht zu fürchten, daß eine solche Theilung den Schatten aufhebt, weil aller Schatten aufgehoben sein müßte, damit die Theilung in's Werk gesetzt werden könnte. Aber eben deshalb muß man eine Beschuldigung mit Ernst und Strenge zurückweisen, die man einem allgemeinen Gedanken, einer großartigen Richtung entgegenschleudert, während sie höchstens einzelne Verirrte trifft. Der socialistischen Erkenntniß des socialen Bedürfnisses gehört, trotz der Einsprache von Dichtern, Gelehrten und ruhesüchtigen Besitzern, die werkthätige Zukunft der Welt. Und daß nicht eitler Wahn uns die Erfüllung dieser Zukunft verspricht, das ist, abgesehen von allen Rücksichten der Menschlichkeit, ganz einfach verbürgt durch die unumstößliche Thatsache, daß die Kraft dem Stoffe folgt. Darum sollte man sich hüten, das Beiwort „socialistisch" zu einem Stichwort raublustiger Unvernunft zu machen und um so mehr, wenn man sich mit Liebig zu der Einsicht erhoben hat, daß „jeder Theil des ganzen Organismus ein natürliches Recht hat auf die freieste Verwendung seiner „Arbeitskraft."

Das Leben fordert Arbeit, die Arbeit fordert Stoff. Und es ist gewiß die allerbeste Bereicherung, die das Leben der Chemie verdankt, daß wir es täglich besser einsehen lernen, welcher Stoff zu jeder Arbeit gehört. Soll der Stoff in Gräbern und Särgen liegen, Nie-

mandem zum Vortheil und häufig der nächſten Umgebung zur Laſt?

Ich kann es nie und nimmermehr als eine unvermeidliche Nothwendigkeit anerkennen, wenn Liebig ſagt: „Der einzig wirkliche Verluſt, dem wir nach unſern Sit„ten nicht vorbeugen können, iſt der an phosphorſauren „Salzen, welche die Menſchen in ihren Knochen mit in „ihre Gräber nehmen“ [335]). Man braucht ſich nur klar zu machen, daß die Sitte ein Spiegel der Erkenntniß iſt, um ſich ohne übermüthige Verachtung einer Scheu, die mit gewiſſen Glaubensſätzen zuſammenhing, berechtigt zu fühlen, mit allem Nachdruck, der dem Wiſſen zu Gebot ſteht, einer ſolchen Verſchwendung zu widerrathen.

Phosphorſaurer Kalk iſt die Knochenerde, phosphorſaure Bittererde iſt Muskelerde, phosphorſaures Kali gehört zu den wichtigſten Salzen des Fleiſches und der Milch, ohne einen Reichthum an phosphorſauren Salzen iſt die Entſtehung des Gehirns nicht möglich. Und wenn alle dieſe phosphorſauren Salze in wucherndem Ueberfluß in unſeren Kirchhöfen aufgeſpeichert werden, um nur den Würmern und dem Graſe zu nützen, während ſie ohne Arbeit und beinahe ohne Koſten zurückgeführt werden könnten in die Kreislinie des Lebens, die immer neue Kreiſe zeugt von Stoff und Kraft, warum ſollen wir denn der Sitte dauernder Kirchhöfe huldigen, da wir doch blutigen Opfern und Hexenprozeſſen entſagt haben?

Wer will über seinen phosphorsauren Kalk auch noch nach seinem Tode Herr sein, wenn er bedenkt, daß dieser phosphorsaure Kalk Veranlassung werden kann, daß seine Urenkel darben? Es ist doch wohl vernünftiger, diesen phosphorsauren Kalk durch die Pflanzen und Thiere hindurch in unsern Körper wandern zu lassen, als nur von fern die Möglichkeit zu gestatten, daß man, wie zu Paris, als es von Heinrich IV. belagert wurde, durch Hungersnoth dazu gezwungen wird, die Knochen der Todten unmittelbar beim Backen des Brodes zu verwenden.[335a])

Man brauchte nur jede Begräbnißstätte, nachdem sie ein Jahr lang benutzt wäre, mit einer neuen zu vertauschen, um nach sechs bis zehn Jahren[336]) einen der fruchtbarsten Aecker zu besitzen, der den Todten mehr Ehre macht als Denkmal und Grabhügel. Wie lange hat man es schon eingesehen, daß das Andenken bedeutender Menschen weit edler durch nützliche und wohlthätige Stiftungen gefeiert wird, als durch Erz und Bildsäulen! Begräbnißplätze, die nach zehn Jahren als fruchtbares Ackerland neue Menschen schaffen, wären ebenso viele Stiftungen, mit denen man nicht sowohl dem Elend abhelfen, als vielmehr dem Elend vorbeugen würde, unmittelbar durch Vermehrung des Getreides und mittelbar durch den Zuwachs an denkenden Menschen. Ganz beneidenswerth schiene mir's aber, wenn die äußeren Verhältnisse es möglich machen sollten, zu der Sitte

der Alten zurückzukehren, die unstreitig viel dichterischer war. Wenn wir unsre Todten verbrennen könnten, dann würden wir die Luft bereichern mit Kohlensäure und Ammoniak, und die Asche, welche die Werkzeuge zu neuen Getreidepflanzen, zu Thieren und Menschen enthält, würde unsre Heiden in fruchtbare Fluren verwandeln. Es kann nicht fehlen, wenn wir es auch nicht erleben sollten, das Bedürfniß der Menschen, welches der oberste Rechtsgrund und die heiligste Quelle der Sitte ist, wird einmal unsere Kirchhöfe mit gleichen Augen betrachten, wie wir das Pfund, das ein ängstlicher Bauer vergräbt, statt vom sauer erworbenen Kapitale Zinsen zu erndten. Nur die Unwissenheit ist Barbarei.

Diese Anschauung hat mehr Anstoß erregt, als ich in unserem Zeitalter erwartete, unter Anderen bei dem Senat der Heidelberger Hochschule und dessen zweideutigem Vertheidiger in der Augsburger Allgemeinen Zeitung [336a]), von dem es heißt, er habe viele naturwissenschaftliche Bücher gelesen und geschrieben. Muß man einen Naturforscher daran erinnern, daß ganz dieselbe für heilig gehaltene Scheu Jahrhunderte lang sich den Leichenöffnungen widersetzte, und daß es doch nach und nach in Folge wachsender Einsicht dahin gekommen ist, daß in so mancher europäischen Stadt die Leichenöffnung sich gleichsam von selbst versteht? Man beruft sich auf ein natürliches Gefühl und vergißt, daß die Empfindung,

wenn auch noch so langsam, doch allmälig der Erkenntniß sich anschmiegt. Es ist nun einmal nicht zu ändern, daß in solchen Dingen die Einsicht dem Gefühle voraneilt; aber es steht zu hoffen, daß dieser Erfahrungssatz, indem er den Menschen immer geläufiger werden muß, die aufrichtigen und unaufrichtigen Verketzerungen in immer engere Schranken zurückweisen wird. Und ließe sich nicht für unseren Fall vielleicht die Behauptung vertheidigen, daß bisweilen die Wärme, mit welcher das Andenken der Verstorbenen im Leben gepflegt wird, um so inniger ist, je weniger man mit prangenden Denkmälern seine Klagen der Oeffentlichkeit preisgab? Wir ehren die Todten und geben von unserer Liebe Zeugniß durch die Erfüllung der Pflichten, die sie uns hinterlassen, und diese Pflichten erinnern uns an das Göthe'sche Wort: „Gedenke zu leben." — „Schreitet, schreitet ins Leben zurück! Nehmt den heiligen Ernst mit hinaus, denn der Ernst, der heilige, macht allein das Leben zur Ewigkeit." Mit diesen Worten schließt der Weiseste unserer Dichter Mignon's erhebende Todtenfeier.

Um aber einzusehen, wie schwere Rechte hier das Leben geltend macht, will ich auf eine Stelle Liebig's aufmerksam machen, in der es heißt: „Ich habe, wie „viele vor mir, die Erfahrung gemacht, daß die Fruchtbarmachung eines an sich unfruchtbaren Bodens, wenn „dessen Unfruchtbarkeit von dem Mangel an wirksamen

„Beſtandtheilen und nicht von einer ungeeigneten phy-
„ſikaliſchen Beſchaffenheit herrührt, zu Ausgaben nöthigt,
„welche mehr betragen, als man für den Ankauf des
„fruchtbarſten Feldes zu machen hätte.“ Und etwas
weiter: „Es ſcheint, daß in vielen Fällen die Haupt-
„wirkung des Düngers auf unſern Feldern darin beſteht,
„daß in Folge der reichlicheren Nahrung in der oberen
„Kruſte des Feldes die Pflanzen während der erſten Zeit
„ihrer Entwicklung die zehnfache, vielleicht hundert- und
„tauſendfache Anzahl von Wurzelfaſern treiben, die ſie
„in dem magern Boden getrieben haben würden, und
„daß ihr ſpäteres Wachsthum im Verhältniß zu der
„Anzahl dieſer Organe ſteht, durch die ſie befähigt wer-
„den, den minder reichlichen Nahrungsſtoff in den tieferen
„Schichten aufzuſuchen und ſich anzueignen, und es er-
„klärt ſich vielleicht hieraus, warum eine im Verhältniß
„zu der im Boden enthaltenen kleinen Menge von Am-
„moniak, von Alkalien und phosphorſauren Erden die
„Fruchtbarkeit in ſo hohem Grade erhöht“ [337]). Und
doch verſcharren wir täglich Alkalien, Erden, Phosphor-
ſäure in unſren Kirchhöfen, die phosphorſauren Salze,
welche mit ſo unerſchütterlichem Rechte als die wichtigſten
Gewebebildner in dem Samen von Weizen und Erbſen
und in dem Leib von Thieren und Menſchen bezeichnet
werden.

