Der Kreislauf des Lebens : Physiologische Antworten auf Liebig's Chemische Briefe / von Jac. Moleschott.

Contributors

Moleschott, Jacob, 1822-1893.
Francis A. Countway Library of Medicine

Publication/Creation

Mainz : Victor von Zabern, 1857.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/dkubw9t7

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by the Francis A. Countway Library of Medicine, through the Medical Heritage Library. The original may be consulted at the Francis A. Countway Library of Medicine, Harvard Medical School. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

wellcome collection

Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
https://wellcomecollection.org

Unable to display this page

74·45 H. A. 159.

Deposited by the BOSTON ATHENÆUM

IN THE LIBRARY OF THE

Boston Medical Library Association,

BY AUTHORITY OF THE TRUSTEES.

W. C. Lane

Librarian.

Date Jan. 1897

EXTRACT FROM THE FOURTH BY-LAW RELATIVE TO TAKING BOOKS FROM THE ATHENÆUM LIBRARY.

"If any book shall be lost or injured, — *the writing of notes, comments, or other matter in a book shall be deemed an injury,* — the person to whom it stands charged shall replace it by a new volume or set."

Boston Athenæum.

From the

Appleton Fund.

Received Nov 8. 1859.

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
Open Knowledge Commons and Harvard Medical School

http://www.archive.org/details/derkreislaufdesl00mole

Im Verlage von **Victor von Zabern** in Mainz ist im Laufe des Jahres 1857 das nachfolgende Prachtwerk erschienen:

Der Dom zu Mainz

und seine bedeutendsten Denkmäler

in Original-Photographien von **Herm. Emden.**

mit historischem und erläuterndem, deutschem u. französischem Texte von **Joh. Wetter.**

Der Dom zu Mainz, eines der ältesten und merkwürdigsten Bauwerke Deutschlands, ist längst nach seiner hohen Bedeutung für die Geschichte der mittelalterlichen Kunst gewürdigt und anerkannt, sowohl im Allgemeinen in seiner Anlage und Construction, als in den Einzelnheiten seines reichen Schmuckes von schönen Portalen und trefflich ausgeführten Grabdenkmalen. Diese vor Allem sind durch ihre Zahl, künstlerische Vollendung und historische Wichtigkeit so ausgezeichnet, daß keine andere unserer deutschen Kirchen ihnen eine Reihe gleich bedeutender Monumente an die Seite zu stellen vermag.

Wenn sich daher aus dieser, von der Mitte des dreizehnten Jahrhunderts bis zum siebenzehnten Jahrhundert herabreichenden Folge von Kunstwerken die sprechendste Erläuterung über den Entwicklungsgang der deutschen Skulptur ergibt, so erscheint die Veröffentlichung von Abbildungen derselben um so mehr gerechtfertigt, als überhaupt die Grabsteine des Mittelalters, welche gerade zu den bedeutendsten Leistungen der germanischen Skulptur gezählt werden müssen, noch allzu wenig bildliche Darstellungen gefunden haben, wie dieses von einem unserer ersten Kunstforscher (Kugler, Kunstgeschichte) bedauernd hervorgehoben ist.

Für die Ausführung solcher Abbildungen erschien die photographische Aufnahme am meisten empfohlen, da weder der Kupferstich noch die Lithographie im Stande sind, den Ansprüchen einer genauen Auffassung der feinsten Eigenthümlichkeiten des Styls der darzustellenden Gegenstände in gleichem Maaße zu genügen.

Das ganze Werk, in hoch Quarto, besteht aus 24 Seiten Text in deutscher und französischer Sprache und aus 36 Photographien. Dieselben reproduziren die nachfolgenden, in künstlerischer wie geschichtlicher Hinsicht bedeutendsten Monumente des Domes und sind der Art chronologisch geordnet, daß das Werk eine vollständige Kunstgeschichte der Cathedrale bildet:

Tafel 1. Aeußere Ansicht des ganzen Doms von Süd-Osten.
„ 2. Innere Ansicht des Mittelschiffs (1137—1150).
„ 3. Innere Ansicht des südlichen Seitenschiffs (1137—1150).
„ 4. Ansicht des südöstlichen Portals (1137—1150).
„ 5. Ansicht der Westseite des Doms (1200—1239).
„ 6. Ansicht des nördlichen Portals (1200—1220).
„ 7. Ansicht der Thüre im Innern des Kapitelsaals (1200—1220).
„ 8. Ansicht der Thüre zum westlichen Chor (1200—1230).
„ 9. Ansicht des Portals zu dem Kapitelsaale (1400—1410).
„ 10. Innere Ansicht desselben Portals (1400—1410).
„ 11. Denkmal des Erzbischofs Siegfried III. von Eppstein (1249), krönend die römisch-deutschen Könige Heinrich Raspo von Thüringen und Wilhelm von Holland.
„ 12 resp. 36a. Denkmal des Kurfürsten Anselm Franziskus von Ingelheim (1695).
„ 13. Denkmal des Erzbischofs Peter von Aspelt oder Aichspalt (1320), krönend die Kaiser Heinrich VII., Ludwig von Bayern und König Johann von Böhmen.
„ 14. Denkmal des Erzbischofs Mathias von Bucheck (1328).
„ 15. Gedenktafel der Versöhnung der Mainzer Bürger mit Erzbischof Balduin (1332).
„ 16. Denkmal des heil. Bonifazius (1357).
„ 17. Denkmal des Erzbischofs Konrad von Weinsperg (1396).
„ 18. Denkmal des Erzbischofs Johann II. von Nassau (1419).
„ 19. Denkmal des Erzbischofs Konrad III., Rheingrafen von Daun (1434).
„ 20. Denkmal des Erzbischofs Diether von Isenburg (1482).
„ 21. Denkmal des Prinzen Albert von Sachsen (1484).
„ 22. Denkmal zweier Prälaten aus dem Ende des 15. Jahrhunderts.

Tafel 23. Denkmal des Domdechanten Bernhard von Breidenbach (1497).

„ 24. Denkmal des Erzbischofs Berthold von Henneberg (1504).

„ 25. Die Grablegung Christi, Skulptur aus Stein (Anfang des 16. Jahrhunderts).

„ 26. Denkmal des Erzbischofs Jakob v. Liebenstein (1508).

„ 27. Denkmal des Erzbischofs Uriel v. Gemmingen (1514).

„ 28. Denkmal des Erzbischofs Albert von Brandenburg (1545).

„ 29. Denkmal des Erzbischofs Sebastian von Heusenstamm (1555).

„ 30. Denkmal der Familie Brendel von Homburg (1562).

„ 31. Denkmal des Vicedoms Heinrich von Selbold (1578).

„ 32. Denkmal der Familie von Gablenz (1592).

„ 33. Denkmal des Erzbischofs Wolfgang von Dalberg (1606).

„ 34. Denkmal des Prinzen Georg Christian von Hessen-Darmstadt (1677).

„ 35. Die Erweckung des Lazarus. Skulptur aus Holz aus dem Ende des 17. Jahrhunderts.

„ 36. Denkmal des k. k. österr. Generals Grafen Karl W. von Lamberg (1689).

So weit uns bekannt, ist diese Publikation, neben der so eben in Wien erscheinenden Ambraser Sammlung, das erste kunstgeschichtliche Werk, welches die Photographie zu seinen Abbildungen verwendete; es liefert auf's Neue den Beweis ihrer unvergleichlich getreuen und entsprechenden Darstellungsweise, wie auch der Möglichkeit ihrer Benutzung innerhalb sehr schwach erhellter Räume.

Die Photographien sind sämmtlich so scharf und so günstig aufgenommen, als es die, oft große Schwierigkeiten bietende Situation der Denkmale selbst und ihre Beleuchtung gestattete.

Sie sind sämmtlich auf starkem Kupferdruckpapier sorgfältig aufgezogen, numerirt und mit der entsprechenden Jahreszahl versehen.

Der Preis des ganzen Werkes ist Rthlr. 12 oder fl. 21. 36 kr.

Im gleichen Verlage erschienen:

Bruch, Prof. Dr. Carl, Die Diagnose der bösartigen Geschwülste. Nach eigenen Untersuchungen. Mit 5 lithographirten Tafeln. gr. 8. 1847. Rthlr. 2. 15. oder fl. 4. 30.

— — Ueber die Befruchtung des thierischen Eies und über die histologische Deutung desselben. gr. 8. 1855. Rthlr. — 5. oder 18 kr.

Feist, Dr. Fr. Ludw., Ueber die Kopfblutgeschwulst der Neugeborenen. gr. 4. 1839. . . Rthlr. — 15. oder 54 kr.

— — Ueber die Heilquellen zu Homburg vor der Höhe. gr. 8. 1842. . . . . Rthlr. — 10. oder 36 kr.

Mayer, Dr. A., Ueber die Unzulässigkeit der Spinal-Irritation als besonderer Krankheit, nebst Beiträgen zur Semiotik und Therapie des Rückenschmerzes. gr. 8. 1849. Rthlr. 1. 15. oder fl. 2. 42.

Naegele's, Dr. H. Fr., Lehrbuch der Geburtshülfe. Vierte vermehrte Auflage, besorgt von Dr. Wold. Ludw. Grenser, Direktor und Professor in Dresden. Mit 22 Holzschnitten gr. 8. 1854. Rthlr. 3. 15. oder fl. 6. —

— — Die geburtshülfliche Auscultation. gr. 8. 1838. Rthlr. — $22\frac{1}{2}$ oder fl. 1. 21.

— — Die Lehre vom Mechanismus der Geburt, nebst Beiträgen zur Geschichte derselben. 8. 1839. Rthlr. 1. 10. oder fl. 2. 24.

Naegele, Dr. Fr. Carl, Vater, Das schrägverengte Becken, nebst einem Anhang über die wichtigsten Fehler des weiblichen Beckens überhaupt. Mit 16 Tafeln. 4. 1839. kartonnirt. . . . . Rthlr. 3. — oder fl. 5. 24.
Dasselbe in einer Prachtausgabe Rthlr. 4. 15. — oder fl. 8. 6.

v. Ritgen, Dr. Ferd. Aug. Max., Lehr- und Handbuch der Geburtshülfe für Hebammen. gr. 8. 1848. Rthlr. 2. — oder fl. 3. 36.

Roth, Dr. H., Das kalte Schwefelwasser zu Bad-Weilbach im Herzogthum Nassau, nach eigenen Betrachtungen in medicinischer Hinsicht dargestellt. gr. 8. 1847. Rthlr. — 20. oder fl. 1. 12.

Der

Kreislauf des Lebens.

Physiologische Antworten

auf

Liebig's Chemische Briefe.

Von

Jac. Moleschott.

BOSTON ATHENÆUM

Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage.

Mainz,

Verlag von Victor von Zabern.

1857.

1677

16422.

Druck von Th. v. Zabern in Mainz.

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 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 inhaltlose 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.

Vorwort zur dritten Auflage.

An Justus Liebig.

Ein halbes Jahr nach dem Erscheinen der zweiten Auflage dieses Buches haben Sie, in einem zu München vor gemischtem Hörerkreise gehaltenen Vortrag, mich zu den „Dilettanten", zu den „Spaziergängern an den Grenzen der Naturwissenschaft", zu den „Kindern an Erkenntniß der Naturgesetze" gezählt. Man hat sich vielfach darüber gewundert, daß ich nicht heißspornig darauf antwortete, und mehr als eine Zeitschrift hat mir ihre Spalten angeboten, um gegen Ihren Machtspruch Verwahrung einzulegen. Ich that es nicht, weil ich gern bekenne, dem hohen Vorbild eines Forschers, das Sie im Auge haben mußten, als Sie den Muth hatten, solchen Maaßstab zu wählen, nicht von Ferne zu genügen. Wie sollte ich, mit dem Bewußtsein eines unermüdlichen

Strebens zufrieden, mit Ihnen über jenen Maaßstab rechten?

Sie haben mich ferner einen Läugner der Lebenskraft genannt, und darin hatten Sie Recht. Die Leser dieses Buches finden im siebenzehnten Brief die Gründe wiederholt, warum ich in diesem Namen keinen Tadel erblicke.

Allein Sie gaben mir auch die Bezeichnung eines Läugners des Geistes, und darin hatten Sie Unrecht. Denn die geistige Thätigkeit des Menschen wird nicht nur nicht verneint, sie wird auch nicht herabgesetzt von denen, die den Geist, als Inbegriff des immer werdenden Gedankenlebens, für eine Verrichtung des mit allen anderen Körpertheilen in Wechselwirkung stehenden Gehirns erklären.

Es betrübt mich, hinzufügen zu müssen, daß Sie sich noch andere Irrthümer in jener Vorlesung zu Schulden kommen ließen, als Sie mir andichteten, ich nähme im Gehirn gediegenen Phosphor an, ich vergliche irgendwie das Denken mit einem Phosphoresciren oder gar ich bildete mir ein, zugleich mit der Phosphormenge die Gedankenkraft des Hirns zu wägen. In der ersten Auflage dieser Briefe, S. 365 bis 368, im Jahre 1852, in der zweiten Auflage, 1855, S. 376 bis 385, fanden Sie das gerade Gegentheil von jenen Behauptungen, gegen die ich mich bereits in der ersten Auflage meiner Lehre der Nahrungsmittel, S. 115, 116, im Jahre 1850,

nachdrücklich verwahrt hatte. Ich brauchte in dieser Ausgabe nur das früher Gesagte zu wiederholen, um meinen Lesern zu beweisen, daß Sie neben das Ziel schossen, als Sie glaubten, aus meinen Erörterungen den Witz schöpfen zu können, die Knochen müßten große Philosophen sein, da sie vierhundertmal soviel Phosphor als das Gehirn enthielten *). Ich würde aber die Ehrlichkeit verläugnen, die ich von Anbeginn meiner wissenschaftlichen Laufbahn mit vieler Ehrfurcht gegen Sie behauptete, wenn ich nicht hinzusetzte, daß mir solche Mißverständnisse, wie Ihnen mir gegenüber zur Last fallen, völlig unbegreiflich sind.

Um so lebhafter bedaure ich, daß Sie Ihrerseits den Anhängern der Richtung, die auch ich zu vertreten mich

---

*) Meine Freunde wünschten damals, ich sollte einfach einen besonderen Abdruck der betreffenden Seiten meiner Lehre der Nahrungsmittel und des vorliegenden Buchs veranstalten, um den Vergleich mit Ihren Worten zu erleichtern. Ich hätte vielleicht Lust dazu gehabt, wenn ich mich hätte entschließen können, in irgend eine Verbindung zu treten mit der Augsburger Allgemeinen Zeitung, jenem charakterlosesten Blatte, das die Ehre der deutschen Vielwisserei aufrecht erhält, indem es die Ehre des deutschen Geistes immerwährend an die Mächtigen des Augenblicks verhandelt. Aber außerdem verschmähte und verschmähe ich es, zum Vortheil meiner Person irgend eine Zeit oder Mühe zu verschwenden, wo das Wesen der Sache, ganz unabhängig von mir und vielleicht am kräftigsten von Ihren zahlreichen Nachbetern gefördert, still fortschreitend seinen Weg geht.

gedrungen fühle, vorwerfen, sie hätten durch eine Entstellung Ihrer Lehren die stoffgeistige Anschauung zu erweisen gesucht. Ein Theil der Tagespresse, viele Zunftphilosophen und Polizeimänner, denen es leichter war, sich auf Ihr Wort zu berufen, als selbst zu lernen, wie es sich mit den betreffenden Streitfragen verhält, haben diesen Vorwurf geradezu auf mich bezogen. Ich erkläre deshalb, daß ich mir keines solchen Irrthums, noch weniger einer frevelhaften Entstellung auf Ihrem Gebiete bewußt bin. Eine Schändung Ihres geistigen Besitzthums, von dem ich manche Theile bis an mein Lebensende unbeirrt zu bewundern hoffe, kann ich also nicht begangen haben. Den Irrthum aber bitte ich mir nachzuweisen, da ich entschlossen bin, durch sofortige Verbesserung für jede überzeugende Belehrung zu danken. Natürlich müssen Sie mich dann als lernbegierigen Schüler anerkennen und insbesondere den Wahn fahren lassen, als würde ein Gegner auf dem Gebiet des grundsätzlichen Denkens dadurch widerlegt, daß man ihn als Dilettanten über die Grenzen zu jagen versucht.