Nur glaube man nicht, daß es immer geſpart iſt,

wenn man den in ewigem Kreislauf begriffenen Stoff unmittelbar dem Menschen einverleibt. Schon vor längerer Zeit haben Bouſſingault und Payen gelehrt, und neuerdings iſt es von Millon, von Donders und Harting beſtätigt worden, daß die Kleie des Mehls mehr Kleber, das heißt mehr ungelöſtes Pflanzeneiweiß und Pflanzenleim, mehr Fett enthält, als das Mehl ſelbſt [338]). Und Millon hat daraus abgeleitet, daß es ein Verluſt ſei, wenn man die Kleie nicht immer mit dem Brod vermiſcht und ſie als Abfall den Thieren zuwirft. Millon glaubt ſogar, daß man durch ſtete Verbindung der Kleie mit dem Brod Frankreich um viele Millionen Hektolitres eines vortrefflichen Nahrungsmittels bereichern könnte, und dies ohne irgend einen anderen Schaden, ohne Unkoſten. Liebig ſcheint ſich der Anſicht Millon's anzuſchließen, wenn er ſagt: „Alle (dieſe) „Hülfsmittel, um in Hungerjahren die Noth der ärmeren „Klaſſen zu lindern, ſind nur lokaler Natur und machen „für die Bewohner eines großen Landes im Verhältniß „zum Verbrauch nur wenig aus; es giebt nur ein nach„haltiges Mittel für die weiteſten Kreiſe, was darin „beſteht, daß das feingemahlene Korn ungebeutelt, d. h. „das Mehl mit der Kleie zu Brod verbacken und der ganze „im Korn vorhandene Nahrungsſtoff dem Menſchen zu„gewendet wird.“ [339])

Von dem einſeitigen Standpunkt des Chemikers iſt

diese Ansicht gewiß berechtigt. Es ist unbestritten, daß die Kleie mehr eiweißartigen Stoff, mehr Fett und mehr Salze enthält als gebeuteltes Mehl. Auch Kekulé hat wenigstens für das Fett und die Salze Zahlen gefunden, die mit den Angaben Millon's sehr nahe übereinstimmen [340]). Und ich kann durchaus nicht mit Péligot zugeben, daß der Zusatz der Kleie eben wegen des reichlichen Fettgehalts bei der Bereitung des Brodes nachtheilig wäre, indem daraus ein minder schön aussehendes Brod hervorginge [341]). Denn das Aussehen des Brodes kann keinen wesentlichen Nachtheil bedingen.

Aber von Seiten des Lebens läßt sich gegen die stete Vermischung der Kleie mit dem Mehl oder richtiger gegen den alleinigen Gebrauch von ungebeuteltem Mehl ein sehr wichtiger Einwurf erheben; Brod, das aus ungebeuteltem Mehl gebacken ist, wird wegen seines größeren Gehalts an beinahe unlöslichem Zellstoff nur von kräftigen Verdauungswerkzeugen gehörig verdaut. Der Zellstoff geht ungelöst mit dem Koth ab und, was schlimmer ist, bei reizbaren Menschen, bei Frauen, Kindern, Greisen, zumal in den weniger kräftigen Ständen, erzeugt der Reiz, den der Zellstoff auf die Schleimhaut des Darms ausübt, sehr leicht Durchfall. Es ist also erstlich die ausnahmslose Benützung des ungebeutelten Mehls keineswegs frei von allem Schaden.

Nun ist es aber zweitens gar kein Ersparniß, wenn

man einen für Menschen schwerer verdaulichen Stoff den Thieren entzieht, um ihn nur den Menschen darzureichen. Und es ist durchaus ungerechtfertigt, wenn Millon behauptet, daß er durch die Kleie Frankreich bereichern könne, ohne alle Kosten des Ackerbaues und ohne einer andern Frucht auch nur einen Zoll breit des Bodens zu rauben. Wenn wir die Kleie als Abfall den Thieren reichen, dann wird kein Gran des Stoffs vergeudet, im Gegentheil, wir überweisen nur den Thieren eine Thätigkeit, die den schwerer verdaulichen Kleber in Eiweiß und Faserstoff des Bluts, den für Menschen beinahe ganz unverdaulichen Zellstoff in Fett verwandelt. Wir erhalten den Stoff als Fleisch und Milch mit Zinsen zurück, indem wir uns eine Arbeit ersparen, die viel nützlicher nach einer anderen Seite hin gerichtet wird. Durch Eiweiß, Faserstoff und Fett wird der Arm unmittelbar gestählt und das Hirn gekräftigt. Wir setzen unmittelbar in Händearbeit und Gedanken um, was sonst bei der Verdauung noch einen langen Aufwand an Kraft erfordern würde. Giebt man den schwachen Verdauungswerkzeugen der Greise Kleienbrod, dann spart man ebenso wenig, wie wenn man dem Menschen unmittelbar Kohlensäure, Ammoniak und Wasser reichen wollte, statt sie von den Pflanzen erst in Eiweiß, Zucker und Fett verwandeln zu lassen. Die schwache Verdauung des Greises ist ebenso wenig im Stande die Kleie, wie

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser zur Blutbildung zu verwenden.

Entzieht man den Thieren den Theil der Kleie, der ihnen gewöhnlich zugewiesen wird, dann sind wir unmittelbar genöthigt, nützlichen Feldfrüchten den Boden zu rauben, und zwar schlimm genug dem Weizen selbst. Denn das Gewicht an Nahrungsstoff, das in der Kleie dem Thier verloren geht, müssen wir durch andere Futterkräuter ersetzen. Ich frage aber, ob es ein Vortheil ist, wenn wir den Ertrag des Weizens vermindern müssen, um mehr Raum für Futterkräuter zu gewinnen, und ob wir nicht viel besser auf Einem Felde Getreidesamen ziehen, die im gebeutelten Mehl den Menschen mit einem ausgezeichneten Nahrungsmittel versorgen, während der Abfall, die Kleie, den Thieren und durch diese in der allervortheilhaftesten Weise mittelbar den Menschen zu Gute kommt?

Für Zeiten der Noth muß sich das Urtheil anders gestalten, und man kann Liebig nur beistimmen, wenn er sagt: „Als Zusatz zum Mehl hat die Kleie in Zeiten „des Mangels einen weit höheren Werth und ist durch „keinen anderen Nahrungsstoff ersetzbar“ [342]). Die Noth lehrt beten. In Zeiten, in welchen der Erzeugung und der Benützung von Vorräthen kein Hinderniß im Wege steht, wäre es durchaus verwerflich, wenn man nach Millon's Vorschlag nur Kleienbrod backen wollte.

Weil die Kartoffeln zehn bis zwanzigmal mehr Fettbildner als Eiweiß enthalten, während das Blut mindestens fünfunddreißigmal soviel Eiweiß als Fett enthält, weil die Kartoffeln kaum ein Fünfzehntel der Menge des Eiweißes führen, die im Blute regelmäßig vorkommt, ist der in neuerer Zeit so häufig vorkommende Ausfall der Kartoffelerndte nicht so schwer zu beklagen, wenn man statt der Kartoffeln vernünftig gewählte Stellvertreter baut.

Die Chinesen, Malayen, Perser, Araber und Aegypter genießen statt ihrer den Reis, die Bewohner der warmen Gegenden Amerikas, der Neger auf Surinam z. B., die Bananen, die Früchte des Bananen-Pisangs, Musa paradisiaca und Musa sapientum. Der Reis enthält zwar etwas mehr Eiweiß als die Kartoffeln, das Mehl der Bananen dagegen beträchtlich weniger (Mulder). In beiden, in Reis und Pisangfrüchten herrschen die Fettbildner über das Eiweiß in ungeheurem Maaße vor; sie enthalten Eiweiß oder eiweißähnliche Körper in so geringer Menge, daß wir es nicht bedauern dürfen, wenn wir dem Armen die Kartoffeln durch jene tropischen Erzeugnisse nicht ersetzen können. Französische Reisende haben vor Kurzem andere Pflanzen als Stellvertreter der Kartoffeln empfohlen. Verreaux lobt die Knollen eines trüffelartigen Gewächses, die im Innern von Afrika unter dem Namen native

bread bekannt sind. Bose sah in Carolina, Trécul in Missouri die Wurzeln von Glycine Apios oder Apios tuberosa als Kartoffeln genießen. Man hat diese Wurzeln nach Frankreich übergepflanzt. Payen fand ihre Zusammensetzung den Kartoffeln höchst ähnlich; nur ist die neue Wurzel beinahe dreimal so reich an eiweißartigen Stoffen als die Kartoffeln [343]). Noch reicher an Eiweiß fand Mulder die Knollen von Ullico tuberosus, einer Pflanze, die man in Holland und anderwärts statt der Kartoffeln zu bauen versucht hat [344]). Und aus ähnlichen Gründen empfiehlt Decaisne die chinesische Batate (Dioscorea Batatas), in welcher Fremy einen klebrigen Eiweißkörper vorfand, der das Mehl dieser Wurzel zum Brodbacken verwendbar machen könnte [344 a]). Aber diese Thatsachen können nur beweisen, daß es bessere Nahrungsmittel giebt, als die Kartoffeln.

Zu suchen braucht man diese besseren Nahrungsmittel wahrhaftig nicht, viel weniger kostbare Reisen zu dem Zweck zu unternehmen und mühsam neue Pflanzungen einzuführen. Blühen doch Erbsen, Bohnen und Linsen vor unsren Augen. Erbsen, Bohnen und Linsen enthalten annähernd so viel Eiweiß (Erbsenstoff) wie unser Blut, sie enthalten zwei bis dreimal so viel Fettbildner als Erbsenstoff und die Blutsalze in reichlicher Menge. Trotz dem höheren Preise und der kostspieligeren Bereitung

sind Erbsen, Bohnen und Linsen billiger als Kartoffeln. Sie sind im Stande, gut gemischtes Blut zu erzeugen, Hirn und Muskeln zu kräftigen. Kartoffeln können dies nicht. Erbsen, Bohnen und Linsen werden durch ihre Nahrhaftigkeit um so viel billiger als Kartoffeln, wie Eisen billiger ist als Holz, wenn es sich um Schienen für unsere Dampfwagen handelt. Erbsen, Bohnen und Linsen geben Kraft zur Arbeit, sie verdienen sich selbst, während eine anhaltende Kartoffeldiät unfehlbar Schwäche und Siechthum nach sich zieht. Wer vierzehn Tage im wörtlichsten Sinne von nichts als Kartoffeln lebt, wird nicht mehr im Stande sein, sich seine Kartoffeln selbst zu verdienen.

In neuerer Zeit ist oft von Sparmitteln die Rede in dem Sinne, daß gewisse Speisen oder Getränke, ohne daß sie selbst das Blut mit seinen wesentlichen Bestandtheilen versorgen, zu magerer Diät befähigen sollen, indem sie die Menge der Ausscheidungen verringern. So behauptet Gasparin, daß die Minenarbeiter zu Charleroi in Belgien nur etwa zwei Drittel von dem Gewicht, welches sonst ein erwachsener Mann an Eiweißkörpern zu sich nimmt, genießen. Diese Arbeiter sollen aber sehr viel Kaffee trinken, und nach Böcker's Versuchen werde in Folge des Kaffeegenusses viel weniger Harnstoff ausgeschieden. „Wir wissen überhaupt", sagt Gasparin, „wie mäßig die Völker sind, die viel

„Kaffee trinken. Die erstaunlichen Fasten der Kara-
„vanen, die karge Diät der Araber unterstützen mit dem
„Ansehen alter Erfahrung die Wirkungen, welche man
„jenem Getränke zuschreiben kann; und die Austheilung
„von Kaffee an unsre Truppen auf den ermüdenden Feld-
„zügen Algeriens wird als eines der besten Mittel be-
„trachtet, um zu den Strapatzen des Kriegs zu be-
„fähigen." Abbadie ist schon gegen die von Gas-
parin aus einseitiger Beobachtung gemachten Folge-
rungen aufgetreten. Nach Abbadie ertragen die Wa-
habis, die Protestanten des Islam, die aus religiöser
Ueberzeugung keinen Kaffee genießen, ihre Fasten ebenso
leicht, wie diejenigen Muselmänner, welche Kaffee trinken.
In Abyssinien aber, wo die Mohammedaner täglich wie-
derholt Kaffee zu sich nehmen, sollen diesen die Fasten
beschwerlicher sein als den Christen [345]). Obgleich nun
allerdings die Angabe Böcker's durch zahlreiche Ver-
suche von Julius Lehmann [346]) bestätigt worden ist,
kann man dennoch den Kaffee wohl als ein Sparmittel
der Gewebe, nicht aber als ein Sparmittel für den
Beutel betrachten. Sparmittel für den Beutel sind über-
haupt nur nahrhafte Nahrungsmittel, d. h. solche Speisen
und Getränke, die in richtigem Verhältniß dem Blute
seine wesentlichen Bestandtheile zuführen. [347])

Daher erweist es sich als Klugheit für den Arbeit-
geber und als ein Recht des Arbeiters, daß in der

Nahrung Fleiſch und gutes Brod nicht fehlen. Während die Arbeiter in den Schmieden des Departements Tarn mit Pflanzenkoſt ernährt wurden, verloren ſie durchſchnittlich fünfzehn Tage des Jahrs durch Hunger und Krankheit. Als im Jahr 1833 durch Talabot Fleiſch als ein weſentlicher Theil der Nahrung eingeführt wurde, verbeſſerte ſich der Geſundheitszuſtand in dem Grade, daß jeder Arbeiter, ſtatt fünfzehn, im Durchſchnitt nur noch drei Tage im Jahr für die Arbeit verlor. Jeder Arbeiter gewann demnach zwölf Tage im Jahre, was für Millionen Arbeiter einen unermeßlichen Gewinn herausſtellt. [348])

Es verdient deshalb die dankbarſte Anerkennung, daß Liebig durch ſeine ſchönen Unterſuchungen über das Fleiſch die Aufmerkſamkeit aller Menſchenfreunde in ſo nachdrücklicher Weiſe der von Parmentier und Prouſt empfohlenen Bereitung eines guten Fleiſchauszuges zugewendet hat. Durch Bereitung des Fleiſchauszuges wird es möglich, einen Theil der Vorzüge des Fleiſches auch da zugänglich zu machen, wo der Preis des Fleiſches veranlaßt, daß der Arbeiter ſich daſſelbe durch Branntwein zu erſetzen ſucht. „In Podolien, in Buenos „Ayres, in Mexico, in Auſtralien, in vielen Gegenden „der vereinigten Staaten Nordamerikas, wo das Rind„fleiſch oder das Fleiſch von Schaafen kaum einen Werth „beſitzt, ließen ſich mit den einfachſten Mitteln die

„größten Quantitäten des besten Fleischextractes sam„meln, dessen Zufuhr für die kartoffelessende Bevölke„rung Europas vielleicht eine ganz besondere Bedeutung „gewinnen dürfte“ (Liebig). James King schreibt an Liebig, daß in Neu-Süd-Wales das allerbeste Ochsenfleisch nicht über anderthalb Kreuzer das Pfund kostet. Das Fleisch wird dort zur Gewinnung des Fetts ausgekocht; der nahrhafte Theil des Fleisches wird als Abfall weggeworfen.[349])

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren Kuchen von gallertig eingekochter Fleischbrühe bei der englischen Seemacht ein sehr gebräuchlicher und ständiger Artikel. Ein bis zwei Loth dieser Gallertkuchen, die vorzugsweise aus frischem Fleisch, besonders aus Rindfleisch gewonnen waren, wurden in Wasser oder in Erbsensuppe zerlassen, auch wohl zum Frühstück mit Weizengraupen oder Habermehl vermischt; sie gaben für eine Person ein kräftiges Gericht[350]). In Texas, wo das Fleisch gleichfalls sehr billig ist, hat Gail Borden in der allerneuesten Zeit eine Fabrik von Fleischzwieback errichtet. Das Fleisch wird längere Zeit gekocht, die erhaltene Flüssigkeit gehörig eingedampft, dann mit Weizenmehl vermischt zu einem Teig verarbeitet, der in Zwiebackform geschnitten und bei mäßiger Hitze gebacken wird. Nach den bisherigen Erfahrungen hält sich der Fleischzwieback achtzehn Monate unversehrt, und höchst

wahrscheinlich viel länger. Man hat denselben um das Kap Horn und durch die Ebene nach Californien versandt, und er kam gut erhalten zurück [351]). Offenbar liegt hier ein Nahrungsmittel vor, das in hohem Grade die Vortheile von Fleisch und Brod in sich vereinigt. Die eingedickte Fleischbrühe enthält die in Wasser löslichen Stoffe des Fleisches, namentlich die Salze, ferner etwas Leim und Oxyde der eiweißartigen Körper, die beim Kochen des Eiweißes und der Fleischfaser entstehen und auch im Blute vorkommen. Denn es ist unrichtig, wenn Liebig schreibt: „Keiner von allen organischen „Bestandtheilen der Fleischbrühe macht, soweit die gegen„wärtigen Untersuchungen reichen, einen Bestandtheil „der Blutflüssigkeit aus" [352]). Da jedoch in der Fleischbrühe die Menge des eiweißartigen Stoffs verhältnißmäßig gering ist, so werden die Vorzüge ihrer anorganischen und schmackhaften Bestandtheile durch den eiweißähnlichen Kleber des Weizenmehls in vortrefflicher Weise ergänzt. Es steht zu hoffen, daß das Beispiel jener Fabrik in Texas bald auch an anderen Stellen in Amerika und namentlich in Australien Nachahmung finden wird.

Man hat es von jeher als einen Vortheil betrachtet, wenn ein Volk, das einem anderen Lebensbedürfnisse abkaufen muß, statt mit Geld, mit Naturerzeugnissen zu bezahlen im Stande ist. Bedenkt man, daß jeder Mensch

aus ſeinem Körper täglich ſo viel, und gerade die Grundſtoffe entfernt, die er in gleicher Art und Menge, nur in anderer Verbindung, in vierundzwanzig Stunden der Außenwelt entnehmen muß, ſo iſt es klar, daß die Wiſſenſchaft noch Unermeßliches zu leiſten im Stande iſt, um der Armuth durch richtige Vertheilung des Stoffes vorzubeugen. Es gilt nur den Stoff, der bei hundert und tauſend Gelegenheiten als Abfall zwar nicht verloren geht, aber ſich auf Umwege verirrt, in der vortheilhafteſten Weiſe zu ſammeln und auf dem kürzeſten Wege dahin zu lenken, wo er die mächtigſte Wirkung zu entfalten vermag. Kein Jahr verſtreicht, das nicht in dieſer Richtung durch neue Forſchungen bedeutende Fortſchritte brächte.

So haben wir erſt vor Kurzem von Chevandier gelernt, daß ein Gemenge von Kalk und Schwefelcalcium auf Wald und Wieſen den vortheilhafteſten Einfluß übt. Jenes Gemenge fällt bei der Fabrikation von Kali- und Natronſalzen durch Zerſetzung ſchwefelſaurer Salze ab, und der Abfall, der ſich in wahren Hügeln aufthürmt, wird in Marſeille zum Beiſpiel an den Seeſtrand geworfen, wo er das Waſſer verdirbt. Durch Benützung dieſes Düngers könnten nicht nur an Ort und Stelle Wieſen und Waldungen gewinnen, ſondern er könnte noch überdies zu einem vortheilhaften Handelsgegenſtand werden, da die Beförderung über's Meer ſo wenig

kostet. Wie Marseille, so sind auch Liverpool, Glasgow und Newcastle durch ihre großartigen Sodafabriken bekannt. [353])

In dieser zeitgemäßen Ausbeutung des Wissens für das Leben liegt unstreitig eine der mächtigsten Stützen, die man der Sittlichkeit gewähren kann. Für unsere Bildungszustände muß die Achtung vor dem Eigenthum in umgekehrtem Verhältniß stehen zu dem Bedürfniß, das den Einzelnen zum Stehlen treibt. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit den Nutzen bezeichnet, den die Nordländer vom Branntwein haben, der ihnen unmittelbar durch seine Verbrennung und mittelbar durch Ersparung des Fetts zur Wärmequelle wird. Ist es da nicht ein merkwürdiger Zug, daß der Kamtschadale, der doch sonst zum Stehlen nicht geneigt ist, Branntwein stiehlt und nachher das offenherzige Geständniß ablegt, er habe nicht anders gekonnt, während man den Hottentotten, die nach Kolben Wein und Branntwein bei der Niederlassung der Holländer am Kap ganz ungemein liebten, geistige Getränke ruhig anvertrauen konnte? [354])

Theilungen, die darauf ausgehen sollten, alle Unterschiede auszugleichen, sind Unsinn und Thorheit, weil sie nach der innersten Natur des Menschen unmöglich sind. Und was dieser Natur widerspricht, ist selbstverständlich auch im Streit mit den werkthätigen Forderungen des Staats. Aber auch eine vernünftigere Theilung des Be-

sitzes, bei der es dem Einen nicht verwehrt ist, sich nähren und reinigen zu können, wenn er nur arbeiten will, während der Andere vielleicht gerade an seinem Ueberfluß darbt, ist wohl nur sehr allmälig durch Veränderungen in den Erbschaftsverhältnissen anzubahnen, zu denen uns die besonnenen Amerikaner nach Fröbel's Berichten schon lehrreiche Beispiele geben. Der Forschung aber ist eine ganz unmittelbare Einwirkung möglich gemacht, wenn sie den Muth besitzt, der ihr eigentlich nicht fehlen kann, ihre Einsicht im Leben geltend zu machen.