Mir scheint, als hätten Sie selbst ein nicht geringes Verdienst um unsere Zeit dadurch erworben, daß Sie, die Wissenschaft ins Leben tragend, so manchen willkürlichen Grenzpfahl zwischen Welt und Schule ausreißen halfen. Denn wer nur immer es gelernt hat, lebendige Wissenschaft höher zu achten, als unfruchtbare Gelehrsam-

keit, ist tief davon durchdrungen, daß die Wahrheit dem gesammten Volke und nicht mehr einer Kaste gehört. Zu ihrer redlichen Erforschung darf Jeder mitwirken, und Männer wie Spinoza, Chubb, Allen, Pepys und Andere sind da, um zu beweisen, daß oft die Quelle denen reichlich fließt, die weder Ansprüche, noch Wünsche darauf richteten, von einer gelehrten Körperschaft oder von Hofgunst die Weihe ihrer Arbeit zu gewinnen.

Die ächte Forscherlust wird durch das größere oder geringere Maaß der Anerkennung weder gesteigert, noch gedämpft, und nicht selten schwingt sie sich zum höchsten Flug empor, wenn sie, frei von Fachschranken und gelehrtem Ballast, des Namens eines bessern Dilettantismus würdig bleibt. Erkenntniß ist die Frucht der Liebe und des Triebs; aus Pflicht und Titeln ward sie nie geboren.

Nicht der ist glücklich zu preisen, der im Verborgenen friedlich lebte, sondern der Mann, der bei beharrlichem Forscherdrang vom Lobe weniger gekitzelt, als vom Tadel gespornt und gezügelt ward.

Zürich, 21. Juni 1857.

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. 56

Sechster Brief.

Kreislauf des Stoffs. 69

Siebenter Brief.

Die Pflanze und der Boden. 88

Achter Brief.

Pflanzen und Thiere. 101

Neunter Brief. Seite

Ernährung und Athmung. 118

Zehnter Brief.

Entwicklung der Nahrung im Thierkörper. 133

Eilfter Brief.

Asche der Thiere und Menschen. 149

Zwölfter Brief.

Rückbildung im Thier. 177

Dreizehnter Brief.

Rückbildung in der Pflanze. 207

Vierzehnter Brief.

Die Wärme von Pflanzen und Thieren. 234

Fünfzehnter Brief.

Die allmälige Entwicklung des Stoffs. 272

Sechszehnter Brief.

Der Stoff regiert den Menschen. 298

Siebenzehnter Brief.

Kraft und Stoff. 334

Achtzehnter Brief.

Der Gedanke. 395

Neunzehnter Brief.

Der Wille. 440

Zwanzigster Brief.

Für's Leben. 472

Anmerkungen. 501

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 literarische 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 Glauben, 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 rückschauenden 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 Selbstverleugnung 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 Weise 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 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 eben jetzt 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. November 1847 ermittelt wurde. [16])

Die Vervollkommnung der Mittel zur Beobachtung und namentlich die 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 das 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 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 in der Schweiz, in Baden und Hessen.

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 müssen alle Körper durch Verbrennung schwerer werden.

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. Der Begriff der negativen Schwere aber, 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 erſt 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, so beredt wie Liebig dem Stein der Weisen [19]), dem jetzigen Bemühen der Aerzte den Geist einhaucht, der die geschichtlich urtheilende Nachwelt zum Danke verpflichtet.

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. Dem Maaße 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).[20])

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 nur durch Stoffe, 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 regelmäßig vorkommenden 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. [21])

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. [22])

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. [23])

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 [24]). 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 in gleicher Zeit 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 geht, strömt dieses der Richtung der Schwere entgegen zum Salzwasser hinüber.

So kann man mit Hülfe des Wassers außerhalb der Röhre in verhältnißmäßig kurzer Zeit einen Theil des

Salzes 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 Randes 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 darauf 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 unter der oberen Haut nach einiger Zeit ein nur mit Waſſerdampf erfüllter 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. [25])

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 in derselben Zeit, in welcher 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 der Pflanzen. Vorzugsweise auf den breiten Blättern gurkenartiger Gewächse werden solche Salzauswitterungen

beobachtet, wenn nach ſtarken Regengüſſen plötzlich trockenes Wetter eintritt (Ville)[26]). Das ſalzarme Regenwaſſer, welches die Blätter benetzt, zieht Salze aus dem Inneren derſelben an, und wenn nachher das Regenwaſſer verdunſtet, bleibt das ausgewitterte Salz liegen.

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.“ [27])

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). Nimmt man die Mittelwerthe aus den bis jetzt vorliegenden Unterſuchungen, dann beſitzt unter den regelrechten wäſſerigen Ergüſſen die Gelenkſchmiere den höchſten Eiweißgehalt. Dann folgen in abnehmender Reihe das Herzbeutelwaſſer, Fruchtwaſſer, die wäſſerige Feuchtigkeit der Augenkammern, und die Hirnrückenmarksflüſſigkeit enthält am wenigſten. Die Gelenkflüſſigkeit des Menſchen und der Thiere führt etwa fünfundvierzig Mal ſo viel Eiweiß wie der in den Hirnhöhlen und unter der Spinnwebenhaut von Hirn und Rückenmark befindliche Saft.

Eiweiß, Fett und Salze ſind in dem Blut in Waſſer gelöſt. Sie alle dringen durch die Wand der Haar-

gefäße hindurch. Von diesen Stoffen verläßt aber das Wasser das Blut mit der größten Geschwindigkeit, nächst dem Wasser die Salze, langsamer das Fett, am langsamsten das Eiweiß.[28])

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 ver-

ſchiedenen 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 vor-

enthält, dann werden ihre Knochen zerbrechlich. Ja, Chossat sah Tauben im siebten oder achten Monat sterben, als er ihnen Getreide ohne Sand zum Futter reichte. [29])

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) [30]).

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 von Stoffen aus 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 Sellerieblätter 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 über vier Gramm reiner Salpeterkryſtalle geliefert haben, und in den Rippen mancher Tabaksblätter ſteigt der Salpetergehalt ſogar auf elf Hundertel des trocknen Rückſtands (Schlöſing).[31])

Wenn man erfährt, daß der Talk oder die Bittererde nicht bloß 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).

---

*) Chara.

So ſcheint eine gelbe Veilchenart*), die auf den Galmeihügeln 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.) [32])

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.

---

*) Viola lutea calaminaria.

**) 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 [32a]). Auf kalkreichem Boden kann ein großer Theil der Kieſelerde in dem winterlichen Schachtelhalm*) durch kohlenſauren Kalk erſetzt werden [33]), ſo daß die erfindſamen Zweckdichter gewiß die Feſtigkeit, durch welche die beiden Stoffe ſich ähnlich ſind, für das eigentlich Beſtimmende halten werden. Freilich paſſen dieſe Beiſpiele 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 Kalium 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 [34]). In den verſchiedenſten Theilen der Roßkaſtanie findet eine Vertretung von Kali durch Natron oder von Erden durch Kali niemals ſtatt (E. Wolff, Staffel).

---

*) Equisetum hiemale.

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). [35])

Je genauer die sorgfältigste Forschung jene anorga-

niſchen 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 Waſſerpflanzen 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 Kalireichen waren, während der dunklen, in's Braune übergehenden Farbe der anderen der Reichthum an Natron entſprach. [36])

Und wie ſich zu der Erde die Pflanzenart verhält, ſo in der Pflanze die einzelnen Theile. Wenn in dem Samen Kali, Bittererde und Phosphorſäure, wenn Kalk, Chlor, Kieſelerde im Stengel vorherrſchen, wenn die Blätter ſich auszeichnen durch ihren Gehalt an Kieſelſäure, an ſchwefelſaurem Kali und kohlenſaurem Kalk [37]) 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

oder die der Blätter an schwefelsaures Kali 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 Zusammenhanges 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. [38])

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 natürlichen Gewässern vorhanden sind [39]). 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 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 Kry-

---

*) Amphibien.

ſtallen. 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 auseinander. 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 Kno-

chenstein oder Knochenerde (Bromeis, Daubeny Fikentscher).[40])

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 Andere weniger frei zu halten weiß, erklären ſich die ſchroffen Eintheilungen, durch welche wir unſere 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. Nennt 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.

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 [41]) (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. [42])

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 Muscar-

---

*) Ulminſaures Ammoniak.

**) Cressonette. Malaguti. Cardamine pratensis.

dine, 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. [43])

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 [44]), daß er die von Mulder und Johnston, von Soubeiran, Malaguti und so vielen Andern bis in die neueste Zeit mit Recht vertheidigte Lehre, die Dammerde nütze auch durch ihre organischen Bestandtheile, „verlassen" wähnt. [45])

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" [46]). 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 [47]). Es iſt klar, daß hier eine ähnliche Verwechſelung 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. [48])

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 dammsauren Salze, ihre Richtigkeit hätte. Dem ist aber nicht so. Nicht nur, daß dammsaures Ammoniak viel reichlicher in der Ackererde enthalten ist als dammsaurer Kalk, 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 [49]). 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“ [30]). 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? Unsere 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. [51])

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 Wir-

kung 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 Beziehung „iſt der Humus für die Gemüſegärtnerei von ganz beſon„derer Wichtigkeit.“ [52])

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 mehren ſich die Wurzelfaſern, alſo mittelbar die Blätter und die Aufnahme von Kohlenſäure der Luft. [53])

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. Wiegmann und Mulder haben im Gegentheil, um jeden Zweifel zu beseitigen, durch Versuche bewiesen, daß weder Kohlensäure noch Ammoniak die Wirkung der Dammsäure zu ersetzen vermag [54]).

„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“ [55]). 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 Wortes 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 und der erste Agriculturchemiker, den das praktisch am weitesten vorangeschrittene Land der Erde besaß, Johnston, Mulder, Soubeiran, Malaguti und viele Andere vertheidigten und 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 ihr Dasein mit Unrecht bekämpft. [56])

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 dasselbe 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).[57])

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)[58]). 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 Liebig es wunderbar findet, daß der Kohlenstoff unsres Herzens, der Stickstoff unsres Hirns früher vielleicht einem Aegypter oder Neger angehörten. 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 letzteren 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. [59])

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. Durch die veränderte Nahrung ſchlägt die Rückbildung im Mandelbaum eine andere Richtung ein, ſo daß bald Mandelſtoff

---

*) Amygdalin.

erzeugt wird, bald nicht, gleichwie der Harn des Menschen bei ausschließlicher Fleischkost nur gewöhnliche Harnsäure, bei vorherrschender Pflanzennahrung dagegen auch Pferdeharnsäure führt.

Kartoffeln, die im Keller keimen, enthalten einen 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). [60])

Wenn die gemeine Brunnenkresse in fließendem Wasser wächst, ist sie als Arzneimittel besonders gesucht. Sie

---

*) Mekonsäure.

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 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 [61]). Aber die Traube ſetzt die Rebe voraus. Und wenn auch Bouſſingault, einer der wiſſenſchaftlichſten und erfahrendſten Bearbeiter landwirthſchaftlicher Fragen, erwieſen hat, daß Kartoffeln, Weizen und Runkelrüben dem Boden mehr Kali entziehen als der Weinſtock [62]), 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 Zukkers 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. Der Feldbau erschöpft den Boden vorzugsweise an Kali und Phosphorsäure, die Forstwirthschaft raubt ihm insbesondere den Kalk (Fresenius).[63])

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.[64])

Fluorcalcium schadet der Haferpflanze[65]), während es in der Gerste vorkommt. Kochsalz wirkt nachtheilig auf Buchweizen, während es bei gleichzeitiger Anwesenheit von Dammerde für Gerste und Hafer nützlich ist (E. Wolff).[66])

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. [67])

Kohlenſaures Kali iſt ein vortrefflicher Dünger für Runkelrüben, indem es ihren Zuckerertrag vermehrt, während thieriſcher Dünger die Menge des letzteren herabdrückt und dafür die der ſalpeterſauren Salze ſteigert (Herth). [68])

Die Thatſache, daß unſere Getreideſamen ſo auffallend reich ſind an ſtickſtoffhaltigem Kleber, an Phosphorſäure und Bittererde, veranlaßte Pierre 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. [69])

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 [70]). 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 wieder mehr 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. [71])

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[72]) 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 [73]), 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 [74]). Natürlich,

weil alle dieſe Säuren gleichfalls das Ammoniak zu binden vermögen.

Viel wichtiger als der Gyps ſind Dammſäure und Quellſäure. 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. [75])

Der Boden iſt der erſte der großen irdiſchen Einflüſſe, 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.“ [76])

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, ent-

wickeln dennoch eine bedeutende Menge dieſes Gaſes auf Koſten ihrer ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile. [77])

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 Luſt an der Eintheilung entſpringenden Behauptungen Liebig's, daß die Einwirkung des Sauerſtoffs mit dem Leben der Pflanze „nicht das Geringſte gemein habe" [78]). Gerade zur Zeit erhöhten Lebens, beim Keimen des Samens und in der Blüthe, iſt eine geſteigerte Aufnahme von Sauerſtoff bewieſene Thatſache (Bouſſingault, de Vrieſe). Vogel in München hat gezeigt, daß beim Keimen Kohlenſäure, Kohlenoxyd und Waſſer gebildet werden. [79])

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. [80])

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 verriethe einen kurzsichtigen 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, ſoweit 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).[81])

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. [82])

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).[83]) 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. [84])

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 im Thierkörper 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 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 beinahe ein Drittel 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).[85])

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“ [86]). „Das Stärkmehl, der Zuk„ker, das Fett, sie dienen zum Schutze der Organe.“ [87])

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 diesen 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.“ [88])

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 bei seiner 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 zugegen, 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 Beimischung von Sauerstoff zum Blut. Leim und leimgebende Gewebe stehen auf einer hohen Verbrennungsstufe des Eiweißes. [89])

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.

Soweit 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.

Demnach 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 Krafter- „zeuger" des Körpers [90]). 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" [91]). „Sie „besitzen keine vitalen Eigenschaften." [92])

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“ [93]). 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 Auflösungs„mittel entziehen lassen, ohne daß die Structur dieser „organischen Theile im Mindesten geändert wird.“ [94])

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 [95]), und die Formen der Blutkörperchen werden unregelmäßig, wenn man durch Aether ihr Fett entfernt. [96])

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 Respi„ration dienen“, ob „der Sauerstoff in dem Respira„tionsprozeß eine Auswahl trifft.“ [97])

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.“ [98])

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 Stoff, die Gewebebildner in Fleischstoff*), in Harnsäure, in Harnstoff und Kohlensäure. Und vierzehn Tage reichen hin, um dem hungernden Körper, dem gar kein Ersatz geboten wird, durch jene Verbrennung soweit an

*) Kreatin.