Unmittelbar ist die Armuth nur ein Mangel an Stoff, der sich mittelbar ausspricht in dem Mangel an Geld. Ja, der Mangel an Geld wird in gewissem Sinne Nebensache. Denn das ist die großartigste Folgerung, die wir aus der Unsterblichkeit des Stoffs und dem ewigen Kreislauf des an Stoff gebundenen Lebens abzuleiten haben, daß es an Stoff nicht fehlen kann, um Pflanzen, Thiere, Menschen zu erhalten.

Die Erde ist überreich an den anorganischen Stoffen, die wir als die Werkzeuge der Organisirung der Materie nicht entbehren können. Die Menge der Knochenerde und des Knorpelsalzes, der Muskelsalze und des Haarmetalls, die Menge der Phosphorsäure in unserer Erdrinde ist so groß, daß gewiß noch mehr als doppelt so viel übrig bleiben würde, wenn aller Stickstoff, aller Kohlenstoff und Wasserstoff organische Mischung und dadurch or-

ganisirte Formen angenommen hätten. Weil aber jedes Thier eine Quelle von Pflanzennahrung ist und jede Pflanze die Blutbildner der Thiere enthält, so ist es klar, daß weder die Pflanzen die Thiere, noch diese jene verdrängen können.

Ist es nicht eine ganz nothwendige Folgerung, daß die Wissenschaft einmal dahin kommen muß, eine Vertheilung des Stoffs zu lehren, bei welcher Armuth in dem Sinne eines unbefriedigten Bedürfnisses unmöglich wird? Die Salze sind in überreichlicher Menge gegeben. Wir brauchen sie nur aus dem Eingeweid der Erde hervorzuwühlen, das ganze Adern von Knochenstein enthält. Die organischen Verbindungen, Eiweiß, Fett und Zucker sind ewig, weil sie die Pflanze aus einfachen Verbindungen bereitet, die selbst ewig sind, indem das Thier Eiweiß, Fett und Zucker nur verzehrt, um sie in der Gestalt von Ammoniak, von Kohlensäure und Wasser der Pflanzenwelt neu darzubieten.

Darum ist es auch der Forscher heiligste Pflicht, daß sie Aecker und Aecker, Blut und Blut, Steine, Pflanzen, Thiere zerlegen, um die Verhältnisse der Vertheilung immer richtiger würdigen zu lernen. Nichts darf uns entmuthigen, nichts kann uns entmuthigen auf der Bahn, die uns als Wegweiser und Meilenzeiger überall Belohnungen hinstellt, die uns nicht verdunkelt werden können, nicht durch den Zweifel der Unthätigen, nicht durch das Achselzucken der gläubigen Schwärmer, die sich einbilden,

daß sie die Kraft vom Stoffe trennen können, nicht durch die Ungeduld der Goldmacher, die das Ziel vor dem Wege finden wollen. Richtige Vertheilung des Stoffs, die müsset Ihr lehren! So ruft mit Recht der Landwirth, so ruft der Arzt, so ruft der Staatsmann, so ruft der Arme, wenn er Einsicht hat in die Ursachen seines Entbehrens, seiner Leiden. Die Naturforscher sind die thätigsten Bearbeiter der socialen Frage, die sich durch Waffen in der Hand wohl als Bedürfniß kundgeben, als offene Frage verrathen, aber nie und nimmermehr wird beantworten lassen. Ihre Lösung liegt in der Hand des Naturforschers, die von der Erfahrung der Sinne mit Sicherheit geleitet wird. Am Baum der Erkenntniß wächst das Bedürfniß, aber in dem Bedürfniß keimt die Macht, die es befriedigt. Das Wissen ist die unüberwindlichste Macht, es ist die Macht des Friedens. Erkenntniß ist nicht bloß der höchste Preis, sie ist auch die breiteste Grundlage eines menschenwürdigen Lebens.

Anmerkungen.

1) Liebig, chemiſche Briefe, Heidelberg 1851, S. 28.
2) Vgl. ebendaſelbſt S. 703.
3) Ebendaſelbſt S. 400.
4) Ebendaſelbſt S. 618.
5) Ebendaſelbſt S. 28.
6) Ebendaſelbſt S. 31.
7) Ebendaſelbſt S. 26.
8) Ebendaſelbſt S. 31.
9) Ebendaſelbſt S. 29.
10) Ebendaſelbſt S. 646.
11) Ebendaſelbſt S. 482.
12) Ebendaſelbſt S. 71.
13) Vgl. Karl Snell, Newton und die mechaniſche Naturwiſſenſchaft, Dresden und Leipzig 1843, S. 21, 49, oder lieber das ganze Büchlein, das Jeder geleſen haben ſollte, der in einer Hauptrichtung der heutigen Weltanſchauung Beſcheid wiſſen will.
14) „Die Einſicht in jene Statik und Dynamik, zu der „wir auf dem Wege des bloßen Stechens und Schneidens, „des Aetzens, Brennens und Unterbindens gelangen konnten, „verhält ſich zu der, die uns der elektriſche Strom zu gewähren „vermag, etwa wie die Kenntniß von dem Weſen des Kry„ſtalles, die ſich aus dem Bloßlegen ſeiner Spaltungsdurch„gänge ergiebt, zu dem Abgrunde der feinſten Beziehungen,

„die uns das unendlich zarte Tasten mittelst schwingender „Aethertheilchen enthüllt.“ Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität, Berlin 1848, Bd. I, S. 407.

15) So zum Beispiel das saure äpfelsaure Ammoniak, das man aus dem Asparagin gewinnen kann, und das saure äpfelsaure Ammoniak, welches Dessaignes aus saurem fumarsaurem Ammoniak bereiten lehrte. Beide Verbindungen krystallisiren in dem System des geraden Prisma mit rhombischer Basis, aber die erstere lenkt den polarisirten Lichtstrahl ab, die letztere nicht. Pasteur in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 218, 219.

16) Du Bois-Reymond, a. a. O., Bd. II, S. 512.

17) Jac. Moleschott, Physiologie des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren, Erlangen 1851, Einleitung S. XII.

18) Liebig, chemische Briefe, S. 32.

18*) Ebendaselbst S. 62.

19) Georg Forster, ein Blick in das Ganze der Natur; sämmtliche Schriften, Bd. IV, S. 314.

20) James, Müller und Blake haben vor einigen Jahren unter Will's Leitung Fluor in der Gerste nachgewiesen, Wilson fand es im Blut und in der Milch. Froriep's Notizen, 1850, Nro. 215.

21) Vgl. meinen Aufsatz „Nahrungsmittel“ in der „Gegenwart“ von Brockhaus, 1852, zu dem ich mich hier als Verfasser bekenne, um manche Aehnlichkeit der Ansichten und Namen zu erklären.

22) G. Rose in Erdmann's Journal für praktische Chemie, Bd. LIII, S. 150; vgl. auch Bromeis in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXIX, S. 6, 7.

23) Pistia Stratiotes L.; s. Forster's sämmtliche Schriften, Bd. V, S. 349.

24) Liebig, Untersuchungen über einige Ursachen der Säftebewegung, Braunschweig 1848, S. 60—80.

25) Liebig, chemische Briefe, S. 640, 641.

26) Ebendaſelbſt, S. 638—640.

27) Nahrungsſaft läßt ſich aus den Geweben bisher nicht rein gewinnen. Mit Nahrungsſaft dürfen wir aber die ſogenannten Durchſchwitzungen vergleichen, die ſich in Höhlen des Körpers anſammeln, ſo z. B. die Gelenkflüſſigkeit. Letztere hat Frerichs (Rud. Wagner, Handwörterbuch der Phyſiologie, Bd. III, S. 467) unterſucht. Ich habe aus ſeinen Zahlen die Durchſchnittswerthe berechnet und dieſe, ebenſo wie die nach älteren Unterſuchungen bekannten Verhältniſſe der Blutbeſtandtheile, auf runde Ausdrücke gebracht. Dann findet man

	in 1000 Theilen Blut	in 1000 Theilen Gelenkflüſſigkeit
Waſſer	789	962
Eiweiß	204	26
Salze	5	11
Fett	2	1.

Eine einfache Vergleichung dieſer Zahlen reicht hin, um zu beweiſen, daß die Austrittsgeſchwindigkeit der Salze größer iſt als die des Waſſers, die des Waſſers größer als die des Fetts und endlich die des Fetts größer als die des Eiweißes.

28) Jac. Moleſchott, Phyſiologie der Nahrungsmittel, ein Handbuch der Diätetik, Darmſtadt 1850, S. 150.

29) Alexander von Humboldt, Anſichten der Natur, Stuttgart und Tübingen 1849, 3. Auflage, Bd. II, S. 311.

30) Forſter's ſämmtliche Schriften, Bd. V, S. 351.

31) Die neueſten Unterſuchungen von Aderholdt (Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXXII, S. 117 und 118) und Ritthauſen (Journal für praktiſche Chemie von Erdmann und Werther, Bd. LVIII, S. 133—135), der ſeine früheren Angaben berichtigte, lehren übereinſtimmend, daß verſchiedene Lycopodiumarten eine anſehnliche Menge Thonerde enthalten. Vgl. ferner Payen, Comptes rendus XXXVIII, p. 243, 244; Bellingrodt in dem Journal für praktiſche Chemie, Bd. LXI, S. 319, 320; Daubeny, Journal de pharmacie et de chimie, 3e série, XXI, p. 437; Röthe

in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVII, S. 118—120; Chatin, C. r. XXXVIII, p. 270—272.

31*) Röthe in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XC, S. 255.

32) So führt Stratiotes aloides in 100 Gewichtstheilen Asche 14,35 Bittererde und nur 10,73 Kalk. Schulz-Fleeth in Poggendorff's Annalen, Band LXXXIV, Seite 98, 100, 101.

33) Stein in dem Journal für praktische Chemie, Bd. LI, S. 305—309, und Bd. LIII, S. 41—43. „Durch bloßes Auskochen der Stoffe mit Wasser", sagt Stein, „ist es mir nie gelungen, das Arsenik auszuziehen, auch die sauren und alkalischen Waschflüssigkeiten der Baumwolle enthalten dasselbe nicht, und dies bestärkt mich in der Ansicht, daß es als Element sich den Elementen der Cellulose (des Zellstoffs) beigemengt finde." A. a. O. S. 43.

34) Grün und reich an Kali waren Typha angustifolia, Nymphaea lutea, Stratiotes aloides, Arundo phragmitis; braun und reich an Natron Scirpus lacustris, Nymphaea alba, Hottonia palustris. Schultz-Fleeth, a. a. O. S. 101.

35) E. Wolff, Journal für praktische Chemie, Bd. LII, S. 108, 109, 117. Vgl. Garreau in den Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XV, p. 28, 31.

36) Cloëz et Gratiolet, Journ. de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 42; Erdmann's Journal Bd. LIII, S. 203, 204.

37) Bromeis in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXIX, S. 1 u. folg.

39) Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels, Erlangen 1851, S. 99.

39*) Malaguti in den Comptes rendus, t. XXXIV, p. 112—114.

40) Glyciphila erythrospora und G. elaeospora, Mon-

tagne; vgl. die im Oktober 1851 von Payen gemachte Mittheilung in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 393—397.

41) Liebig, chemiſche Briefe, S. 240, 672, 682.

42) Ebendaſelbſt S. 661 „im Sinne der jetzt verlaſſenen „Humustheorie."

43) Ebendaſelbſt S. 630.

44) Ebendaſelbſt S. 661.

45) Liebig's Agriculturchemie, ſechſte Auflage, Braunſchweig 1846, S. 13.

46) Liebig, chemiſche Briefe, S. 683.

47) Ebendaſelbſt S. 683; vgl. S. 680, 681.

48) Hugo Mohl in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie, die vegetabiliſche Zelle, S. 237.

49) Liebig, chemiſche Briefe, S. 689; vgl. S. 637, 661, 678, 679, 685, 703, 704.

50) Ebendaſelbſt S. 677—679.

51) Ebendaſelbſt S. 662.

52) Ebendaſelbſt S. 184.

53) Luck in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXVIII, S. 86.

54) Vgl. Robin, Comptes rendus, t. XXXIII, p. 38.

55) Fleiſchmann in Froriep's Tagesberichten, 1851, September, Nro. 373, S. 212, 213.

56) Chatin, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVIII, p. 243.

57) Berthier, Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXIII, p. 259.

58) Boussingault, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVIII, p. 425.

58*) Heyer in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXII, S. 188.

59) Salm-Horſtmar in Erdmann's Journal, Bd. LII, S. 335.

60) Salm-Horſtmar, ebendaſelbſt S. 32.

61) Emil Wolff in Erdmann's Journal, Bd. LI, S. 55.

62) Isidore Pierre in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXX, p. 429.

62*) Isidore Pierre in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXVI, p. 60, 61.

63) Emil Wolff, Erdmann's Journal, Bd. LII, S. 73.

64) Jacquelain in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 305, 306.

65) Schultz-Fleeth in Poggendorff's Annalen, Bd. LXXXIV, S. 94.

66) Liebig, chemische Briefe, S. 692.

67) Mène in den Comptes rendus, t. XXXI, p. 803, 804.

67*) Chevandier und Salvétat, Annales de chimie et de physique, 3e série, XXXIV, p. 320.

68) „De gras-etende dieren gebruiken dus soortgelijk voedsel als de vleeschetende: zij gebruiken beiden eiwitstoffe, de eene van de planten, de andere van de dieren; beide zijn zij dezelfde eiwitstoffe." Mulder in Natuur- en scheikundig archief, uitgegeven door Mulder en Wenckebach. Leyden 1838, p. 128.

69) Cloëz und Gratiolet haben in der von Potamogeton in stickstofffreiem Waſſer entwickelten Luft 57,50 Procent Stickſtoff gefunden. Dabei verminderte ſich der Stickſtoffgehalt von 5,23 in hundert Theilen der trocknen Pflanze auf 3,74. Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 42, 43. Schon früher haben de Sauſſure und Draper auf die Stickſtoffentwicklung der Pflanzen aufmerkſam gemacht. Draper faßt dieſelbe beſtimmt als Ausſcheidung. Ad. und W. Knop fanden neulich, daß eine Myriophyllum-Art in zehn Stunden einen größeren Raum mit Stickgas anfüllt, als die Pflanze ſelbſt einnimmt. Froriep's Tagesberichte, Sept. 1851, Botanik, S. 220.

70) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Phyſiologie, Braunſchweig 1846, ſechſte Auflage, S. 29.

70*) Vogel in dem Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XXV, p. 256, 257.

70b) Die beweiſenden Zahlen hoffe ich im Jahrgang 1855 der Wiener Mediciniſchen Wochenſchrift von Wittelshöfer mitzutheilen.

71) Bence Jones in den Comptes rendus, t. XXXI, p. 898. Vgl. den Widerſpruch von Jaffé in dem Journal für praktiſche Chemie, Bd. LIX, S. 239, 240, und die Entgegnung von Bence Jones in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCII, S. 96, 97.

72) Lewy in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 348, 349.

73) J. H. Gladstone and C. Gladstone in Philosophical Magazine, Sept. 1851, p. 220, 221.

74) Garreau in den Comptes rendus, t. XXXII, p. 298, 299. Ch. Morren, l'Institut, 24 Décembre 1851, p. 413.

75) Chambert in dem Edinburgh medical and surgical journal, t. CLXXXIX, p. 462.

76) Liebig, chemiſche Briefe, S. 405.

77) Ebendaſelbſt S. 483.

78) Ebendaſelbſt S. 490.

78a) Um dieſe Verhältniſſe raſch überſehen zu können, vergleiche man z. B. die Tafeln in Valentin's Grundriß der Phyſiologie, dritte Auflage, S. 114, 116.

79) Liebig, chemiſche Briefe, S. 484.

80) Ebendaſelbſt S. 454, 455.

81) Ebendaſelbſt S. 471.

82) Ebendaſelbſt S. 454.

83) Ebendaſelbſt S. 455.

84) Lehmann, Lehrbuch der phyſiologiſchen Chemie, Leipzig 1842, S. 133.

85) Donders und Moleſchott in den Holländiſchen Beiträgen zu den anatomiſchen und phyſiologiſchen Wiſſenſchaften, Bd. I, S. 373.

86) Liebig, chemiſche Briefe, S. 404, 405.

87) Ebendaſelbſt S. 483.

88) Ebendaſelbſt S. 405.

89) Ebendaſelbſt S. 566, 568.

90) Ebendaſelbſt S. 480.

91) Liebig, die Thierchemie oder die organiſche Chemie in ihrer Anwendung auf Phyſiologie und Pathologie, dritte Auflage, Braunſchweig 1846, S. 107.

92) Liebig, chemiſche Briefe, S. 670.

93) G. J. Mulder, scheikundige onderzoekingen, Deel IV, p. 412—418.

94) Liebig, chemiſche Briefe, S. 451 in der Note.

95) Ebendaſelbſt S. 452.

96) Stenhouſe in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXX, S. 217.

97) Liebig, chemiſche Briefe, S. 452.

98) Ebendaſelbſt S. 442, 557.

99) Ebendaſelbſt S. 560, 561, 576.

100) Mulder, Verſuch einer allgemeinen phyſiologiſchen Chemie, überſetzt von Jac. Moleſchott, S. 341.

101) Liebig, chemiſche Briefe, S. 596.

102) Scherer in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIII, S. 330 u. folg. Scherer fand in dem Herzmuskel Hypoxanthin, $N^2C^5H^2O$, einen Stoff, zu welchem ſich die Harnſäure, $N^2C^5H^2O^3$, wie eine höhere Oxydationsſtufe verhält.

103) Barry in Müller's Archiv für Anatomie und Phyſiologie, Jahrgang 1850, S. 535.

104) Vgl. Donders und Moleſchott in den Holländiſchen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleſchott, Bd. I, S. 369, 370.

105) Mayer und Brazier in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXI, S. 321.

106) Liebig, chemiſche Briefe, S. 532.

107) Ebendaſelbſt S. 500.

108) Ebendaſelbſt S. 501, 598, 599.

109) Mulder, scheikundige onderzoekingen, Deel IV, p. 418.

110) Jac. Moleſchott, Phyſiologie des Stoffwechſels, Erlangen 1851, S. 83—90.

111) Liebig, chemiſche Briefe, S. 523. Die kohlenſauren Salze im Blut ſind nachgewieſen von van Enſchut, Marchand, mir, Lehmann, Mulder und Verdeil.

112) Liebig, ebendaſelbſt S. 507.

113) Moleſchott in den Holländiſchen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleſchott, Bd. I, S. 172, 173.

114) Liebig, chemiſche Briefe, S. 505.

115) Henle in ſeinem Jahresbericht über die Leiſtungen in der Hiſtologie im Jahr 1847 (Erlangen 1848) S. 44, Note.

115a) Ludwig Wachsmuth in Virchow's Archiv für pathologiſche Anatomie, Bd. VII, S. 335. Wachsmuth ſelbſt geht wohl zu weit, wenn er aus einer vereinzelten Beobachtung gegen die Schmidt'ſche Aufſtellung einen Einwurf entnimmt.

116) Liebig, chemiſche Briefe, S. 531.

117) Breed in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXX, S. 124.

118) Liebig, chemiſche Briefe, S. 504.

119) Gobley, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVII, p. 414, t. XIX, p. 421, und über das phosphorhaltige Fett des Bluts in den Archives générales de médecine, 4e sér. t. XXVII, p. 236.

120) Liebig, chemiſche Briefe, S. 598, 599.

121) Lassaigne, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVIII, p. 349.

121a) Genth in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXXI, S. 68.

122) Weiß in der Zeitſchrift der königlich kaiſerlichen Geſellſchaft der Aerzte in Wien, Jahrgang VII, S. 344.

122a) Moleſchott in Müller's Archiv 1853, S. 73

u. folg., und in Wittelshöfer's Wiener Medicinischer Wochenschrift, Jahrgang III, S. 209—213.

123) Von Gorup-Besanez in den Jenaischen Annalen für Physiologie und Medicin, Bd. II, S. 241, 242.

124) Chatin und Bouvier in Froriep's Tagesberichten, 1851 August, Nro. 352, S. 200.

125) Nach Mulder in den Holländischen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleschott, Bd. I, S. 149, und nach Strecker in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIII, S. 340.

126) Vgl. Liebig, chemische Briefe, S. 530.

127) Ebendaselbst S. 514.

128) Ebendaselbst S. 529.

129) C. Schmidt, vgl. Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, Leipzig 1850, Bd. II, S. 179.

130) Adolf Strecker in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXX, S. 176, 177.

131) In Laminaria latifolia, Eklonia buccinalis, Iridaea edulis, Polysiphonia elongata. Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels, S. 167.

132) Baillarger, Comptes rendus, t. XXXIII, p. 531, 532.