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.“ [99])

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 [100]). 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.“ [101])

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 [102]). 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 oder durch feine Zertheilung beweglich zu machen 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“ [103]). 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 theils chemische, theils mechanische 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)[104]), 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[105]). Diese an und für sich sehr wissenswürdige Thatsache ist jedoch nicht nur „von den Untersuchungen

*) Legumin.

der Chemie ganz unabhängig", sondern gegen die auf chemiſche Eigenſchaften gegründete Unterſcheidung nicht 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" [106]). 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.[107])

Und deshalb ist es falsch, wenn Liebig behauptet, „daß Thierfibrin*) und Pflanzenfibrin**), Thieralbumin „und Pflanzenalbumin, Thiercasein***) und Pflanzen„casein†) nicht allein die nämlichen Elemente in denselben Verhältnissen enthalten, sondern auch gleiche Eigen„schaften besitzen“[108]). 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[109]). 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 Verwandt-

---

*) Faserstoff.
**) Ungelöstes Pflanzeneiweiß.
***) Käsestoff.
†) Erbsenstoff.
††) Vergl. oben S. 101.

ſchaft 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, 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“ [110]). 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. Und diese Schlußweise findet Nachbeter Tag für Tag.

„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.“ [111])

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

---

*) Stärkmehl.

**) Leim.

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.

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, Aprikosen, 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“ [112]). 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 entgegen=

gesetzt 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 [113]), und neben diesen die jüngsten Entwicklungsstufen jener Formbestandtheile, d. h. junge Muskelfasern, welche zu sehr schmalen Bündeln vereinigt sind. [114])

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 und 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 [115]). 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 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 frei, 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.“ [116])

In derselben Weise sind die anorganischen Bestandtheile des Bluts die Werkzeuge, mit deren Hülfe aus den organischen Stoffen desselben 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 kön-

nen [117]). 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 [118]). 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 [119]). 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 [120]). Sal-

peterſäure iſt nämlich eines der kräftigſten Oxydations-mittel, 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 [121]). 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 [122]), 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 Alkalien 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 [123]). 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. [124])

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" [125]). 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 einstmals Henle knöchernen und hornigen Zähnen gleiche Verrichtung zuschreiben wollte, vielleicht weil beide beim Beißen benützt werden. [126])

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 [127]). 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 und zeichnet außerdem das Gehirn und die Kryſtalllinſe des Auges aus [128]). In dem Kieſelpanzer der Aufgußthierchen iſt es nach Ehrenberg nicht minder beſtändig als der phosphorſaure Kalk in den Knochen der Wirbelthiere. [129])

Man ſieht hieraus, daß es unrichtig iſt, wenn Liebig

vom Kochsalz behauptet, daß es ohne Einfluß sei auf die bildende Thätigkeit der Gewebe [130]). 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 [131]) 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" [132]). 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 [133]). Deshalb ist man, des Liebig'schen Einwurfs ungeachtet [134]), 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 erst seit wenigen Jahren 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.[135])

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 *) [136]), von

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

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 weitere 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 [137]). 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. [138])

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 lang-

ſam 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 bloß in der Leber, dagegen gar nicht in dem Herzen und in den Lungen, im Gehirn nur zweifelhaft nachweiſen[139]). Erſt neuerdings fanden Chatin und Bouvier bei einem an Bleilähmung verſtorbenen Menſchen das Blei in Hirn und Leber.[140])

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 Flurorcalium 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 Kno-

chen 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 Nährungsſtoffe; 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 Saamen 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[141]) und Harn beſtändig gefunden werden.

Weil die Salze das Blut raſcher verlaſſen als Waſſer, Eiweiß und Fett[28]), 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.[142])

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" [143]), 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 Wand des Haargefäßes und die der Drüsenkanälchen, die aneinander liegen, zusammen nur eine dünne thierische Haut bilden, durch welche ein beständiger Aus-

tauſch 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 [144]). 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. [145])

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 Spu-

ren von Kali. In der Galle der Seefische, die aus der umgebenden Salzflut doch vorzugsweise Kochsalz (Chlornatrium) schöpfen können, ist verhältnißmäßig mehr Kali vorhanden, als in der Galle der Flußfische[146]). Es wiederholt sich die von Forchhammer für manche Seepflanzen beobachtete Thatsache, daß ihr Kaligehalt das Natron derselben übertrifft[147]). 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 schärfer 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.

Hierdurch erklärt sich die Thatsache, daß die Schnekken, die in ihrem Gehäuse eine so große Menge Kalk mit sich herumführen, auf Gneis, auf Glimmerschiefer und anderen kalkarmen Gebirgsarten selten sind, zumal wenn es dem Boden an einer üppigen Pflanzendecke fehlt (Roßmäßler)[148]). Und die Erfahrung wird uns um so lehrreicher, weil auf der anderen Seite die Perlmuschel mit ihrer dicken, kalkreichen Schaale in kalk-

reichem Waſſer nicht vorkommt und wenn ſie hineingebracht wird, ſogar ſtirbt; denn dieſe Beobachtung beweiſt, daß auch eine Ueberfütterung mit den Mineralbeſtandtheilen unſerer Erdrinde möglich iſt. Wenn hunderttauſend Gewichtstheile Waſſer Einen Theil kohlenſauren Kalk enthalten, ſo reicht das hin, um den Bedarf der Perlmuſchel zu decken. Aus ſo kalkarmem Waſſer nimmt die Perlmuſchel mehr Kalk auf als die verwandten Arten aus kalkreichen Gewäſſern. So wird man in der That verſucht, bei dieſer Muſchel eine Kalkgier anzunehmen, die ſie zum Unheil führt, wenn ihr der Kalk im Ueberfluſſe dargeboten wird (Johnſon und Sendtner) [149]). Ein ſchöneres Beiſpiel gegen den wählenden Inſtinkt dürfte ſchwerlich zu finden ſein.

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 Blutfarb-

ſtoff 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 [150]), 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.[151])

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)[152]). 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 indeß 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 [153]). 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 [154]). 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 [155]). Grange versichert, daß er die von Chatin angegebenen Thatsachen über die Verbreitung des Jods bestätigen könne. [156])

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 zu der 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 anfechten. 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 drei Wochen 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 umſponnen. 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, dringt 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 Fleiſch-

*) Kreatin.

**) Kreatinin.

***) Inoſinſäure.

flüssigkeit des Huhns vorkommt, ist einer der sauerstoffreichsten 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.

Die Stellung jener Körper 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 gemachte Beobachtung, daß Fleischstoff und die Fleischbasis im Blut vorkommen.[157])

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.[113])

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[158]), und Cloëtta hat ſie ſeitdem in Ochſenlungen nachgewieſen.[159])

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 Sauer-

---

*) Hypoxanthin.

stoff 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 [160]). Wenn man Kaninchen Harnsäure unter das Futter mischt, dann kann man leicht die Menge des Harnstoffs, die sie im Harn entleeren, um das Doppelte steigern (Neubauer). [161])

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. Neubauer fand im Harn der Kaninchen, denen er einige Gramm Harnsäure mit Brod oder Möhren reichte, die Kleesäure nicht vermehrt.

*) 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 dem abweichenden Befunde Lohmeyer's entgegen von Wöhler und Donders [162]) 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 [163]). Und jetzt haben Buhl und Voit in ihrer schönen Arbeit über die Cholera die Thatsache hinzugefügt, daß in dem Cholera-Typhoid nicht nur die Muskeln, sondern auch Herz und Hirn und Milz, neben mehren wässerigen Ergüssen des Körpers, Harnstoff führen [164]). Von Bibra hat diese Angaben für die Muskeln bereits durch Wägungen bestätigt [165]). Grohé selbst hat in allen reichlichen Ausschwitzungen des Rippenfells und des Herzbeutels Harnstoff nachgewiesen [166]). Was aber alle diese Mittheilungen an Wichtigkeit übertrifft, ist die Entdeckung von Harnstoff in den Muskeln eines Hingerichteten, der nicht von Krämpfen befallen war, eine Entdeckung, die wir den Nachforschungen von Buhl und Voit verdanken. [167])

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.

Wenige Jahre sind es, daß diese Bahn, welche zur Entdeckung der Rückbildungsstufen der wichtigsten Gewebebildner führt, betreten wird, und schon reihen sich zahlreiche andere Beobachtungen hier an, welche unwiderleglich darthun, daß im lebenden Körper die eiweißartigen Stoffe ebenso gut verbrennen, wie Fett und Zucker. Aber es ist eine langsame Verbrennung, um die es sich hier handelt, und darum sind es anfangs kohlenreiche Stoffe, die aus ihr hervorgehen. Das Käseweiß *), das man seit längerer Zeit durch die Einwirkung von Sauerstoff auf eiweißartige Körper und auf Leimbildner hervorbringen konnte, ist jetzt in der Milz, der Schilddrüse und dem Bröschen, in Speicheldrüsen und Speichel, in der Bauchspeicheldrüse und im Bauchspeichel, in Lungen und Lymphdrüsen bei gesundem Zustande gefunden worden; es ist in kranken Lebern und auch in krankem Hirn entdeckt (Frerichs und Städeler, Cloëtta, Scherer, von Gorup-Besanez) [168]. Die Bauchspeicheldrüse enthält nach von Gorup-Besanez einen dem Käseweiß gleichartigen Körper, der sich durch einen

*) Leucin.

geringeren Gehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff und durch die größere Schwierigkeit, mit der er sich in Weingeist löst, von jenem unterscheidet [169]). Hornglanz *), ein Körper, der gleichfalls reicher an Sauerstoff ist als das Käseweiß, haben Frerichs und Städeler in der Ochsenmilz und in der Bauchspeicheldrüse nachgewiesen. Die Lungen enthalten den schwefelreichen Abkömmling **) der geschwefelten Gallensäure (Cloëtta), und das gleiche Erzeugniß der Zersetzung eiweißartiger Stoffe ist von Fremy und Valenciennes in dem Fleische der Schaalthiere entdeckt [170]). Einmal fand Cloëtta diesen Körper in Ochsennieren, in denen er bei einer anderen Untersuchung den schwefelhaltigen, kohlenreicheren und sauerstoffärmeren Stoff der Blasensteine ***) vorfand [171]). Von diesen Stoffen sind Käseweiß und Hornglanz die gewöhnlichen Erzeugnisse der Verwesung der eiweißartigen Körper, des Horns und der Leimbildner. Und wie die Verwesung als letztes Endziel der Umsetzung stickstoffhaltiger Körper die Ammoniakstufe erreicht, so sind Ammoniaksalze nach Frerichs und Städeler auch in dem ganz frischen Kalbsbröschen vorhanden [172]). C. Schmidt fand eine zusammengesetzte Ammoniakart, in welcher die drei Mischungsgewichte Wasserstoff durch

*) Tyrosin.
**) Taurin.
***) Cystin.

Methyl, eine Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff, vertreten sind *), in der Netzhaut des Auges.[173])

Auf ähnlichen Wegen, wie sie in der Werkstatt des Scheidekünstlers und bei der Verwesung und Fäulniß zum Zerfallen führen, werden ähnliche Endstufen im lebenden Körper erreicht. Was aber auf diesen Endstufen geworden ist, das wird als Schlake aus dem Körper ausgeworfen. Kein Wunder also, daß jüngst die Chemie es gelehrt hat, eines der wichtigsten Erzeugnisse des Stoffwandels in unserem Körper, den Harnstoff, durch Verbrennung von Gewebebildnern künstlich zu bereiten. Béchamp hat durch Einwirkung von übermangansaurem Kali Eiweiß, Faserstoff und Leim in Harnstoff verwandelt[174]). Das übermangansaure Kali zerfällt unter dem Einfluß sauerstoffraubender Körper in Kali, in Manganhyperoxyd und Sauerstoff, so zwar daß dieser letztere, frisch entwickelt, in alkalischer Flüssigkeit, das heißt unter den günstigsten Bedingungen, auf die organischen Stoffe einwirkt.

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

---

*) Trimethylamin.

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

Von der Butterſäure an unterſcheidet ſich unter dieſen Säuren jede folgende 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 ebenſowohl wie in dem aus quergeſtreiften

Fasern bestehenden (Lehmann, Siegmund)[175]. Von Bibra hat sie im Gehirn beobachtet. Sie findet sich in der Leber und der Bauchspeicheldrüse, in der Milz, der Schilddrüse und dem Bröschen. (Von Bibra, von Gorup-Besanez)[176]. Bernsteinsäure fand Heintz in einer kranken Leber und von Gorup-Besanez hat sie seitdem in dem Bröschen, der Milz und der Schilddrüse entdeckt. Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure sind wie Milchsäure im Fleisch vorhanden (Scherer)[177]. Die Milz enthält essigsaures Eisenoxyd (Scherer). Kleesäure endlich ist von C. Schmidt im Schleim, von mir in den Muskeln entleberter Frösche aufgefunden worden. 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 Kohlen-

ſäure aus (Georg Liebig)[178]). 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 abgegeben, 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.

So wie 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. Ruhende Muskeln enthalten keinen ſauren Saft (Georg Liebig, Du Bois-Reymond). 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 [179]), ſind unter allen Thieren ausgezeichnet durch den Gehalt an Fleiſchſtoff, den ſie in ihren Muskeln führen. Ja, die Fleiſchſäure hat Liebig nament-

lich 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).[180])

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 ſtickſtoffhaltige 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 aus-

geschiedene 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 Endstufen 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). Da nun das Fett im Vergleich zum Eiweiß die Gefäße langsam verläßt, so ist die raschere Abnahme von einer Verbrennung im Blute herzuleiten. Während der Verdauung ist die Ausathmung der Kohlensäure vermehrt (Vierordt).

Der Branntwein, der Wein, das Bier erleiden im Blut eine Verbrennung. Ein Theil des Weingeistes, den alle jene Getränke enthalten, wird im Blut, wie an der Luft bei einer Wärme von dreißig bis vierzig Grad, zu Essigsäure verbrannt, vielleicht und wahrscheinlich sogar nach vorheriger Bildung von Aldehyd, einem Stoff, welcher durch einen geringeren Gehalt an Sauerstoff von der Essigsäure verschieden ist (Bouchardat und

Sandras, Duchek). 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.[181])

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. Deshalb enthält das Blut kleiner Adern immer mehr Waſſer als das der Schlagadern,

womit es gar nicht im Widerspruch steht, daß das Blut der unteren Hohlader, welches an Harn und Galle viel Wasser verloren hat, dem schlagaderlichen Blut im Wassergehalt nachsteht (Lehmann).[182])

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 verlor Barral in vierundzwanzig Stunden etwa ein Vierzehntel, im Winter ſogar ein Zwölftel des Körpergewichts. Bei verſchiedenen Einzelweſen kann die Größe des täglichen Verluſtes indeß große Schwankungen erleiden. Der Oberſt Laun in Saarlouis fand als Mittel mehrer Wägungen, die er bei regelmäßiger Lebensweiſe an ſich ſelber vornahm, einen durchſchnittlichen Verluſt von einem Zweiundzwanzigſtel ſeines Körpergewichts in vierundzwanzig Stunden.[183])

Dieſer Verluſt wird durch die aufgenommene Nah-

rung 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. Auf Laun's Zahlen gestützt, hätte man zweiundzwanzig Tage anzunehmen.

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 [184]). Aber das Blut beträgt etwa ein Fünftel des Gewichts des erwachsenen Körpers [185]). 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 siebzehn Tagen vollständig aus

demſelben verſchwinden [186]). 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 ſiebzehn 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 [187]). 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 [113]). Und wer wüßte nicht, wie wenig Tage oft dazu gehören,

einen Menschen durch Abmagerung beinahe unkenntlich zu machen?

Die Schnelligkeit des Stoffwechsels, die sich aus allen jenen Beobachtungen ergiebt, ist am besten geeignet, unsere Verwunderung zu vermindern, wenn wir aus den berühmten Untersuchungen von Bidder und Schmidt erfahren, daß ein Erwachsener von 128 Pfund Körpergewicht in 24 Stunden beinahe drei Pfund Speichel, reichlich zwei und ein halb Pfund Galle und mehr als achtundzwanzig Pfund Magensaft absondert[188]). Ein Rauchender kann also, wenn er die üble Gewohnheit des Ausspuckens hat, in einem halben Tag den dreiundvierzigsten Theil seines Körpergewichts ausspeien, und in vierundzwanzig Stunden strömt etwa der vierte Theil unseres Gewichts als Magensaft durch den Körper, kreisend vom Blut zum Magen und vom Magen zum Blut.

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, aber 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, Harnstoff und Ammoniak.

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 Ge-

wichts 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).[189])

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 verkreiden.

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). [190])

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 Anbildung des Hirns gesteigert [191]). Beim Säugling, der mehr schläft als wacht, wird also die Entwicklung der Gewebe befördert. Und weil derselbe, wenn er wacht, nicht unter den gleichen Bedingungen wacht, unter denen er schläft, sondern unruhig zappelt, schreit, spielt, jauchzt,

so wird durch seinen häufigen Schlaf die Menge der Kohlensäure, die er ausgiebt, eine Verminderung erleiden. Der Schlaf erwiese sich sonach nicht bloß mittelbar nützlich durch geringeren Verlust, sondern auch 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 muß, 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) [192]). Weil nun der Kork ſehr viel weniger Sauerſtoff führt, als dem Verhältniß entſpricht, in welchem dieſer mit Waſſerſtoff Waſſer bildet [193]), 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. In den Oliven nehmen Zellstoff und Gerbsäure ab, während sich das Oel vermehrt (Blondeau)[194]). 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 ſind alle 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[195]). 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 [196]), 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 europæus.

**) 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 [197]). 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 Verbrennungſtufen 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.

Allen Thieren, die nur von Pflanzen leben, und einigen Fleischfressern, den Katzen zum Beispiel, fehlt die Harnsäure im Harn[198]). So vermißt man 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. Dem Schierling der asiatischen Steppen geht, unzweifelhaft aus ähnlichen Gründen, die Schierlingsbasis**) ab. 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 [199]). Wicke und Wittstein berichten das Vorkommen derselben Verbindung in den Knospen und Blüthen der Birnen, des Weißdorns und der Vogelbeeren***) [200]). Aber diese

---

*) Chenopodium Vulvaria.

**) Trimethylamin.

***) 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, nachgewiesen 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 [201]). 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, gebunden an Oelſüß, enthält[202]), 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[203]), 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, be-

gegnen 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[204]), da lehrte uns Deville Terpenthinöl in Citronenöl, und Hlasiwetz Senföl in Salbeiöl, Stinkasandöl in Senföl verwandeln[205]). Durch verhältnißmäßig einfache Kunstgriffe kann man dem widerlich riechenden Terpenthinöl den lieblichen Duft nach Hyacinthen (Wiggers) oder auch den Geruch nach Thymian oder nach Rosmarin ertheilen.[206])

Aus Holzgeist und einer Säure, die wir aus der Weidenrinde gewinnen, ist nach Cahours das liebliche flüchtige Oel des kanadischen Thees*) zusammengesetzt[207]). 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**)[208]). Noch ein Schritt weiter, und es gelingt dem Scheidekünstler, entlegene Stoffe zusammenbindend, den würzigen

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

**) Pelargonsaures (früher önanthsaures) Aethyloxyd.

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. 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.[209])

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[210]). Wenn aber die Früchte reifen, dann ist es in der Mehrzahl der Fälle 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 [211]). Hieran schließt sich die lehrreiche Thatsache, daß in unreifen Trauben die sauerstoffärmere Aepfelsäure der sauerstoffreicheren Weinsäure vorangeht (Schwarz). [212])

Nur von der Gerbsäure ist es wahrscheinlich, daß sie beim Reifen mancher Früchte in Zucker und Gallussäure zerfällt, da Strecker uns gelehrt hat, wie wir durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure die Eichengerbsäure in jene beiden Stoffe spalten können [213]). Daß eine solche Spaltung in den Früchten wirklich erfolgen dürfte, wird noch viel wahrscheinlicher durch die Erfahrung Robiquet's, nach welcher es in den Galläpfeln dieselbe Hefe, die in den Früchten vorkommt **), sein soll, welche die Umsetzung der Gerbsäure in Gallussäure und Zucker bewirkt [214]). Es scheint sich hier um eine allge-

*) Cacalia ficoïdes, Cotyledon calycina.

**) Pektase.

meine Eigenſchaft der Gerbſäure zu handeln, da Strekker von der Catechugerbſäure und Hlaſiwetz von der Chinovagerbſäure nachgewieſen haben, daß ſie zu den gepaarten Zuckerverbindungen gehören [215]). Nur hüte man ſich, vorſchnell anzunehmen, daß für die Früchte, deren herber Geſchmack in unreifen Zuſtänden an Gerbſäure erinnert, der Hauptvorgang des Reifens auch wirklich in einer Umwandlung von Gerbſäure in Zucker und Gallusſäure beſteht. Selbſt unreife Birnen enthalten keineswegs regelmäßig Gerbſäure (Bérard), obgleich die ſchwarze Farbe, die ſie oft den Meſſern ertheilen, anzudeuten ſcheint, daß dieſe Säure häufig darin vorkommt.

Betrachtet man die Mehrzahl der 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 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, der die pflanzlichen Stoffe der Rückbildung der Kohlensäure und dem Harnstoff des Thiers gegenüberstellt, 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

---

*) Ulminsäure.

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 verdunſtet, 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. [216])

Neuere Verſuche haben es vollends beſtätigt, daß Draper mit Recht den Pflanzen eine Stickſtoffausſcheidung zuſchreibt (Cloëz und Gratiolet, Ad. und W. Knop).[77])

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 [84]). 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“ [217]), 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. [218])

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 Käseweiß*) und Hornglanz**), in Fleischstoff und Fleischbasis, in Harnoxydul***) und Harnsäure. Durch Verbindung mit Sauerstoff zerfallen alle diese Stoffe in Harnstoff, in Ammoniak 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

---

*) Leucin.

**) Tyrosin.

***) Hypoxanthin.

Urſprung verdankt, war eine Rechnung nöthig. Man kannte die Wärme, die frei wird, wenn ein gegebenes 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“ [219]). 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 können 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.“ [219])

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 Gewebebildnern 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?“ [220]) 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 Thier-

körpers der Verbrennung zuſchreibt und wie Liebig „die „Frage nach dem Urſprung der thieriſchen Wärme damit „in befriedigender Weiſe gelöſt“ [220]) 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.[221])

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, 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 Phosphor-

*) Inosinsäure.

ſäure, welche aus der Verbrennung des Phosphors eiweißartiger Körper hervorgeht, iſt demnach eine weſentliche Quelle von Wärme.

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 Flüſſig-

keiten 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).[222])

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 verwandeln 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. [223])

*) Die Lymphgefäße.

**) Chylusgefäße.

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„ſtofffreien Nahrungsmittel (Nahrungsſtoffe) zur Unter„haltung der Wärmequelle beſtimmt" [224]). 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." [225])

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 [219]), sondern ebenso wesentlich um einen Unterschied des Stoffs.

Man kann es nicht oft genug wiederholen: nicht die Menge des Sauerstoffs [225]), die wir einathmen, nicht die Menge der Kohlensäure und des Wassers, die wir ausathmen [219]), 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 [220]). 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" [225]) zuschreibt?

Es ist eine der einfachsten Regeln des Denkens, daß bei einer Eintheilung derselbe Stoff nicht in zwei ver-

ſchiedene 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“ [226]). 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. [227])

„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" [228]). 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 [229]). 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. [230])

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 [231]), 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 [232]), 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 zu einem großen Theil 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)[233]. 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 [229]), weil sie für gleiches Körpergewicht in gleichen Zeiten ungefähr achtmal soviel Nahrung aufnimmt, als der Mensch [234]). 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 [235]), 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 [218]) die Wärme ebenso gut, wie es allbekannt ist, daß es Hunger erweckt. In den angestrengten Nachtwachen, in denen das Hirn gebärt, was am Tage 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 [236]). 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, die Kröten, Salamander und Frösche nach meinen und Schelske's sehr zahlreichen Untersuchungen nur ein Viertel bis reichlich zwei Drittel soviel wie der Mensch [237]), und die Taube beinahe neunmal mehr als 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)[238]. 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.[239])

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).[240])

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.[241])

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[242]). 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. Daher 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)[243]), 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 Grün-

finken 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 [244]), kann uns nicht in Erstaunen setzen, wenn wir durch die Bemühungen der oben erwähnten französischen Forscher erfahren, daß die beweglichen Eidechsen für gleiches Körpergewicht zwei- bis dreimal mehr Sauerstoff verzehren, als die trägeren Frösche. [245])

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. [246])

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 ver-

möchten. Wir müßten die Wärme kennen, um welche Ausſtrahlung und Verdunſtung, Luftwechſel, Auflöſung und Zerſetzung den Körper berauben. Wir müßten vor allen Dingen wiſſen, wie viel Wärme verbraucht wurde, welche durch Umſetzung in lebendige Kraft zu Arbeit aufgeboten ward. Denn durch die Bewegung nimmt die Menge der Kohlenſäure erſtaunlich zu, ohne daß in entſprechendem Grad die Wärme geſteigert wird, was nicht bloß daher rührt, daß die durch die Bewegung veranlaßte Ausdünſtung eine gewiſſe Wärme verbirgt, ſondern vielleicht in höherem Grade daher, daß ein für jetzt durchaus nicht zu berechnender Theil als Wärme verſchwindet, um dafür als Arbeit zu Tage zu kommen.[247])

Stärkmehl verwandelt ſich im Thierkörper in Gummi*), Gummi in Zucker. Die letztere Verwandlung 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[248]). 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

*) Dextrin.

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“ [249]), 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 einzelnen 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.[250])

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 Bewegung, 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[251]). 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 des 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 ver-

loren 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.[252])

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[253]). 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

---

*) Pistia Stratiotes. L.

Wärme[254]). 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 Bewohnern 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 des Werdens 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, innerhalb des Thierkörpers in Käseweiß*) und Hornglanz**), in Fleischstoff und Fleischbasis, in Harnoxydul***) und Harnsäure, in Ameisensäure und Kleesäure, in Harnstoff, Ammoniak, 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

---

*) Leucin.
**) Tyrosin.
***) Hypoxanthin.

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 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

*) Leucin.

reichlicher aus faulendem Horn hervorgeht, kryſtalliſirt in ſeidenglänzenden, blendend weißen Nadeln; ich habe ihm deshalb den Namen Hornglanz *) beigelegt.

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 vorzugsweiſe aus Horn, aber auch aus Eiweißſtoffen und aus Knorpelleim. Statt des Hornglanzes entſteht gewöhnlich aus den leimgebenden Gebilden ein anderer Körper, der noch mehr Sauerſtoff enthält als Käſeweiß und Hornglanz, der Leimzucker. Aus Knorpelleim kann man jedoch durch verſchiedene Behandlungsweiſe Leimzucker, Hornglanz oder Käſeweiß erhalten. Wird er mit Alkalien gekocht, dann entſteht Leimzucker, wird er mit Kali geſchmolzen, dann liefert er Hornglanz und in beiden Fällen zugleich nur eine kleine Menge Käſeweiß. Letzteres dagegen iſt das Hauptergeugniß, wenn man den Knorpelleim mit Schwefelſäure kocht (Hoppe).[255])

Hornglanz enthält mehr Sauerſtoff als das Käſe-

*) Tyroſin.

weiß. 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, jedoch ohne daß je das entwickelte Ammoniak den sämmtlichen Stickstoff der organischen Stoffe enthielte. Schon Marchand hat hervorgehoben, daß beim Faulen organischer Stoffe zu gewissen Zeiten Stickstoff in Freiheit gesetzt wird [256]). Erst neuerdings hat Reiset diese Rückkehr von Stickstoff in die Luft als eine allgemeine Erscheinung bei der Fäulniß des Fleisches, sowie bei jeder Düngerbildung wahrgenommen, und Ville hat seine Angabe bestätigt [257]). Valentin hat eine Stickstoffausscheidung an abgestorbenen Muskeln nachgewiesen. [258])

Während das Ammoniak einen großen Theil des Stickstoffs 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 ††) [259]), 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 Pflanzen bei der Fäulniß in Ammoniak und Stickſtoff, in Kohlenſäure und Waſſer übergeführt werden [259a]). Wir kennen dieſe Stoffe jetzt als Endglieder eines Entwicklungsvorgangs, in welchem Käſeweiß und Hornglanz, Leimzucker und flüchtige Fettſäuren als Zwiſchenſtufen auftreten.

In Ammoniak, Stickſtoff, Kohlenſäure und Waſſer

---

*) Caprinſäure.

**) Caprylſäure.

†) Capronſäure.

††) Metacetonſäure, Propionſäure.

finden wir die Grundſtoffe der eiweißartigen Verbindungen, des Horns und der Leimarten wieder. 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 bei der Fäulniß von Eiweißkörpern das Erzeugniß, 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. Daher rührt das phosphorſaure

Ammoniumoxyd, das unter den Erzeugnissen der Verwesung phosphorhaltiger Eiweißkörper auftritt.

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 Stickstoff und Kohlensäure, in 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. Der Verwesung geht aber die Zerlegung der Mittelfette in fette Säuren und Oelsüß voraus. Wenn der flüssige Theil des Menschenfetts zum Beispiel lange Zeit auf-

bewahrt wird, dann wird ein Theil deſſelben in feſter Form ausgeſchieden, weil das vorher gelöſte Perlmutterfett*) in Oelſüß und Perlmutterfettſäure zerfällt, welche letztere ſchwerer als Perlmutterfett in Oelſtoff aufgelöſt wird (Heintz)[260]. Das Leichenwachs beſteht aus Salzen der Talgſäure und der Perlmutterfettſäure, die ſich von dem Oelſüß, mit dem ſie urſprünglich zu Mittelfetten verbunden waren, getrennt haben[261]. Das Oelſüß ſelbſt verwandelt ſich durch Gährung in Butteressigſäure und Waſſer.

Im Käſe kennt Jedermann dieſe Bildung von flüchtigen Fettſäuren, die ſogar bis zu einer gewiſſen Grenze eingetreten ſein muß, wenn der Käſe ſeinen beliebten würzigen Geſchmack beſitzen 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.[262])

---

*) Margarin.

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.

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 Koh-

*) Huminsäure.
**) Ulminsäure.
***) Geinsäure.

lenſäure 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. 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 und Stickstoff, 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 ein Theil des Kohlenstoffs auf Kosten des eigenen Sauerstoffs des betreffenden Körpers verbrennt, während nebenher wasserstoffreiche Verbindungen gebildet werden [263]). 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

*) Propylamin oder Trimethylamin.

**) Methylamin.

***) Butylamin oder Petinin.

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.[264])

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 wurden, 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.

Die Basen des Butterfetts, des Gänsefußes, des Weingeistes und des Holzgeistes bilden eine fortlaufende Reihe, in welcher jedes spätere Glied von dem nächst vorhergehenden um einen Wenigergehalt von zwei Mischungsgewichten 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

*) Aethylamin.

Eſſigſäure und Ameiſenſäure anſchließen. In dieſer Reihenfolge nehmen Kohlenſtoff und Waſſerſtoff um eine gerade Anzahl von Miſchungsgewichten 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 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.

*) Homologe Verbindungen.

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 Städeler haben Käseweiß**) in den Blutgefäßdrüsen, in den Speichel- und Bauchspeicheldrüsen, in kranken Lebern[265]) und in krankem Gehirn nachgewiesen; Cloëtta fand es in gesunden Lungen; Scherer, Virchow[266]), von Gorup-Besanez haben Gelegenheit genommen, einen Theil dieser Angaben zu bestätigen. Hornglanz***) wurde in der Milz, in der Bauchspeicheldrüse und in einer kranken Leber gefunden.[168, 169])

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

---

*) S. 276, 277.