133) Blondeau in Froriep's Tagesberichten, 1851 August, Nro. 350, S. 181.

133a) Stevenson Macadam in dem New Edinburgh Philosophical Journal 1852, April to July, p. 170, 171, und July to October, p. 319—321; Lohmeyer in Fechner's Centralblatt 1854, S. 50; de Luca, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XXVI, p. 260, 261.

133b) E. Marchand in den Comptes rendus, t. XXXIV, p. 56; vgl. Journal de pharmacie et de chimie, t. XXI, p. 96, 98; Barral in den Comptes rendus, t. XXXV, p. 431; Meyrac, ebendaselbst t. XXXIV, p. 715, 716; und vorzüglich van Ankum in dem Journal für praktische Chemie, Bd. LXIII, S. 261—278.

134) Chatin in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 529 und Fourcault, ebendaſelbſt p. 519, ferner Chatin, ebendaſelbſt t. XXXIV, p. 17 und 18.

135) Chatin, ebendaſelbſt t. XXXIII, p. 584, 585.

135a) Grange in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 629.

136) Verdeil und Marcet, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 91, 92.

137) Liebig, chemiſche Briefe, S. 554.

137a) Cloëtta in Virchow's Archiv für pathologiſche Anatomie, Bd. VII, S. 168.

137b) Lehmann, Lehrbuch der phyſiologiſchen Chemie, zweite Auflage, zweite Umarbeitung, 1853, Bd. I, S. 107; Siegmund in den Verhandlungen der phyſikaliſch-mediciniſchen Geſellſchaft in Würzburg, Bd. III, S. 50.

137c) Scherer ſpricht ſich in neuerer Zeit mit Beſtimmtheit dahin aus, daß Butterſäure, Eſſigſäure und Ameiſenſäure im Fleiſch vorhanden ſeien. Siehe: Verhandlungen der phyſikaliſch-mediciniſchen Geſellſchaft in Würzburg, Bd. I, S. 52.

138) Georg Liebig, Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIV, p. 327—329.

139) Nach Scharling athmet der Menſch in 24 Stunden für je 100 Gramm Körpergewicht 0,292, die Taube nach Bouſſingault dagegen 2,742 Gramm Kohlenſäure aus. Vgl. meine Phyſiologie des Stoffwechſels S. 487.

140) Gerlach in J. Müller's Archiv für Anatomie und Phyſiologie, Jahrgang 1851, S. 460. Beim Lungenathmen des Menſchen verhält ſich nach Gerlach die ausgeathmete Kohlenſäure zu dem aufgenommenen Sauerſtoff wie 6 : 7; beim Hautathmen dagegen wie 6 : $2^2/_3$. A. a. O. S. 462.

140a) Duchek in der Prager Vierteljahrſchrift, 1853, Bd. III, S. 133.

141) Liebig, chemiſche Briefe, S. 389, 390.

141a) Welcker hat durch ſeine Unterſuchungen über die

färbende Kraft des Blutfarbstoffs und darauf gegründete Versuche über die Blutmenge wahrscheinlich zu machen gesucht, daß das Blut nur etwa $^1/_{10}$ des Gewichts des menschlichen Körpers betragen sollte. So günstig seine Versuche und die daran geknüpfte Erörterung für seine Annahme sprechen, so unüberwindlich scheint mir dagegen das Ergebniß der unmittelbaren Beobachtung. Ich gestehe, daß ich bei der bekannten Fehlerquelle, welche bei Valentin's sinnreichem Verfahren, die Menge des Bluts zu bestimmen, nicht zu umgehen ist, nämlich der Abgabe von Blutwasser an die Gewebe und Drüsen, immer ein weit größeres Gewicht auf Wrisberg's unmittelbare Beobachtungen gelegt habe. Wrisberg fing einmal aus dem Körper einer enthaupteten Frau 24 Pfund Blut auf und sah in einem anderen Falle durch einen Gebärmutterfluß 26 Pfund Blut verloren gehen. Siehe Valentin's Lehrbuch der Physiologie des Menschen, zweite Auflage, Bd. I, S. 495. Es mag sein, daß, wenn ein Körper verblutet, in Folge der gesteigerten Auffaugung eine erhebliche Menge des bereits aus den Gefäßen ausgeschwitzten Nahrungssaftes in die Gefäße zurückkehrt, und Welcker kann leicht Recht behalten, indem er bei seiner Erörterung offenbar nur das in einem bestimmten Zeitpunkt in den Gefäßen und dem Herzen enthaltene Blut im Auge hat. Für unsere Rechnung bleibt es sich ziemlich gleich, ob jene 24 — 26 Pfund Blut in einer oder mehren Minuten den Gefäßen angehören und ob ein Theil derselben in einem bestimmten Augenblick außerhalb der Gefäße zu suchen ist. Aus Welcker's Gesichtspunkt sind seine Versuche und seine Zweifel sehr beachtenswerth, wenngleich gewiß nicht entscheidend. Vgl. seinen Aufsatz: „Blutkörperchenzählung und färbeprüfende Methode" in der Prager Vierteljahrschrift für die praktische Heilkunde, Jahrgang XI, Bd. IV, S. 74 — 78.

142) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, 1842, S. 267.

142a) Fremy in den Comptes rendus, t. XXXIX, p. 1055.

143) Peacock, Archives générales de médecine, 4e sér. t. XXVII, p. 212, 213.

143a) Böcker, über den Schlaf, in dem Archiv für wissenschaftliche Heilkunde von Beneke, Nasse und Vogel, Bd. II, S. 105. Am Schlusse des Satzes im Text heißt es durch einen Druckfehler Umbildung statt Anbildung.

144) Mitscherlich in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXV, S. 314.

145) Garreau hat neulich als vorläufige empirische Formel für den Kork (Cuticula) den Ausdruck $C^{17}H^{16}O^5$ mitgetheilt. Annales des sciences naturelles, Mai 1850, p. 313.

146) Dessaignes in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIV, S. 361.

147) Schweizer in Erdmann's Journal für praktische Chemie, Bd. LIII, S. 437, 443.

148) Schönbein in Erdmann's Journal, Bd. LII, S. 188 — 190.

149) Vor einiger Zeit hat Dessaignes bekannt gemacht, daß er aus Chenopodium vulvaria das Propylamin dargestellt und der bestätigenden Elementar-Analyse unterworfen habe. L'Institut, 1 Octobre 1851, p. 314; Comptes rendus, t. XXXIII, p. 358.

149a) Wittstein in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCI, S. 121, 122.

150) Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 208.

151) Schweizer in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 441.

152) Liebig, chemische Briefe, S. 24; vgl. ebendaselbst S. 60.

153) Guckelberger in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXIV, S. 82, und Keller, ebendaselbst Bd. LXXII, S. 38.

154) Déville in Comptes rendus, t. XXVIII, p. 324;

Hlasiwetz in dem Journal von Erdmann und Marchand, Bd. LI, S. 373, und ferner Hlasiwetz in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXI, S. 51—54. Vgl. Jac. Moleschott, Physiologie des Stoffwechsels, S. 349 und 350, wo diese lehrreichen Thatsachen in inneren Zusammenhang gebracht sind.

155) Cahours in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. XLVIII, S. 61.

156) Schloßberger, organische Chemie, Stuttgart 1850, S. 236. — Nach den Untersuchungen von Delffs, der das önanthsaure Aethyloxyd und önanthsaures Silberoxyd analysirte und außerdem eine Barytbestimmung des önanthsauren Baryts vornahm, stimmt die Oenanthsäure mit der von Pleß und Redtenbacher in Pelargonium roseum aufgefundenen Pelargonsäure (Rosenkrautsäure) überein. Vgl. Delffs in Poggendorff's Annalen, Bd. LXXXIV, S. 509—515.

156a) Vgl. Hofmann in Erdmann's Journal, Bd. LV, S. 189, 190.

157) Liebig, chemische Briefe, S. 242.

157a) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, zweite Auflage, 1853, Bd. III, S. 160.

157b) Schwarz, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXIV, S. 83, 84.

158) Garreau, Annales des sciences naturelles, Juin 1850, p. 345.

159) Liebig, chemische Briefe, S. 398.

160) John Davy in Philosophical Transactions 1850, t. II, p. 447. Davy fand die Wärme innerhalb der Wendekreise um 1° Fahrenheit höher, also um etwas mehr als $\frac{1}{2}$° C.

161) Liebig, chemische Briefe, S. 397.

162) Ebendaselbst S. 437.

163) Andrews in dem Journal von Erdmann und Marchand, Bd. I, S. 478.

164) Chevreul in den Annales de chimie et de physique, t. XIX, p. 33—49.

165) Liebig, chemiſche Briefe, S. 479.

166) Liebig, ebendaſelbſt S. 490.

167) Liebig, ebendaſelbſt S. 479.

168) Liebig, ebendaſelbſt S. 479.

169) Jac. Moleſchott, Phyſiologie des Stoffwechſels in Pflanzen und Thieren, S. 60, 61.

170) Liebig, chemiſche Briefe, S. 480.

171) Vgl. die reiche Zuſammenſtellung von Wärmemeſſungen an Säugethieren bei Tiedemann, Phyſiologie des Menſchen, Darmſtadt 1830, Bd. I, S. 454—459.

172) Donders in den Holländiſchen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleſchott, Bd. I, S. 272, 273.

173) Ich breche hier die Gelegenheit vom Zaun, um in meiner Phyſiologie des Stoffwechſels, S. 37, einen widerwärtigen Schreibfehler auszumerzen. Die Namen Galilei und Torricelli ſind dort verwechſelt.

174) Liebig, chemiſche Briefe, S. 399, 400.

175) Frerichs, Artikel Verdauung in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie, S. 663.

176) G. Valentin, Grundriß der Phyſiologie des Menſchen, dritte Auflage, Braunſchweig 1850, S. 373.

177) Von Bärenſprung in Müller's Archiv für Anatomie und Phyſiologie, 1851, S. 160—162.

178) Hermann Naſſe, Artikel Thieriſche Wärme in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie, S. 54.

179) Bouchardat in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 543.

180) Bernard, Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIX, p. 315, 328.

181) Perſon in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXIII, p. 464.

182) Georg Forſter, ſämmtliche Schriften, Bd. V, S. 368.

183) Von Bärensprung in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1851, S. 154.

184) Tiedemann, Physiologie des Menschen, Bd. I, S. 462, 463.

185) Tiedemann, ebendaselbst S. 468, 472, 473.

186) Regnault und Reiset in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIII, S. 298.