**) Leucin.

***) Tyrosin.

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 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.[267])

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 Ziegenſäure, 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.

---

*) Glycerin.
**) Elain.
***) Margarin.
****) Caprinin.
†) Caprylin.
††) Capronin.
†††) Butyrin.

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.

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 Ein-

fluß 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 Ausſcheidung 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 und Stickſtoff, 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 Formbestandtheile, 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 vollstän-

digen 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.“ [268])

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 Volke 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 der Salze 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)[269]. 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[270], haben doch Lehmann und Frerichs wiederholt eine Beschleunigung der Verdauung des Eiweißes in Folge kleiner Zusätze von Kochsalz beobachtet[271]. 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.[272])

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[273]). 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 von 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)[274]). Und das vermehrte Zerfallen stick-

stoffhaltiger Gewebebildner verräth sich zugleich durch eine gesteigerte Ausfuhr von Harnstoff (Barral).

Eine überreichliche Zufuhr von Kochsalz ist endlich im Stande, die kräftigsten Thiere zu tödten. Goubaux hat durch Versuche ermittelt, daß für ein Pferd ein Zweihundertstel, für einen Hund ein Vierhundertstel seines Körpergewichts an Kochsalz hinreicht, um mit den Erscheinungen einer sehr heftigen Entzündung von Magen und Darm in zwölf Stunden den Tod herbeizuführen. Einer der unentbehrlichsten Speisezusätze verwandelt sich durch das Uebermaaß in ein ganz entschiedenes, in ein schnell tödtendes Gift.[275])

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[276]), 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.“ [279])

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.“ [278])

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 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 verarmen dabei in ihrem Gehalt an Sauerstoff. 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 den-

ſelben vertreten ſind. Das Fleiſch enthält in gleichen Gewichtstheilen durchſchnittlich vierzigmal ſoviel eiweißartige Körper als die Gemüſe, und in Folge des bedeutenden 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 wahr„nehmbare Veränderung der normalen Lebensprozeſſe her„beigeführt 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.“ [279])

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 [280]). 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.[281])

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 Fleisch-

koſt eine Zunahme, durch Pflanzenkoſt eine Abnahme erleiden, hat Lehmann bereits vor mehr als zehn Jahren durch Unterſuchungen erwieſen, die er an ſich ſelber anſtellte [282]). Ebenſo hat uns Naſſe gelehrt, daß das Blut nach Fleiſchkoſt einen beträchtlich größeren Fettgehalt führt, als nach pflanzlicher Nahrung.[283])

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 zarten 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 unter sonst gleichen Verhältnissen 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 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 Men-

schen in London sechsmal soviel Fleisch verzehrt als in Paris.[284])

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. Vil-

lermé 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.[285])

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 [286]). 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 ge-

bührlich erschwert werden müßte, wenn wir nur Brod und Früchte genießen wollten. Unsere 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 werden, daß des Menschen Ansprüche an die Nahrung noch nicht befriedigt sind, wenn ihm nur irgendwie die Erneuerung seiner Blutbestandtheile und Gewebebildner möglich gemacht wird. 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. Rawitz, 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[287]). 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 sind. 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 Wieder-

käuer 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 Verdau-

ungsflüssigkeiten 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 den Raubthieren möglich sind.

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

---

*) Semnopithecus.

Form sie auftauchen, sind daher als Mißverständnisse der geeigneten Lebensbedingungen des Menschen oder als Aberglaube und Grille zu verwerfen.

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, zweck-

mäßiger 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[288]). 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, der nach Baumert's Untersuchungen von einer Verbindung des Wasserstoffs mit sehr vielem Sauerstoff begleitet ist, welche 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 schweflichter 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 für den Menschen wirklich gefunden.[289])

*) Auripigment, das man in Kali oder Ammoniak auflöst.

Daher verträgt man im Norden Fleiſch und Fett und Thran, während man innerhalb der Wendekreiſe nur 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." [290]).

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[291]), 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[292]), 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.“ [293]).

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[294]). 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, da er ihre Verdauung und ihren Schlaf, alſo die Bildung von Blut und Geweben befördert, während 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. [295])

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 [296]). 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 Maté 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 [297]). 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 [298]). 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 verleiht.

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

enthalten. 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 Wonnemonat unseren Rheinwein würzt, der Roquette zu seinem allerliebsten Mährchen von des „Waldmeisters Brautfahrt" begeisterte [299])? 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.

Weil aber Verdauung und Blutbildung zunächst ab-

---

*) Cumarin.

hängen 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. Insofern 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 Blutbildung.

Freilich wird jede Regel der Art 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“ [300]), 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[301]), 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?“ [302]) 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 vorangeschrittenste 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.[303])

Ein großer Theil der besten Handbücher ist mit dieser Anschauungsweise so erfüllt, daß die Mehrzahl der arglosen Schüler darin ausruht, ohne auch nur zu ahnen, daß sie ihren Verstand einem Einschläferungsmittel preisgeben. Je mehr dabei in manchen Beispielen der Scharfsinn besticht, desto größer ist die Gefahr, weil namentlich

die beſchreibenden Naturforſcher ein Verfahren, welches ſie anfangs nur als einen Kunſtgriff der Darſtellung anwandten, unvermerkt auch als ein Hülfsmittel zur Forſchung verwerthen. Unter vielen andern kann uns Hyrtl's Handbuch der Anatomie eine Menge von Beiſpielen liefern, die ſehr geeignet ſind, auf das Bedenkliche dieſer Verirrung aufmerkſam zu machen, weil jenes Handbuch um ſeiner anregenden, lichtvollen Darſtellung willen und wegen des bildneriſchen Eindrucks, den ſeine Beſchreibungen auf eine nur einigermaßen geübte Einbildungskraft machen, mit Recht berühmt iſt. Da heißt es von der Naſenmuſchel: „Die Bedeutung dieſes Knö„chens, der keine Kopfhöhle bilden hilft, iſt folgende. „Die Naſenhöhle iſt mit einer Schleimhaut ausgekleidet, „welche der Träger (die Trägerin) der Geruchsnerven „iſt. Dieſe Haut muß ſich falten, um im kleinen Raume „der Naſenhöhle dennoch eine große Oberfläche für die „mit Riechſtoffen geſchwängerte Luft darzubieten. Dieſe „Falten würden beim Ein- und Ausathmen durch die „Naſe hin- und herſchlottern und öfters den Luftweg „ganz verlegen, wenn ſie nicht durch knöcherne Stützen „in einer beſtimmten Lage und Richtung erhalten würden. „Dieſe Stützen ſind die Naſenmuſcheln.“ [304]) Bei ähnlichen Wendungen kann man ſich in der That damit zufrieden geben, daß ein lebhafter Lehrer den Naturkörper ſo behandelt, als habe er ihn ſelbſt verfertigt, etwa ſo

wie ein guter Vorleser sich unwillkürlich den Schein giebt, als wenn er das, was er liest, im Augenblicke selbst erzeugte. Mißlicher schon wird es, wo sich der Schilderung die Bewunderung der Klugheit im Schöpfungsplane beimischt. So wenn Hyrtl bei der Besprechung des Unterkiefers zu folgender Erörterung kommt[305]): „Da „beim Aufsperren des Mundes der Gelenkkopf des Unterkiefers nach vorn, der Winkel aber nach hinten geht „(wie man sich leicht am eigenen Kinnbacken mit dem „Finger überzeugen kann), so muß in der senkrechten Axe „des Astes ein Punkt liegen, der bei dieser Bewegung „seine Lage nicht ändert. Dieser Punkt entspricht dem „foramen maxillare internum. Man sieht, wie „klug die Lage dieses Loches gewählt wurde, „da nur auf diese Weise Zerrung der hier eintretenden „Nerven und Gefäße bei den Kaubewegungen vermieden „werden konnte." Mit dieser weisedünklichen Betrachtung über die Klugheit der Wahl in den Natureinrichtungen ist der entscheidende Schritt geschehen, der die vermeintlich erkannte Zweckmäßigkeit im Bau der Organismen mit selbstgefälliger Willkür als Erklärungsgrund der Organe und ihrer Theile handhabt. „Man hat den „mechanischen Nutzen der Venenklappen früher darin ge„sucht", sagt Hyrtl, „daß sie in Venen, in welchen „das Blut gegen seine Schwere strömt, wie an den „unteren Extremitäten, der Blutsäule als Stütze dienen

„ſollen, um ihr Rückgängigwerden zu verhindern. Da „jedoch nicht alle Venen, in welchen das Blut gegen „ſeine Schwere aufſteigt, Klappen haben, z. B. die „Pfortader, und andere, wo die Richtung des Blut„ſtroms mit der Gravitationsrichtung übereinſtimmt, „Klappen beſitzen, z. B. die Geſichts- und Halsvenen, „ſo kann die Schwerkraft allein das Vor„kommen der Klappen nicht erklären. Es iſt „vielmehr der Druck, welchen die dünne Venenwand von „ihrer Umgebung, und namentlich von den Muskeln, „welche ſich während ihrer Zuſammenziehung poſitiv ver„dicken, auszuhalten hat, das einzig haltbare Erklä„rungsmoment der Klappenbildung [306])." „Daß das „Mark den Knochen leichter mache," — heißt es an einer anderen Stelle — „kann nicht die einzige Urſache „ſeiner Gegenwart ſein. Er wäre ja noch leichter, wenn „gar kein Fett in ihm abgelagert würde, wie in den „luftgefüllten Knochen der Vögel." [307]) Oder, weil die Knochen viel Kalk enthalten, „ſo erklärt der geringe Ge„halt des Blutes an Kalkſalzen den Gefäßreichthum der „Beinhaut." [308]) Man ſieht, daß dieſe Behandlungsweiſe aufgeht in dem Geſchick, mit welchem der einzelne Naturbetrachter die Abſichten ſeines Schöpfers zu errathen vermag; allein dieſes Errathen iſt dem Forſchen nicht minder ſchroff entgegengeſetzt als der Glaube. Beide erwarten ihr Heil nicht von einer regelrecht durch-

geführten, ruhig fortschreitenden Untersuchung, sondern von einer plötzlichen Erleuchtung, welche für beide gleich gut mit dem Namen Offenbarung bezeichnet werden kann. Das Uebel ist, daß die Anhänger beider Richtungen ihr Verfahren für ein Mittel ausgeben, die Wahrheit zu finden. Sie verbergen sich die Thatsache, daß alles Suchen da aufhört, wo nur die Offenbarung Aufschluß gewährt, indem sie jeden Forscher der Frechheit beschuldigen, der zu ihren Hülfsmitteln kein Vertrauen hat. Sie selbst aber sind entweder begnadigte Hohepriester oder vertraute Freunde ihres Schöpfers!

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.“ [309])

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.“ [310])

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 chemiſchen 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 Bewegung. 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 Eisen-

oryd 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 trocknen 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. [311])

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 die-

ſes 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"[312]). 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 derſel„ben bezeichnen. — Eine der Bedingungen der conſtanten „Temperatur, bei welcher ſich im Innern der Flüſſig„keiten 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 ent=

„ſpricht ein beſtimmter Druck, einem jeden Drucke eine „beſtimmte Temperatur“ [313]). Kurz, der Siedepunkt einer Flüſſigkeit iſt derjenige Wärmegrad, bei welchem 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 Zusammensetzung." [314])

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 Kohlenſtoff, 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 andern, 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

*) Dextrin.

sechs enthält, und fünf Mischungsgewichte Wasserstoff 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	ooooo (6) . . .	oooooooooo (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 Körpern 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. [259])

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 indeß ein anderes Mittel übrig, indem wir aus dem Verhalten zum Licht auf die Lagerung der kleinsten Theilchen zweier Stoffe 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 manche Körper eine Drehung

erfahren, und eben das Vorhandenſein oder die Richtung dieſer Drehung 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 die Ebene des polariſirten Lichtſtrahls dreht, die aus dem erdrauchſauren Ammoniak gewonnene dagegen nicht. Hiermit war ein Unterſchied der Lagerung der kleinſten Theilchen in beiden Körpern erkannt. Die Un-

*) Asparagin.

**) Fumaria officinalis.

***) Saures fumarſaures Ammoniak.

terschiede 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 Aepfelsäure, welche die Ebene des polarisirten Lichtstrahls dreht, wirksam, die andere unwirksam. Wenn man die Lösungen dieser Säuren durch ein Bleisalz niederschlägt, dann bildet das äpfelsaure Bleioxyd im einen wie im andern Falle nadelförmige Krystalle. Während aber diese Krystallisation für die wirksame Aepfelsäure in einigen Stunden abläuft, nimmt sie für die unwirksame mehre Tage in Anspruch.[315])

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.

So wie 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 [316]). 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. [317])

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, drehen beide die Ebene des polarisirten Lichtstrahls, 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 die Ebene des polarisirten Lichtstrahls zur Rechten ablenkt, dreht sie 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, sowie es einen, wenn auch noch so geringfügigen Unterschied in den Eigenschaften bezeichnet. Dazu kommt nun, daß den Krystallen beider Säuren die Hälfte der Flächen fehlt, welche der regelmäßigen Krystallform, zu der sie gehören, zukommen würden; die ausgebildeten Flächen sind aber an den beiden Krystallen so vertheilt, daß die eine Säure als das Spiegelbild der anderen erscheint.[318])

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.[319])

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 [320]). 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 umwandeln können, daß er in ein Haufwerk von Kalkſpathkryſtallen zerfällt, kommt auch der Schwefel in zwei verſchiedenen Kryſtallformen, der Kohlenſtoff 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 [321]). 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 andern 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 mit ihres Gleichen 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

*) Das sogenannte hornige Albumen.

iſt natürlicher, als daß Knorpel und Knochen in ihrer Härte, Biegſamkeit, Federkraft und anderen Eigenſchaften, 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 ſtofflichen 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[322]). 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[323]). 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

---

*) Auripigment.

Farbſtoffe in den Pflanzen, lauter Wirkungen, die ſich im Schatten nicht ereignen. Salpeterſaures Silberoxyd wird im Licht zerſetzt, ein Theil des Sauerſtoffs entweicht, und die Löſung ſchwärzt ſich, weil metalliſches Silber ſich ausſcheidet. „Die unmittelbare Urſache ſol„cher Zerſetzungen", ſagt Draper, „beſteht darin, „daß ein Lichtſtrahl die Stofftheilchen, welche er trifft, „in ſchnelle Schwingungen verſetzt; daher kann es ge„ſchehen, daß in den kleinſten Theilchen die Grundſtoffe „nicht mehr zu derſelben Gruppe vereinigt bleiben kön„nen; 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."[324]) 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.[325])

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. Knallqueckſilber, Jodstickstoff, Silberoxyd-Ammoniak zersetzen sich in Folge eines gelinden Stoßes.[326])

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. Köhn 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 von Orgelpfeifen ein krystallinisches Gefüge angenommen hatte, offenbar in Folge der tonerzeugenden Schwingungen.[327])

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.[328])

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.[329])

So mächtig ist die Wirkung derjenigen Einflüsse, die allgegenwärtig den Stoff beherrschen. Wasser und mechanische Erschütterungen, Luftdruck und Elektricität, Licht und Wärme, 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 [330]). Auf dieſe Thatſache gründet ſich die in England begonnene fabrikmäßige Bereitung des Blutlaugenſalzes, einer Doppelverbindung von Cyan mit Kalium und Eiſen, unter 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. Außerdem kann man auch vom Cyan aus zum Ammoniak gelangen. Cyan, in Waſſer gelöſt, braucht man nur der Luft auszuſetzen, um eine Ausſcheidung von braunen Flocken wahrzunehmen, welche das Zeichen einer Zerſetzung iſt, in deren Folge, nach Wöhler's Beobachtung, außer Kohlenſäure, Blauſäure, Ammoniak, kleeſaures Ammoniak und Harnſtoff in der Flüſſigkeit gelöſt ſind. [331])

Kleeſäure iſt eine Verbindung von Kohlenſtoff mit Sauerſtoff, in welcher auf die gleiche Kohlenſtoffmenge nur drei Viertel von dem Sauerſtoffgewicht enthalten ſind, welches der Kohlenſäure zukommt. Die Kleeſäure bedingt den ſauren Geſchmack des Sauerampfers, des

Sauerklees und vieler anderer Pflanzen. Es ist eine organische Säure, die wir nach dem soeben Mitgetheilten ohne alle Mithülfe eines Organismus mittelbar aus den Grundstoffen darstellen lernten.

So kennen wir denn jetzt eine organische Basis, das Ammoniak, einen organischen Zünder, das Cyan, eine organische Säure, die Kleesäure, die wir aus den Grundstoffen darstellen können. Vor wenigen Jahren glaubte man noch von allen dreien, daß sie wohl durch Zerlegung von höher zusammengesetzten organischen Verbindungen, nicht aber durch Zusammenfügung der einfachen Grundstoffe gewonnen werden könnten.

Wir haben in dem Ammoniak eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff, in dem Cyan einen Paarling des Stickstoffs mit Kohlenstoff, und der letztgenannte Grundstoff ist in der Kleesäure mit Sauerstoff verbunden. Lange hat es gedauert, bevor man auch eine einfache Verbindung von Kohlenstoff mit Wasserstoff gewinnen lernte, ohne dabei von organischen Körpern auszugehen. Dieses Räthsel, durch welches uns die Sphinx der Lebenskraft bisher von einem erfolgreichen Vordringen in der künstlichen Darstellung organischer Verbindungen ohne alle Anwendung organischer Stoffe verscheuchte, hat Berthelot gelöst. Er hat die Sphinx und ihre Gläubigen von ihrer Höhe herabgestürzt und eine Anzahl von Forschern anstatt ihrer darauf gestellt, denen er die Fäden

in die Hand gab, um an der künſtlichen Wiedererzeugung der organiſchen Welt aus Grundſtoffen weiter zu weben. Dies alles hat Berthelot geleiſtet, indem er durch Einwirkung von Schwefelkohlenſtoff und Schwefelwaſſerſtoff auf Kupfer bei dunkler Rothglühhitze neben anderen Stoffen eine bemerkbare Menge von ölbildendem Gaſe bereitete. Oelbildendes Gas, aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff beſtehend, iſt aber einer jener einfachen Bauſteine, die der Naturforſcher für den Aufbau organiſcher Körper ſeit lange höher achtet als künſtliche Diamanten. Es galt nur dieſes ölbildende Gas zu bereiten, ohne es mittelbar aus der Werkſtatt des organiſchen Lebens herzunehmen, um uns in den Stand zu ſetzen, eine ganze Anzahl verwickelt zuſammengeſetzter organiſcher Stoffe ohne jede Dazwiſchenkunft eines Organismus künſtlich darzuſtellen. Berthelot hat die Aufgabe erfüllt, nicht bloß auf die oben angedeutete Weiſe, ſondern auch indem er mehr als ein verſchiedenes Verfahren dazu einſchlug. [332])

Schwefel und Kohlenſtoff verbinden ſich bei hohen Wärmegraden unmittelbar mit einander zu Schwefelkohlenſtoff. Den Schwefelkohlenſtoff hat Kolbe durch Einwirkung von Chlor in Kohlenſtoffſuperchlorid verwandelt. Leitet man Dämpfe des letzteren Körpers durch eine glühende Porzellanröhre, dann erhält man ein flüſſiges Gemenge zweier chlorärmerer Kohlenſtoffverbindungen, das, in trocknem Chlorgaſe dem Sonnenlichte ausgeſetzt,

fast augenblicklich zu Kohlenstoffsuperchlorür erstarrt. Aus diesem Chlorkohlenstoff und Wasser entsteht nach Kolbe im Sonnenlicht Chloressigsäure. Melsens endlich erhielt aus Chloressigsäure, Kaliumamalgam und Wasser gewöhnliche Essigsäure. Eine organische Säure, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehend, geht also aus den einfachen Grundstoffen und deren anorganischen Verbindungen hervor. Durch trockene 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 bestehen*). Drei dieser Körper sind durch einen höheren Kohlenstoffgehalt vor der Essigsäure ausgezeichnet.[333])

Noch einfacher ist die Darstellung der Ameisensäure aus einfachen Grundstoffen, wie sie vor Kurzem Berthelot gelungen ist. Er ließ dazu feuchtes Kali bei einer Wärme von 100° in zugeschmolzenen Glaskugeln siebzig Stunden lang auf Kohlenoxydgas einwirken.[334])

Bei dieser Verwandlung des Kohlenoxyds in Ameisensäure müssen sich zwei Mischungsgewichte Kohlenoxyd mit zwei Mischungsgewichten Wasser verbinden. Auf ganz ähnliche Weise unterscheidet sich der Alkohol durch Mehrgehalt der Grundstoffe des Wassers vom ölbildenden

---

*) Naphthalin, Benzin, Phenyloxydhydrat und Aceton.

Gaſe. Der Gedanke lag demnach nicht allzu fern, darnach zu ſtreben, das ölbildende Gas mit Waſſer zu Alkohol zu verbinden. Berthelot hat den Gedanken zur That gemacht. Er ließ unter heftigem Schütteln Schwefelſäure auf ölbildendes Gas einwirken, und nachdem ſich die Schwefelſäure hinlänglich mit ölbildendem Gaſe geſchwängert hatte, verſetzte er die Miſchung mit Waſſer und deſtillirte. Unter den Erzeugniſſen der Deſtillation war Alkohol, drei Viertel ſo viel Alkohol als der Menge des von der Schwefelſäure verſchluckten ölbildenden Gaſes entſprach.[335])

Alſo Weingeiſt ohne Trauben, ohne Zucker und ohne Stärkmehl, Weingeiſt aus Steinkohlen! Das ſchwierigſte Räthſel der Sphinx iſt gelöſt, ſeit wir das ölbildende Gas aus den Grundſtoffen erzeugen können.

Erfinderiſch ſchreitet der Chemiker weiter, ſicheren Schrittes, unaufhaltſam. Strecker benützte die Blauſäure und den Alkohol, um Milchſäure künſtlich darzuſtellen. Zu dem Ende wird dem Alkohol durch Stoffe, die leicht Sauerſtoff abgeben, ein Theil ſeines Waſſerſtoffs entzogen. Dadurch wird er in Aldehyd verwandelt. Aldehyd läßt ſich mit Ammoniak verbinden, und wenn man Aldehydammoniak mit Blauſäure und verdünnter Salzſäure kocht, dann erhält man eine organiſche ſtickſtoffhaltige Baſis*), welche nur mit ſalpetrichter Säure be-

*) Alanin.

handelt zu werden braucht, um in Milchsäure, Stickstoff und Wasser zu zerfallen.[336])

Das ölbildende Gas war die einzige Vorstufe, welche Strecker fehlte, um, einzig und allein von Grundstoffen ausgehend, zu einem sehr zusammengesetzten organischen Körper zu gelangen, welcher außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch Stickstoff und Schwefel enthält*), und sonst nur durch Zersetzung der geschwefelten Gallensäure**) bereitet werden konnte. Wird nämlich ölbildendes Gas mit wasserfreier Schwefelsäure behandelt, dann erhält man eine schwefelhaltige organische Säure***), deren Ammoniaksalz nach Strecker's Entdeckung nur erhitzt zu werden braucht, um eine solche Umlagerung der Grundstoffe zu erleiden, daß daraus jenes Erzeugniß der Zersetzung geschwefelter Gallensäure, welches unter Anderen auch in den Lungen der Säugethiere und im Fleisch der Weichthiere vorkommt, mit allen seinen Eigenschaften hervorgeht.[337])

Zu einem fast ebenso zusammengesetzten organischen Körper, dem aus Knoblauchöl und Schwefelcyan bestehenden Senföl, führen uns Kleesäure, Essigsäure und Cyan, die wir aus den Grundstoffen darstellen lernten. Dieser Fund war durch die bisherigen Entdeckungen so

---

*) Taurin.

**) Choleinsäure.

***) Isäthionsäure.

gründlich vorbereitet, daß Zinin in Petersburg und Berthelot in Paris unabhängig von einander die gleichsam fertig behauenen Bausteine richtig zusammenlegten [338]). Den einfachsten Weg, zum Ziele zu gelangen, hat kürzlich Dusart angegeben. Ein Gemenge von essigsaurem und kleesaurem Alkali wird trocken erhitzt. Dabei bilden sich Aceton, ein organischer Körper, und Kohlenoxyd, die, indem sie bei ihrer Entstehung auf einander einwirken, sich in Kohlensäure und einen Kohlenwasserstoff*) umsetzen, welcher letztere auf sechs Mischungsgewichte Kohlenstoff sechs Mischungsgewichte Wasserstoff enthält. Dieser Kohlenwasserstoff läßt sich mit Brom verbinden, und wenn die Bromverbindung mit weingeistigem Kali behandelt wird, dann verliert sie einen Theil ihres Broms und ihres Wasserstoffs, und es entsteht ein neuer Körper**), welcher außer einem Mischungsgewicht Brom den Kohlenstoff und Wasserstoff in demselben Verhältnisse führt, in welchem sie mit Schwefel das Knoblauchöl***) darstellen. Läßt man nun diese letztere Bromverbindung auf Schwefelcyankalium einwirken, dann entstehen Bromkalium und Senföl. [339])

Das ist der ganz unermeßliche Gewinn, den uns die Möglichkeit, die allereinfachsten organischen Stoffe, gleich-

---

*) Propylen.

**) Brompropylenyl.

***) Schwefelallyl.

sam die Vorstufen organischer Mischung aus den Grundstoffen darzustellen, gebracht hat, daß wir nun in zahlreichen Fällen nur zwei einfache Verbindungen in geeigneter Weise zusammenzubringen brauchen, um den verwickelteren Körper zu erzeugen. Mischt man cyansaures Kali mit schwefelsaurem Ammoniak, dann verbindet sich das Kali mit der Schwefelsäure und die Cyansäure mit dem Ammoniak. Die letztere Verbindung bildet aber nicht cyansaures Ammoniak, sondern Harnstoff. Der Harnstoff kann also aus den Grundstoffen künstlich dargestellt werden. Dies war das leuchtende Beispiel, mit welchem Liebig und Wöhler, auf dieser Bahn die fernsten Aussichten eröffnend, ein unsterbliches Verdienst errungen haben, wenn sie auch halb wider Willen, halb wider Einsicht den Beweis dadurch geliefert hätten, daß uns von nun an die Fackel des Lebens in chemischen und physikalischen Kräften aufgeht.

Berthelot hat ölbildendes Gas mit Wasser zu Alkohol verbunden. Dem Alkohol entziehen wir wieder einen Theil seines Wassers, wenn wir ihn durch Schwefelsäure in Aether verwandeln. Den Aether verbinden wir mit Kleesäure, mit Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure. Aus der Essigsäure machen wir durch den galvanischen Strom eine neue Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff*), die sich mit Sauerstoff zu einem neuen Aether

*) Methyl.

paart. Auch dieſer Aether bildet mit Kleeſäure, Cyanſäure, Ameiſenſäure, Eſſigſäure neue Körper, die auf höheren Stufen organiſcher Miſchung ſtehen. Und ſo geht es fort. Es wäre ſchon heute ein eiteles Beginnen, wenn man alle die organiſchen Stoffe aufzählen wollte, zu denen uns jetzt von den Grundſtoffen her der Zutritt geſtattet iſt. Ja, der unbefangene Chemiker, ſofern er noch nicht im Dienſte des Hofes oder der Kirche ſpricht, lächelt in ruhigem Siegesbewußtſein über den armen Philoſophen, der ihm mit dem Harnſtoff, der Grenze ſeines Wiſſens, die Grenze des Könnens des Naturforſchers vorzuhalten glaubt.

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" [340]). 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“ [341]). 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-physikalische 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“ [342]). Vollkommen unklar ist es aber, wenn Liebig von einer „höheren „Potenzirung gewisser Elemente durch die Lebensthätigkeit „in der Pflanze und im Thiere“ spricht [343]), oder wenn es an einer anderen Stelle heißt: „Mit dem Tode fallen „die Elemente der unbeschränkten Herrschaft der chemischen Kräfte wieder anheim“ [344]). 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 einander näher stehen, wie die chemische Kraft und die Lebenskraft“ [345]). Und doch hat Liebig an zahlreichen

Stellen die chemiſche Kraft der Lebenskraft entgegenge=ſtellt [346]). 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.[347])

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"[348]). „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.[349])

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 [350]).

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." [351]) Niemand hat aber meines Bedünkens die sittliche Folge dieses Verfahrens kräftiger und greifbarer ausgedrückt als Du Bois-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." [352])

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" [353]). „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?“ [354])

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.“ [355])

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." [356])

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.[357])

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 herkulische That, an welcher in unserer 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 Ausgangspunkt 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.[358])

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.“[359])

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.“[360])

Nicht mir, sondern der Anschauung, die ich vertrete, war ich es schuldig, auf jene Verstümmlung 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 ent„halten, in der Form, wie etwa Schwefel darin enthal„ten ist“[361]). Nun aber giebt Liebig zu, daß das Gehirn Phosphorsäure enthält[362]), 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[363]). Also steht es fest, daß das Gehirn Phos-

*) Margarinsäure.

**) Phosphorglycerinsäure.

phorſäure enthält, daß ein Theil dieſer Phosphorſäure dem Hirnfett angehört.

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 entſtehen“ [364]). 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 verwandeln.“[365])

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“[366]). Wenn Liebig trotzdem im Jahre 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“[367]), 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

eiweißartigen Körper, daß eine Säure der Galle, daß Leim Schwefel enthalte, ohne irgendwie damit abzuurtheilen 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[368]). 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 sehen. 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“ [369]). Und diese Worte stehen in Liebig's Zeitschrift. Liebig scheut sich aber nicht, ein Jahr darauf zu schreiben: „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 begründet 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“ [370]). 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 leugne
„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" [371]). 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 Bestand=

theil des Hirns, und nannte einen eigenthümlichen Beſtandtheil 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 Gliedes 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 stoffslichen 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. Endlich ist die Spinnwebenhaut nach außen von einer dritten faserigen Hülle umgeben, die unter dem Namen der harten Hirnhaut bekannt ist. Diese Häute sind ebenso am Rückenmark vorhanden, zu welchem das Gehirn die unmittelbare Fortsetzung bildet. Zwischen der Gefäßhaut und der Spinnwebenhaut, also unter der letztgenannten, befindet sich ein Saft, den man Hirnrükkenmarksflüssigkeit 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 [372]). 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 vielfach mit Nervenzellen zusammenhängen. An verschiedenen Orten vereinigen sich die Nervenfasern zu Bündeln und Strängen, welche 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 gegeben 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 unſere 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 Augapfel, 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 Steige-

rung erleidet [373]), 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.“ [370])

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.[374])

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).[375])

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.[376])

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 [377]). 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 Tiede-

mann 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.[378])

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).[379])

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 Vorderlappen 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 und 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 Werkzeugs 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 Ge„hirns im Verhältniß ſtehen zu der Maſſe des Gehirns", verdient es alle Beachtung, daß nach Peacock's Wä-

gungen 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[190]. 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 Kennt-

niſſe, 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[380]). 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"[381]). Wenn Liebig nicht weiß, daß das Ochſenhirn in ſeinem Bau von dem des Menſchen weſentlich abweicht, ſo iſt das dem Che-

miker nicht übel zu nehmen. (Vergl. oben Seite 415.) 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 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 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. [382])

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, von Bibra)[383]). 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[384]). Von Bibra's Arbeit hat dieſe Angaben durch ausführliche Belege beſtätigt.[385])

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 Stockfiſch, der dritte mit Kartoffeln ſich geſättigt haben, „eine ihnen entgegenſtehende Schwierigkeit unter ganz „verſchiedenem Geſichtspunkte betrachten; je nach gewiſſen, den verſchiedenen Nahrungsmitteln eigenthümlichen Beſtandtheilen iſt ihre Wirkung auf Gehirn und „Nervenſyſtem verſchieden“[386]). 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.“[387])

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. Galilei 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“ [388]). 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 Tonschöpfung 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 Tapferkeit 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 erschließbar ist aus dieser Bewegung, hat die Akustik *) zu dem „Range erhoben, den sie gegenwärtig einnimmt." [389])

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.