187) Thomas Woods in Philosophical Magazine, October 1851, p. 269—273.

188) Collet hat in Strecker's Laboratorium gezeigt, daß die Palmfettsäure, welche Heintz genauer kennen lehrte, mit der Perlmutterfettsäure übereinstimmt, und dadurch für diesen Körper Chevreul's klassische Untersuchung in ihre Rechte wieder eingesetzt. Vgl. Strecker, das chemische Laboratorium der Universität Christiania. Universitätsprogramm 1854. S. 86—88.

189) Liebig, chemische Briefe, S. 437.

190) H. Nasse, Artikel Thierische Wärme in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 95.

191) Vgl. Donders, der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme bei Pflanzen und Thieren, Wiesbaden 1847, eine von den vortrefflichen Abhandlungen, die ihren wahren Werth für einen größeren Leserkreis dadurch beurkunden, daß sie für Naturforscher ebenso lesenswerth sind, wie für Laien.

192) H. Nasse, a. a. O. S. 77.

193) Liebig, chemische Briefe, S. 402.

194) Bopp in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXIX, S. 20; Hinterberger, ebendaselbst Bd. LXXI, S. 76, 77; Guckelberger, ebendaselbst Bd. LXIV, S. 82; Keller, ebendaselbst Bd. LXXII, S. 38.

195) Vgl. Schweizer in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 443.

196) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agri-

cultur und Physiologie, sechste Auflage, Braunschweig 1846, S. 410, 411.

197) Anderson in Erdmann's Journal, Bd. LIV, S. 39, 40.

198) Frerichs und Städeler in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1854, S. 382—392.

198a) Rud. Virchow, Offenes Schreiben an Herrn Geheimen Rath Schönlein, vom 18. Januar 1855, Abdruck aus Göschen's „Deutscher Klinik," S. 7.

199) Liebig, chemische Briefe, S. 453.

200) Frerichs in Vierordt's Archiv für physiologische Heilkunde, Bd. X, S. 403, 413, 415, 416, 419.

201) Briefwechsel zwischen Göthe und Zelter, herausgegeben von Riemer, Berlin 1834, Bd. I, S. 93.

202) Poggiale in den Comptes rendus, t. XXV, p. 110, und H. Nasse, Artikel Blut in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 164.

203) Schrenk in Froriep's Tagesberichten, 1851, S. 207, 208.

204) Vgl. Frerichs, Art. Verdauung in Rud. Wagner's Handwörterbuch, S. 798.

205) Frerichs, a. a. O. S. 759 und 788.

206) Liebig's chemische Briefe, S. 536, und Valentin's Grundriß der Physiologie, 3. Auflage, Braunschweig 1850, S. 357.

207) Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVI, p. 448.

208) Vgl. Frerichs, a. a. O. S. 718.

209) Liebig, chemische Briefe, S. 545.

210) Liebig, ebendaselbst S. 556.

211) Liebig, ebendaselbst S. 509, 545.

212) Liebig, ebendaselbst S. 509, 510.

213) Berdeil in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXIX, S. 94—97.

214) C. G. Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, Leipzig 1842, Bd. I, S. 191.

215) H. Nasse, über den Einfluß der Nahrung auf das Blut, Marburg und Leipzig 1850, S. 87.

216) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, zweite Ausgabe, Bd. II, S. 444.

217) Gazette médicale, 1850 Janvier, p. 62.

218) Froriep's Notizen, December 1849, S. 262.

219) Rawitz, de vi alimentorum nutritia, Vratislaviae 1846, p. 37, 38.

220) Donders, der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme bei Pflanzen und Thieren, Wiesbaden 1847, S. 65—67.

221) Liebig, chemische Briefe, S. 615.

222) Liebig, ebendaselbst S. 604.

223) Vierordt, Physiologie des Athmens, Karlsruhe 1845, S. 93, 94; Scharling im Journal für praktische Chemie von Erdmann und Marchand, Bd. XLVIII, S. 439 und folg.

224) Liebig, chemische Briefe, S. 605.

225) George Sand, le Piccinino, Bruxelles et Leipzig, t. I, p. 77; Liebig, chemische Briefe, S. 603.

225*) Julius Lehmann in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVII, S. 211—217. Vgl. Böcker in dem Archiv des Vereins für wissenschaftliche Heilkunde von Beneke, Nasse und Vogel, Bd. I, S. 234 u. f.

226) Liebig, chemische Briefe, S. 608, 609.

227) Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel für das Volk, Erlangen 1850, S. 146—148.

227*) Donders, die Nahrungsstoffe, S. 61 u. folg., 81, 88.

228) Guillemette fand das Cumarin in Melilotus officinalis, Bleibtreu in Anthoxanthum odoratum, Guibourt, Boutron und Boullay in den Tonkabohnen von Dipterix ornata, Koßmann und Bleibtreu im Waldmeister, Aspe-

rula odorata. Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren, S. 343.

229) Liebig, chemische Briefe, S. 612.

230) W. H. Riehl, Die bürgerliche Gesellschaft, Stuttgart und Tübingen 1851, S. 50.

231) Liebig, chemische Briefe, S. 329.

232) Liebig, ebendaselbst S. 484.

233) Valentin, Grundriß der Physiologie des Menschen, Braunschweig 1850, S. 136.

234) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, Leipzig 1850, zweite Auflage, Bd. I, S. 272.

235) Valentin, a. a. O. S. 5, 11.

236) Lehmann, a. a. O. S. 270 und an vielen andern Stellen.

237) Liebig, chemische Briefe, S. 82.

238) Liebig, ebendaselbst S. 166.

239) Man wird es mir nicht verargen, wenn ich hier und an einigen anderen Stellen in den Worten meiner Einleitung zur Physiologie des Stoffwechsels rede. Theilweise denke ich mir andere Leser, und dann war es mir Bedürfniß, die in jener Einleitung nur angedeuteten Gedanken hier genauer zu entwickeln, da die folgenden Briefe wesentlich gestützt sind auf den Satz, daß die Kraft eine Eigenschaft des Stoffes ist.

240) Liebig, chemische Briefe, S. 371.

241) Liebig, ebendaselbst S. 367.

242) Liebig, ebendaselbst S. 383.

243) Pasteur in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 218, und Biot in seinem vortrefflichen Bericht über Pasteur's Arbeiten, ebendaselbst p. 560.

244) Liebig, chemische Briefe, S. 152.

245) De Senarmont in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 447.

246) Pasteur, Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXVIII, p. 72 u. folg.

247) Pasteur in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 219.

248) Liebig, chemische Briefe, S. 232.

249) Liebig, ebendaselbst, S. 55.

250) Liebig, ebendaselbst S. 222.

251) Liebig, ebendaselbst S. 231.

252) Draper in dem Philosophical Magazine, 4th series, Vol. I, May 1851, p. 392. „The immediate cause assigned for such decompositions is, that a ray forcing the material particles on which it falls into a state of rapid vibration, it comes to pass in many compound molecules that their constituent atoms can no longer exist together as the same group, because of the impossibility of their being animated by consentaneous or conspiring motions; and dislocation, rearrangement or decomposition is the result.

253) Svanberg's Jahresbericht über unorganische Chemie, Jahrgang XXX, S. 111.

254) Liebig, chemische Briefe, S. 230.

255) Vgl. Kohn in Erdmann's Journal, Bd. LIV, S. 27, und Erdmann, ebendaselbst Bd. LII, S. 428—431.

256) H. Rose in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 489.

257) Rose, ebendaselbst S. 115—118.

258) Bunsen und Playfair in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. XLII, S. 262 und 396; Rieken in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXIX, S. 78.

259) Berthelot in den Annales de chimie et de physique, 3e ser. t. XXXIII, p. 295—301.

259a) Strecker, das chemische Laboratorium der Universität Christiania, S. 100, 101.

259b) Berthelot in den Comptes rendus, t. XL, p. 102.

260) Liebig, chemische Briefe, S. 577.

261) Liebig, ebendaselbst S. 24 und 60.

262) Liebig, ebendaselbst S. 356.

263) Liebig, ebendaselbst S. 168.

264) Liebig, ebendaselbst S. 287.

265) Liebig, ebendaſelbſt S. 23.

266) Liebig, ebendaſelbſt S. 24, 25, 226, 227, 238.

267) Liebig, ebendaſelbſt S. 239.

268) Liebig, ebendaſelbſt S. 205.

269) Liebig, ebendaſelbſt S. 341, 342.

270) Liebig, ebendaſelbſt S. 227, in der Note.

271) Liebig, ebendaſelbſt S. 18.

272) Du Bois-Reymond, Unterſuchungen über thieriſche Elektricität, Berlin 1848, Bd. I, Vorrede S. 38.

273) Liebig, chemiſche Briefe, S. 339, 340.

274) Liebig, ebendaſelbſt S. 377, 378.

275) Liebig, ebendaſelbſt S. 359.

276) Du Bois-Reymond, a. a. O. in der Vorrede, S. 39—41, 43, 44.

277) Liebig, chemiſche Briefe, S. 576.

278) Liebig, ebendaſelbſt S. 344, 345.

279) Liebig, ebendaſelbſt S 598, 599.

280) Moleſchott, Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, Erlangen 1850, S. 115, 116.

281) Liebig, chemiſche Briefe, S. 599.

282) Liebig, ebendaſelbſt S. 324.

283) Gobley, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVII, p. 414. Vgl. meine Phyſiologie des Stoffwechſels in Pflanzen und Thieren, S. 383.

284) Liebig, chemiſche Briefe, S. 342.

285) Moleſchott, Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, S. 80.

286) Liebig, chemiſche Briefe, S. 501.

286a) Ernſt Stöckhardt's Zeitſchrift für deutſche Landwirthe, Jahrgang 1855, Heft 1 u. 2, S. 14, in der Note.

286b) Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXXV, S. 222, 223.

286c) Ebendaſelbſt Bd. XCI, S. 12.

287) Liebig, chemiſche Briefe, S. 471.

287a) Von Bibra, Vergleichende Unterſuchungen über das Gehirn des Menſchen und der Wirbelthiere, Mannheim 1854, S. 105.

288) Vgl. die Beobachtungen von Bouchardat und Sandras, Schrader, Ogſton und namentlich von Tiedemann in meiner Phyſiologie der Nahrungsmittel, Darmſtadt 1850, S. 535, 536.

289) Von Bärenſprung in Müller's Archiv für Anatomie und Phyſiologie, Jahrgang 1851, S. 164.