---

*) Die Lehre vom Schall.

Ohne Ausnahme beruhen die ſinnlichen Eindrücke und die von denſelben abhängigen Zuſtände des Gehirns auf 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 Gewicht 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 dem optischen Mittelpunkt des Auges 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 her-

vorbringt, der Flamme des Alkohols eine violette Farbe ertheilt. Die Summe aller dieſer Eigenſchaften nennt der Chemiker 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 Familien 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 Proberöhr-

chens 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“ [390]). 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 Anordnungen des Geschöpfes, welches seltsamer Weise „häufig genug sich als das Ebenbild des Inbegriffs aller „Güte und Vernunft betrachtet.“ [391])

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 Seelenthätigkeiten begreifen, nur Functionen der Gehirnsubstanz 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“ [392]). 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." [393])

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 Bewegung 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.[394])

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.

Jobert de Lamballe hat 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. [395])

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 den Beweis geführt, daß ſowohl in den bewegenden, wie in den empfindenden Faſern die Leitung nach beiden Seiten möglich iſt. [396])

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 verändert die elektrischen Ströme in der Nervenhaut des Auges, 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 Augenlied 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.[397])

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[398]). 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"[399]). 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 wimmern, klagen, ſchreien oder auch wir verziehen keine Miene, alles je nach der Heftigkeit des Schmerzes, je nach dem Grad der Reizbarkeit, die wir einem gegebenen Reiz zu einer beſtimmten Zeit 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“ [400]). „Dieſelbe Raſſe“, ſagt Prichard, „welche zu Tacitus Zeiten zwiſchen Sümpfen in einſamen 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“[401]). 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.“[402]).

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 der Spiegel ist der Entwicklungsstufe, auf der sich die allgemeine Sittlichkeit befindet. 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“ [403])? 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.“ [404])

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 in Einklang zu finden mit der Weltanſchauung, die ich in dieſem Briefe 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."[405])

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"[406]). 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“ [407]). 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“ [408]). 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.“ [409])

Viel schwerer als die wissenschaftliche Einsicht in die Richtigkeit des vertheidigten Satzes wird es den Menschen, die so lange an dem Gängelbande eines eingebil-

deten Gutes liefen, dem die Schwäche des Fleisches tagtäglich 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 [410]). 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 Naturfor-

scher 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 Geſichtspunkt 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 [411]). 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“ [412]), 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.“ [413])

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 ausgelaſſene 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 Herrschsucht der Pfaffen aller Farben unglückselige Schlachtopfer geliefert 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 Augenblick 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 Harnorydul, das Gewebe der Milz in Harnorydul 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).[414])

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 stoffgeistige 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 der 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 konn„ten 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 Scholastikern, ein wissenschaftliches Turnier in „Aussicht. So ist es denn auch geschehen, daß sich die „deutschen Philosophen aller Farben regelmäßig bei der „Versammlung der Naturforscher oder der Germanisten „oder der Philologen oder der Aerzte einfanden, nur auf „ihre eigne sind sie nicht gekommen.“ [415])

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, von einem erhabeneren Standpunkte 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[416]), 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 Bewegungen 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“ [417]). „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“ [418]). „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 „und ihre edelsten Säfte entzieht; ihre Macht ist der „Kraft gleich, welche der Wilde im Branntweinrausche

*) Haargefäße.

„findet; wenn der Rausch verfliegt, dann ist die Macht „mit der Kraft dahin.“ (Liebig.)[419])

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.“[420])

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 für raubluſtige 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, Niemandem 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 unſren Sit-
„ten nicht vorbeugen können, iſt der an phosphorſauren
„Salzen, welche die Menſchen in ihren Knochen mit in
„ihre Gräber nehmen“ [421]). 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 unſren 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 Hexenproceſſen 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.[422])

Man brauchte nur jede Begräbnißstätte, nachdem sie ein Jahr lang benutzt wäre, mit einer neuen zu vertauschen, um nach sechs bis zehn Jahren[423]) 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 unsre 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 [424]), 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 Frucht„barmachung eines an ſich unfruchtbaren Bodens, wenn „deſſen Unfruchtbarkeit von dem Mangel an wirkſamen „Beſtandtheilen und nicht von einer ungeeigneten phyſi„kaliſchen 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 An=
„zahl dieser Organe steht, durch die sie befähigt werden,
„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.“ [425]) 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 län=gerer 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 [426]). 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 be„steht, 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." [427])

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[428]). 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[429]); denn das Aussehen des Brodes kann keinen wesentlichen Nachtheil bedingen, abgesehen davon, daß, wie Mouriès gelehrt hat, auch bei der Benützung der Kleie die braune Färbung umgangen werden kann, wenn man eine eigenthümliche Hefe, die in der Kleie vorkommt*), unschädlich macht.[430])

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.

*) Cerealin.

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 andern Nahrungsstoff ersetzbar“ [431]). 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 mehr als fünfzigmal ſoviel eiweißartige Stoffe 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. Boſc ſah in Carolina, Trécul in Miſſouri die Wur-

zeln 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 [432]). 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 [433]). 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 [434]). 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 soviel Eiweiß (Erbsenstoff) wie unser Blut, sie enthalten zwei bis dreimal soviel 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 soviel billiger als Kartoffeln, wie Eisen billiger ist als Holz, wenn es sich um Schienen für unsre 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 Karavanen, „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 Feldzügen „Algeriens wird als eines der besten Mittel betrachtet, „um zu den Strapatzen des Kriegs zu befähigen.“ Abbadie ist schon gegen die von Gasparin aus einseitiger Beobachtung gemachten Folgerungen aufgetreten. Nach Abbadie ertragen die Wahabis, 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 wiederholt Kaffee zu sich nehmen, sollen diesen die Fasten beschwerlicher sein als den Christen [435]). Obgleich nun allerdings die Angabe Böcker's durch zahlreiche Versuche von Julius Lehmann [436]) 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 überhaupt nur nahrhafte Nahrungsmittel, d. h. solche Speisen und Getränke, die in richtigem Verhältniß dem Blute seine wesentlichen Bestandtheile zuführen. [437])

Daher erweist es sich als Klugheit für den Arbeitgeber 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. [438])

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 Bevölkerung

„Europas vielleicht eine ganz besondere Bedeutung ge=
„winnen 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.[439])

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 Rind=fleisch gewonnen waren, wurden in Wasser oder in Erbsen=suppe zerlassen, auch wohl zum Frühstück mit Weizen=graupen oder Habermehl vermischt; sie gaben für eine Person ein kräftiges Gericht[440]). 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 ver=

ſandt, und er kam gut erhalten zurück [441]). 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 gegenwärtigen Unterſuchungen reichen, einen Beſtandtheil der „Blutflüſſigkeit aus“ [442]). 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. [443])

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?[344])

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 im Streit mit den werkthätigen Forderungen des Staats. Aber auch eine vernünftigere Theilung des Beſitzes, 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 soviel übrig bleiben würde, wenn aller Stickstoff, aller Kohlenstoff und Wasserstoff organische Mischung und dadurch organisirte 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 Eingeweide 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) Ebendaſelſt 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 Aez„zens, Brennens und Unterbindens gelangen konnten, verhält „ſich zu der, die uns der elektriſche Strom zu gewähren ver„mag, etwa wie die Kenntniß von dem Weſen des Kryſtalles, „die ſich aus dem Bloßlegen ſeiner Spaltungsdurchgänge ergiebt, „zu dem Abgrunde der feinſten Beziehungen, die uns das

„unendlich zarte Tasten mittelst schwingender Aethertheilchen ent„hüllt.“ Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität, Berlin 1848, Bd. I, S. 497.

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.

19) Ebendaselbst S. 62.

20) Georg Forster, ein Blick in das Ganze der Natur; sämmtliche Schriften, Bd. IV, S. 314.

21) 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.

22) 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.

23) 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.

24) Pistia Stratiotes L.; s. Forster's sämmtliche Schriften, Bd. V, S. 349.

25) Liebig, Untersuchungen über einige Ursachen der Säftebewegung, Braunschweig 1848, S. 60 — 80.

26) Ville, Comptes rendus, t. XXXV, p. 653.

27) Liebig, chemische Briefe, S. 638 — 640.

28) Nahrungssaft läßt sich aus den Geweben bisher nicht rein gewinnen. Mit Nahrungssaft dürfen wir aber die wässrigen Ergüsse vergleichen, die sich in Höhlen des Körpers ansammeln, das Herzbeutelwasser, die Gelenkschmiere, die Hirnrückenmarksflüssigkeit, das Fruchtwasser und die wässrige Feuchtigkeit der Augenkammern. Ich habe aus den von von Gorup-Besanez, Lassaigne, Kletzinsky, Frerichs, John, Vogt, Mack, Scherer, Berzelius und Lohmeyer gefundenen Zahlen die Mittel berechnet und stelle dieselben in nachfolgender Tabelle mit den entsprechenden Mittelwerthen für die Hauptbestandtheile des Bluts zusammen:

In 1000 Theilen	Blut:	Wässrige Ergüsse:
Eiweiß	67	
Faserstoff	2	
Blutkörperchenstoff . .	120	
Eiweißartige Körper .	189	 14
Fett	3,7	 0,27
Salze	7,7	 8,15
Wasser	789	 970

Eine einfache Vergleichung dieser Zahlen reicht hin, um zu beweisen, daß die Austrittsgeschwindigkeit des Wassers größer ist als die der Salze, die der Salze größer als die des Fetts und endlich die des Fetts noch etwas größer als die des Eiweißes. Vgl. von Gorup-Besanez, Prager Vierteljahrsschrift, 1851, Bd. III, S. 84; Valentin's Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 2. Auflage, Bd. II, Abthlg. 2, S. 446; Kletzinsky, Heller's Archiv, 1852, S. 423; Scherer in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. I, S. 89, 92; Lohmeyer in der Zeitschrift für rationelle Medizin, neue Folge, Bd. V, S. 58, 59, 62.

29) Vgl. Jac. Moleschott, Physiologie der Nahrungsmittel, ein Handbuch der Diätetik, Darmstadt 1850, S. 150.

30) Alexander von Humboldt, Ansichten der Natur, Stuttgart und Tübingen 1849, 3. Auflage, Bd. II, S. 311.

31) Forster's sämmtliche Schriften, Bd. V, S. 351;

Schlösing in dem Journal für praktische Chemie von Erdmann und Werther, Bd. LXII, S. 165, 166.

32) 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, t. XXI, p. 437; Röthe in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVII, S. 118 — 120; Chatin, C. r. XXXVIII, p. 270 — 272.

32a) Röthe in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XC, S. 255.

33) Struve fand in der Asche von Equisetum hiemale 97 Hundertel Kieselsäure; Brock, der dieselbe Pflanze von kalkreichem Standort bezogen hatte, fand in der Asche nur 83 Hundertel Kieselsäure, daneben aber 13 Hundertel kohlensauren Kalk. Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCVII, S. 349, 350.

34) So führt Stratiotes aloides in 100 Gewichtstheilen Asche 14,35 Bittererde und nur 10,73 Kalk. Schulz-Fleeth in Poggendorff's Annalen, Band LXXXIV, S. 98, 100, 101.

35) 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.

36) 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.

37) Vgl. Berthier, Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXIII, p. 254, und E. Wolff, Journal für praktische Chemie, Bd. XLIV, S. 456, 459.

38) 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.

39) Cloëz et Gratiolet, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 42; Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 203, 204.

40) Bromeis in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXIX, S. 1 u. folg.

41) Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels, Erlangen 1851, S. 99.

42) Malaguti in den Comptes rendus, t. XXXIV, p. 112—114.

43) Glyciphila erythrospora und G. elaeospora, Montagne; vgl. die im Oktober 1851 von Payen gemachte Mittheilung in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 393—397.

44) Liebig, chemische Briefe, S. 240, 672, 682.

45) Ebendaselbst S. 661 „im Sinne der jetzt verlassenen Humustheorie."!

46) Ebendaselbst S. 630.

47) Ebendaselbst S. 661.

48) Liebig's Agriculturchemie, sechste Auflage, Braunschweig 1846, S. 13.

49) Liebig, chemische Briefe, S. 683.

50) Ebendaselbst S. 683; vgl. S. 680, 681.

51) Hugo Mohl in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, die vegetabilische Zelle, S. 237.

52) Liebig, chemische Briefe, S. 689; vgl. S. 637, 661, 678, 679, 685, 703, 704.

53) Ebendaselbst S. 677—679.

54) Mulder, proeve eener algemeene physiologische scheikunde, p. 746, 756, 757.

55) Liebig's chemische Briefe, S. 662.

56) Ebendaselbst S. 184.

57) Luck in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXVIII, S. 86.

58) Vgl. Robin, Comptes rendus, t. XXXIII, p. 38.

59) Fleischmann in Froriep's Tagesberichten, 1851, September, Nro. 373, S. 212, 213.

60) Chatin, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVIII, p. 243.

61) Berthier, Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXIII, p. 259.

62) Boussingault, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVIII, p. 425.

63) Heyer in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXII, S. 188.

64) Salm-Horstmar in Erdmann's Journal, Bd. LII, S. 335.

65) Salm-Horstmar, ebendaselbst S. 32.

66) Emil Wolff in Erdmann's Journal, Bd. LI, S. 55.

67) Isidore Pierre in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXX, p. 429.

68) Herth, Journal für praktische Chemie von Erdmann und Werther, Bd. LXIV, S. 145.

69) Isidore Pierre in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXVI, p. 60, 61.

70) Emil Wolff, Erdmann's Journal, Bd. LII, S. 73.

71) Jacquelain in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 305, 306.

72) Schultz-Fleeth in Poggendorff's Annalen, Bd. LXXXIV, S. 94.

73) Liebig, chemische Briefe, S. 692.

74) Mène in den Comptes rendus, t. XXXI, p. 803, 804.

75) Chevandier und Salvétat, Annales de chimie et de physique, 3e série, t. XXXIV, p. 320.

76) „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. Leyd. 1838, p. 128.

77) 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. Kopp 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.

78) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Phyſiologie, Braunſchweig 1846, ſechſte Auflage, S. 29.

79) Vogel in dem Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XXV, p. 256, 257.

80) Jac. Moleſchott, über den Einfluß des Lichts auf die Menge der vom Thierkörper ausgeſchiedenen Kohlenſäure, in Wittelshöfer's Wiener Mediciniſcher Wochenſchrift, Jahrgang 1855, S. 681. Vgl. Licht und Leben, Rede beim Antritt des öffentlichen Lehramts, zur Erforſchung der Natur des Menſchen, an der Züricher Hochſchule. Geſprochen am 21. Juni 1856 von Jac. Moleſchott, zweite Auflage. Frankfurt a. M. 1856.

81) 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.

82) Lewy in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 348, 349.

83) J. H. Gladstone and C. Gladstone in Philosophical Magazine, Sept. 1851, p. 220, 221.