290) Man vergleiche die Abbildung eines Negerhirns in Tiedemann's berühmter Schrift: Das Hirn des Negers mit dem des Europäers und Orang-Outangs verglichen, Heidelberg 1837, Tafel III, und von den klaſſiſchen Icones cerebri simiarum et quorundam mammalium rariorum, Heidelbergae 1821, Tafel I, Fig. 5, die Abbildung des Hirns und der Kopfnerven des Schweineſchwanz-Affen, und Tafel II, Fig. 8, die eines Robben.

291) Gratiolet in den Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIV, p. 185.

292) Gratiolet, ebendaſelbſt p. 186. „Dans le cerveau humain, les deux plis supérieurs de passage de la face externe existent également, mais ils sont tous les deux grands et superficiels, en sorte que la scissure perpendiculaire externe est complètement oblitérée. Cette rémarque résout une des plus grandes difficultés que soulève la comparaison du cerveau de l'homme avec le cerveau des singes.“

293) Tiedemann, das Hirn des Negers, Tafel VI, Fig. 1, das Hirn des Orang-Outangs, Fig. 3, das Hirn des Chimpanſe.

294) Vgl. Tiedemann's bekannte bahnbrechende Schrift: Anatomie und Bildungsgeſchichte des Gehirns im Fötus des Menſchen, nebſt einer vergleichenden Darſtellung des Hirnbaues in den Thieren, Nürnberg 1816, S. 142.

295) Nach Leuret, Anatomie comparée du système ner-

veux considéré dans ses rapports avec l'intelligence, Paris
1839, in Erinnerung gebracht von Gratiolet, Comptes ren-
dus, t. XXXIII, p. 485, 486. Vgl. Gratiolet in den An-
nales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIV, p. 187.

295a) Von Bibra, Vergleichende Untersuchungen, S. 113.

296) Liebig, chemische Briefe, S. 61.

297) Von Bibra, Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere, S. 22, 23, 34, 35, 120, 123, 129. Ueberhaupt liefert diese gediegene Schrift auf jeder Seite den Beweis, wie bedeutungsvoll die Mischung des Gehirns je nach der Entwicklungsstufe der Thiere wechselt.

297a) Schloßberger in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVI, S. 120, 121; von Bibra, vergleichende Untersuchungen über das Gehirn u. s. w., S. 117, 118. Vgl. Hauff und Walther in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXV, S. 48.

298) H. Nasse, Artikel Thierische Wärme in Rudolph Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 104.

298a) Von Bibra, Vergleichende Untersuchungen, S. 32, 88, 99, 104.

299) Liebig, chemische Briefe, S. 600.

300) Liebig, ebendaselbst S. 466.

301) Biot in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 557. „C'est ainsi que les géomètres ont une notion parfaite du cercle, quoique la nature ni l'art ne leur aient jamais présenté de cercle parfait."

302) Liebig, chemische Briefe, S. 376.

303) Liebig, ebendaselbst S. 71.

304) Liebig, ebendaselbst S. 617 und 538.

305) Karl Vogt, Physiologische Briefe für Gebildete aller Stände, Stuttgart und Tübingen 1847, S. 206.

306) Liebig, chemische Briefe, S. 466, 467.

307) Condorcet schrieb über Voltaire's englische Briefe: La publication de ces lettres excita une persécution, dont, en

les lisant, on aurait peine à concevoir l'acharnement, mais il y combattait les idées innées et les docteurs croyaient alors que s'ils n'avaient point d'idées innées, il n'y aurait pas de caractères assez sensibles pour distinguer leur âme de celle des bêtes. D'ailleurs il y soutenait avec Locke, qu'il n'était pas rigoureusement prouvé que dieu n'aurait pas le pouvoir, s'il le voulait absolument, de donner à un élément de la matière la faculté de penser; et c'était aller contre le privilège des théologiens, qui prétendent savoir à point nommé, et savoir seuls, tout ce que dieu à pensé, tout ce qu'il a fait ou pu faire, depuis et même avant le commencement du monde. Angeführt bei Schloſſer, Geſchichte des achtzehnten Jahrhunderts, Heidelberg 1843, dritte Auflage, Bd. I, S. 524.

308) Dieſe Bemerkung iſt gegen Pflüger gerichtet, der neulich in Müller's Archiv, Jahrgang 1851, S. 487, auch dem Rückenmark Bewußtſein zuſprechen wollte.

309) Jobert (de Lamballe) in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 535, 536.

310) Du Bois-Reymond, Unterſuchungen über thieriſche Elektricität, Bd. II, S. 590.

311) Du Bois-Reymond in den Comptes rendus, t. XXVIII, p. 641—643, und t. XXIX, p. 8, in einem Brief von Alexander von Humboldt an Arrago.

312) Boerhave und Albinus in ihrer Vorrede zu Andreae Vesalii opera omnia, Lugduni Batavorum 1725, p. 4.

313) Riehl, die bürgerliche Geſellſchaft, S. 123.

314) Liebig, chemiſche Briefe, S. 5.

315) Prichard, Researches into the physical history of mankind, fourth edition, London 1841, p. 174. „The same race who in the age of Tacitus dwelt in solitary dens, amid morasses, have built St. Petersburg and Moskow; and the posterity of cannibals and phthirophagi now feed on pillau or wheaten bread.“

316) Liebig, chemiſche Briefe, S. 6.

317) Angeführt bei Liebig, S. 626.

318) Nach der Ueberſetzung von Wilhelm von Humboldt, Leipzig 1816, Vers 173—176, S. 9.

319) Liebig, chemiſche Briefe, S. 616, 617.

320) Liebig, ebendaſelbſt S. 32.

321) Liebig, ebendaſelbſt S. 621.

322) Liebig, ebendaſelbſt S. 31, 32.

323) Liebig, ebendaſelbſt S. 607.

324) Tout comprendre, ce serait tout pardonner. Madame de Stael in der Corinne.

325) In der Sitzung am 10. Februar 1852 hat die Heſſiſche Kammer in Darmſtadt mit 23 gegen 21 Stimmen den Geſetzentwurf, nach welchem die Todesſtrafe wieder eingeführt wird, angenommen.

326) G. G. Gervinus, Neuere Geſchichte der poetiſchen National-Literatur der Deutſchen, Leipzig 1842, zweiter Theil, S. 130.

327) Briefwechſel zwiſchen Goethe und Zelter, Bd. I, S. 45.

328) Ebendaſelbſt Bd. V, S. 395.

329) Riehl, die bürgerliche Geſellſchaft, S. 233.

330) Rudolph Wagner in der Beilage zur Augsburger Allgemeinen Zeitung, am 20. Januar 1852.

331) Liebig, chemiſche Briefe, S. 6.

332) Liebig, ebendaſelbſt S. 622, 623.

333) Liebig, ebendaſelbſt S. 624, 625, 626.

334) Liebig, ebendaſelbſt S. 619.

335) Liebig, ebendaſelbſt S. 674.

335a) Thiers, Résumé de l'histoire de France, quinzième édition, Bruxelles 1840, p. XXIX.

336) Oeſterlen, Handbuch der Hygieine für den Einzelnen wie für eine Bevölkerung, Tübingen 1851, S. 573.

336a) Beilage zu Nr. 305, 310 und 311 der Augsburger Allgemeinen Zeitung. Um über den Vorwurf der Zweideutigkeit

urtheilen zu können, muß man die drei Nummern durchaus mit einander vergleichen.

337) Liebig, chemiſche Briefe, S. 678, 679.

338) Millon in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXVI, p. 8 und folgende, und Donders im Nederlandsch lancet von Donders, Ellermann und Janſen, 1849 Juni, p. 747.

339) Liebig, chemiſche Briefe, S. 594.

340) Kekulé bei Liebig, ebendaſelbſt S. 595.

341) Péligot in den Comptes rendus, t. XXVIII, p. 186. Péligot ſagt mit Rückſicht auf Millon: „Quant à la conclusion que ce chimiste tire de ses analyses, que le son est une matière essentiellement alimentaire, qu'on peut laisser avec grand avantage dans la farine destinée à faire le pain, je dois faire observer que la difficulté que présente la conservation du son dans la farine destinée à faire le pain de belle qualité me paraît résulter beaucoup moins de la présence de quelques centièmes de cellulose contenus dans le blé que de celle de la matière grasse. Celle-ci se trouve dans le son en quantité au moins triple de celle qui reste dans la farine, et le blutage la sépare du blé moulu non moins utilement que la cellulose elle-même.“

342) Liebig, chemiſche Briefe, S. 595.

343) Payen in den Comptes rendus, t. XXVIII, p. 196.

344) Mulder, Scheikundige onderzoekingen, Deel V, p. 432.

344a) Decaisne in den Comptes rendus, t. XL, p. 77, 83, und Fremy, ebendaſelbſt p. 128, 129.

345) Abbadie in den Comptes rendus, t. XXX, p. 750.

346) Julius Lehmann, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVII, S. 211—217.

347) Die drei letzten Abſätze ſind theilweiſe aus meinem Aufſatz: „Die Nahrungsmittel“ in der bei Brockhaus erſchienenen „Gegenwart“, 1852, S. 175 und 178.

348) Segond, De l'action comparative du régime animal

et du régime végétal sur la constitution physique et sur moral de l'homme in den Mémoires de l'académie nationale de médecine, Paris 1850, p. 235. Man vergleiche ferner meinen Aufsatz über die Nahrungsmittel in der „Gegenwart", welchem einige der letzten Absätze entnommen sind.

349) Liebig, chemische Briefe, S. 557, 558.

350) Georg Forster's sämmtliche Schriften, Leipzig 1843, Bd. I, S. 24, 103, in der Note.

351) Beilage der Augsburger Allgemeinen Zeitung, 29. Januar 1852.

352) Liebig, chemische Briefe, S. 563.

353) Chevandier in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 634, 637.

354) Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, Erlangen 1850, S. 242; Prichard, Researches into the physical history of mankind, Vol. I, p. 181.

Berichtigung und Druckfehler.

Seite 69, Zeile 6 v. u. ist das Zeichen [38]) zu streichen.
„ 127, „ 4 und 5 v. u. sind die Worte: und federkräftigen zu streichen.
„ 198, „ 6 und 7 v. o. statt Umbildung lies: Anbildung.
„ 307, „ 5 v. u. statt welcher lies: welche.
„ 356, „ 9 v. o. ist am Ende des Satzes das Zeichen 259 [b]) einzuschalten.

GENERAL LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA—BERKELEY

RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.

Renewed books are subject to immediate recall.

Biology Library

APR 3 1963
14 My'63 X Y
SEP 11 2001
9/15/02