84) Garreau in den Comptes rendus, t. XXXII, p. 298, 299. Ch. Morren, l'Institut, 24 Décembre 1851, p. 413.

85) Chambert in dem Edinburgh medical and surgical journal, t. CLXXXIX, p. 462.

86) Liebig, chemiſche Briefe, S. 405.

87) Ebendaſelbſt S. 483.

88) Ebendaſelbſt S. 490.

89) Um dieſe Verhältniſſe raſch überſehen zu können, vergleiche man z. B. die Tafeln in Valentin's Grundriß der Phyſiologie, dritte Auflage, S. 114, 116.

90) Liebig, chemiſche Briefe, S. 484.

91) Ebendaſelbſt S. 454, 455.

92) Ebendaſelbſt S. 471.

93) Ebendaſelbſt S. 454.

94) Ebendaſelbſt S. 455.

95) Lehmann, Lehrbuch der phyſiologiſchen Chemie, Leipzig 1842, S. 133.

96) Donders und Moleſchott in den Holländiſchen Beiträgen zu den anatomiſchen und phyſiologiſchen Wiſſenſchaften, Bd. I, S. 373.

97) Liebig, chemiſche Briefe, S. 404, 405.

98) Ebendaſelbſt S. 483.

99) Ebendaſelbſt S. 405.

100) Ebendaſelbſt S. 566, 568.

101) Ebendaſelbſt S. 480.

102) Liebig, die Thierchemie oder die organiſche Chemie in ihrer Anwendung auf Phyſiologie und Pathologie, dritte Auflage, Braunſchweig 1846, S. 107.

103) Liebig, chemiſche Briefe, S. 670.

104) G. J. Mulder, scheikundige onderzoekingen, deel IV, p. 412—418.

105) Liebig, chemiſche Briefe, S. 451 in der Note.

106) Ebendaſelbſt S. 452.

107) Stenhouſe in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXX, S. 217.

108) Liebig, chemiſche Briefe, S. 452.

109) Ebendaſelbſt S. 442, 557.

110) Ebendaſelbſt S. 560, 561, 576.

111) Mulder, Verſuch einer allgemeinen phyſiologiſchen Chemie, überſetzt von Jac. Moleſchott, S. 341.

112) Liebig, chemiſche Briefe, S. 596.

113) 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.

114) Barry in Müller's Archiv für Anatomie und Phyſiologie, Jahrgang 1850, S. 535.

115) Vgl. Donders und Moleſchott in den Holländiſchen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleſchott, Bd. I, S. 369, 370.

116) Mayer und Brazier in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXI, S. 321.

117) Liebig, chemiſche Briefe, S. 532.

118) Ebendaſelbſt S. 500.

119) Ebendaſelbſt S. 501, 598, 599.

120) Mulder, scheikundige onderzoekingen, deel IV, p. 418.

121) Jac. Moleſchott, Phyſiologie des Stoffwechſels, Erlangen 1851, S. 83—90.

122) Liebig, chemiſche Briefe, S. 523. Die kohlenſauren Salze im Blut ſind nachgewieſen von van Enſchut, Marchand, mir, Lehmann, Mulder und Verdeil.

123) Liebig, ebendaſelbſt S. 507.

124) Moleſchott in den Holländiſchen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleſchott, Bd. I, S. 172, 173.

125) Liebig, chemiſche Briefe, S. 505.

126) Henle in seinem Jahresbericht über die Leistungen in der Histologie im Jahr 1847 (Erlangen 1848), S. 44, Note.

127) 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.

128) Von Bibra, Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere, Mannheim 1854, S. 90; Johannes Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. I, 4. Auflage, S. 2.

129) Erinnerung von Wicke in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCV, S. 293.

130) Liebig, chemische Briefe, S. 531.

131) Breed in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXX, S. 124.

132) Liebig, chemische Briefe, S. 504.

133) 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.

134) Liebig, chemische Briefe, S. 598, 599.

135) Lassaigne, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVIII, p. 349.

136) Genth in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXXI, S. 68.

137) Weiß in der Zeitschrift der königlich kaiserlichen Gesellschaft der Aerzte in Wien, Jahrgang VII, S. 344.

138) Moleschott in Müller's Archiv 1853, S. 73 ff., und in Wittelshöfer's Wiener Medicinischer Wochenschrift, Jahrgang III, S. 209 — 213.

139) Von Gorup-Besanez in den Jenaischen Annalen für Physiologie und Medicin, Bd. II, S. 241, 242.

140) Chatin und Bouvier in Froriep's Tagesberichten, 1851 August, Nro. 352, S. 200.

141) 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.

142) Vgl. Liebig, chemiſche Briefe, S. 530.

143) Ebendaſelbſt S. 514.

144) Ebendaſelbſt S. 529.

145) C. Schmidt, vgl. Lehmann, Lehrbuch der phyſiologiſchen Chemie, Leipzig 1850, Bd. II, S. 179.

146) Adolf Strecker in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXX, S. 176, 177.

147) In Laminaria latifolia, Eklonia buccinalis, Iridaea edulis, Polysiphonia elongata. Vgl. meine Phyſiologie des Stoffwechſels, S. 167.

148) E. A. Roßmäßler, Reiſeerinnerungen aus Spanien, Bd. I, S. 193.

149) Johnſon und Sendtner, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCV, S. 237, 238.

150) Baillarger, Comptes rendus, t. XXXIII, p. 531, 532.

151) Blondeau in Froriep's Tagesberichten, 1851 Auguſt, Nro. 350, S. 181.

152) 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.

153) 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.

154) Chatin in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 529, und Fourcault, ebendaſelbſt p. 519, ferner Chatin, ebendaſelbſt t. XXXIV, p. 17, 18.

155) Chatin, ebendaſelbſt t. XXXIII, p. 584, 585.

156) Grange, ebendaſelbſt t. XXXIII, p. 629.

157) Verdeil und Marcet, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 91, 92.

158) Liebig, chemiſche Briefe, S. 554.

159) Cloëtta in Virchow's Archiv für pathologiſche Anatomie, Bd. VII, S. 168.

160) Frerichs in Vierordt's Archiv für phyſiologiſche Heilkunde, Jahrgang X, S. 418.

161) Neubauer in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCIX, S. 211, 212.

162) Wöhler in ſeinen Annalen, Bd. LXVI, S. 128; Donders, Handleiding tot de natuurkunde van den gezonden mensch, Deel I, p. 260; Lohmeyer, Zeitſchrift für rationelle Medicin, neue Folge, Bd. V, S. 66, 67.

163) Moleſchott in dem Archiv für phyſiologiſche Heilkunde, Jahrgang XI, S. 493; Grohé in den Annalen für Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXV, S. 237 ff. Grohé, der in Liebig's Auftrag meine Angaben widerlegen ſollte, ſcheint auch von Liebig veranlaßt worden zu ſein, ſeine Unterſuchung an unverſehrten, ſtatt an entleberten Fröſchen anzuſtellen. War dies ſchon nicht geeignet, ihn zu einem Widerſpruch gegen meine Beobachtungen zu berechtigen, völlig unbegreiflich wird es, wie Liebig, dem ich meinen Aufſatz geſchickt hatte, es über ſich gewann, die Mittheilung, daß ich nur von entleberten Fröſchen geſprochen hatte, zu unterdrücken. Man muß leider ſolche Thatſachen zur Sprache bringen, weil die Fabrikanten von Handbüchern, Recenſionen, Auszügen und Jahresberichten aus Bequemlichkeit in die Mitſchuld an derartigen Entſtellungen verfallen.

164) Buhl in der Zeitſchrift für rationelle Medicin, neue Folge, Bd. VI, S. 65 — 67.

165) Von Bibra in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCIV, S. 211.

166) Grohé in Schmidt's Jahrbüchern, Bd. LXXXIII, S. 5.

167) Buhl, Zeitschrift für rationelle Medicin, neue Folge, Bd. VI, S. 66. „Dagegen fällt auf, daß bei dem „schon erwähnten Hingerichteten im Muskel, trotz„dem, daß von Krämpfen keine Rede war, 0,0088% „Harnstoff gefunden wurde." Daran ist gar nichts auffallend, als daß Liebig diesen Harnstoff früher übersehen hat, gerade so wie er die kohlensauren Salze im Blute nicht fand und jetzt einem halben Dutzend gewiegter Chemiker zum Trotz das phosphorhaltige Fett im Hirn zu läugnen wagt. Dahin kommt man, wenn man die Wissenschaft mit der Macht der Allgemeinen Zeitung und des Hofs zu beherrschen strebt.

168) Frerichs und Städeler, Verhandlungen der Züricher naturforschenden Gesellschaft, Bd. IV; Cloëtta, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCIX, S. 304 ff.; Scherer, bei Virchow in Göschen's deutscher Klinik, 1855, 18. Januar, der sein „Lienin" mit Leucin übereinstimmend fand; von Gorup-Besanez, Annalen d. Chemie u. Pharmacie, Bd. XCVIII, S. 8, 9, der den früher als „Thymin" von ihm beschriebenen Körper gleichfalls mit Leucin verwechselt hatte.

169) Von Gorup-Besanez, a. a. O. S. 18, 19.

170) Cloëtta hat gezeigt, daß die von Verdeil angegebene Lungensäure (Comptes rendus, t. XXXIII, p. 604, 605) nichts Anderes ist als Taurin, dessen zerriebene Krystalle feuchtes Lackmuspapier vorübergehend röthen; Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCIX, S. 301. Die Muskeln der Acephalen enthalten nach Fremy und Valenciennes weder Kreatin, noch Kreatinin, weder saures phosphorsaures Natron, noch Oleophosphorsäure (Lecithin), sondern Taurin. Comptes rendus, t. XLI, p. 740.

171) Cloëtta, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCIX, S. 299—301.

172) Frerichs und Städeler, a. a. O.

173) C. Schmidt in der Dissertation von R. Bleſſig, de retinae textura disquisitiones microscopicae, Dorpati Livonorum, 1855, p. 68, 69.

174) Béchamp, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. C, S. 249.

175) Lehmann, Lehrb. 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.

176) Von Gorup-Beſanez in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCVIII, S. 34.

177) 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.

178) Georg Liebig, Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIV, p. 327—329.

179) Nach Scharling athmet der Menſch in 24 Stunden für je 100 Gramm Körpergewicht 0,292, die Taube nach Bouſſingault dagegen 2,742 Gramm Kohlenſtoff aus. Vgl. meine Phyſiologie des Stoffwechſels, S. 487.

180) 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.

181) Duchek in der Prager Vierteljahrſchrift, 1853, Bd. III, S. 133. Die Unterſuchungen von Maſing haben gezeigt, daß der von Duchek geführte Nachweis des Aldehyds im Blut nicht als ſicher zu betrachten iſt, und daß ein großer Theil des genoſſenen Alkohols unverändert durch Lungen und Nieren ausgeſchieden wird. Schmidt's Jahrbücher, Bd. LXXXVII, S. 24, 25. Es bleibt immerhin ein lehrreiches Ergebniß von Duchek's Unterſuchungen, daß Aldehyd, in die Adern oder in

den Magen gebracht, dieſelben Berauſchungserſcheinungen wie Alkohol veranlaßt. Duchek, a. a. O. S. 117—119.

182) Lehmann, Canſtatt's Jahresbericht für 1855, Bd. I, S. 189. Durch die ausgedehnten Unterſuchungen Lehmann's ſind endlich die früheren unerklärlichen Angaben von Naſſe, Simon, Hering, Clement beſeitigt und die Behauptungen von Lecanu und Letellier wieder in ihr gutes Recht eingeſetzt.

183) Laun in den Unterſuchungen zur Naturlehre des Menſchen und der Thiere, herausgegeben von Jac. Moleſchott, Bd. II, S. 278 u. folg.

184) Liebig, chemiſche Briefe, S. 389, 390.

185) 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 Aufſaugung 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.

186) Marfels und Moleschott, über die Lebensdauer der Blutkörperchen, in den von Moleschott herausgegebenen Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, Bd. I, S. 51.

187) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, 1842, S. 267.

188) Bidder und Schmidt, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel, Mitau und Leipzig 1852, S. 13, 216; C. Schmidt, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCII, S. 42.

189) Fremy in den Comptes rendus, t. XXXIX, p. 1055.

190) Peacock, Archives générales de médecine, 4e sér. XXVII, p. 212, 213.

191) Böcker, über den Schlaf, in dem Archiv für wissenschaftliche Heilkunde von Beneke, Nasse und Vogel, Bd. II, S. 105.

192) Mitscherlich in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXV, S. 314.

193) 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.

194) Blondeau, Journal für praktische Chemie, Bd. XLVII, S. 411.

195) Dessaignes in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIV, S. 361.

196) Schweizer in Erdmann's Journal für praktische Chemie, Bd. LIII, S. 437, 443.

197) Schönbein in Erdmann's Journal, Bd. LII, S. 188 — 190.

198) Bidder und Schmidt, die Verdauungsſäfte und der Stoffwechſel, S. 293, 389. Auch Biſchoff hat in dem Hundeharn nie gewöhnliche Harnſäure gefunden. Statt ihrer hat Liebig eine eigenthümliche Hundeharnſäure entdeckt. Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVI, S. 125, 126. Eckhard giebt neuerdings im Widerſpruch mit den ſoeben genannten Forſchern an, daß der Hundeharn bei Fleiſchfütterung ſtets gewöhnliche Harnſäure enthält. Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCVII, S. 360.

199) Vor einiger Zeit hatte Deſſaignes bekannt gemacht, daß er aus Chenopodium vulvaria das Propylamin dargeſtellt und der beſtätigenden Elementar-Analyſe unterworfen habe. L'institut, 1r Octobre 1851, p. 314; Comptes rendus, t. XXXIII, p. 358. Es war ſeitdem wahrſcheinlich geworden, daß dieſes Propylamin, $NC^6H^9 = N\begin{matrix}H^2\\C^6H^7\end{matrix}$, als Trimethylamin, $N\begin{matrix}C^2H^3\\C^2H^3\\C^2H^3\end{matrix}$, zu faſſen iſt. Vgl. Winkles Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXIII, S. 116, 117. Ganz kürzlich hat nun Deſſaignes angegeben, daß der von ihm als Propylamin bezeichnete Stoff in Chenopodium vulvaria in der That Trimethylamin war. Comptes rendus, t. XLIII, p. 671.

200) Wittſtein in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCI, S. 121, 122.

201) Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 208.

202) Schweizer in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 441.

203) Liebig, chemiſche Briefe, S. 24, vgl. ebendaſelbſt S. 60.

204) Guckelberger in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXIV, S. 82, und Keller, ebendaſelbſt Bd. LXXII, S. 38.

205) 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.

206) Vgl. Sobrero in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXX, S. 106—108; Adolph Strecker, kurzes Lehrbuch der organischen Chemie, Braunschweig 1857, zweite Auflage, S. 434, 435.

207) Cahours in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. XLVIII, S. 61.

208) 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.

209) Vgl. Hofmann in Erdmann's Journal, Bd. LV, S. 189, 190.

210) Liebig, chemische Briefe, S. 242.

211) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, zweite Auflage, 1853, Bd. III, S. 160.

212) Schwarz, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXIV, S. 83, 84.

213) Strecker, das chemische Laboratorium der Universität Christiania; Universitätsprogramm für das zweite Halbjahr 1854, S. 31, 32; Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXI, S. 248, 249.

214) Robiquet in den Comptes rendus, t. XXXIV, p. 19, 20.

215) Strecker, a. a. O. S. 30 und Hlasiwetz in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXIX, S. 132.

216) Garreau, Annales des sciences naturelles, Juin 1850, p. 345.

217) Liebig, chemiſche Briefe, S. 398.

218) 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.

219) Liebig, chemiſche Briefe, S. 397.

220) Ebendaſelbſt S. 437.

221) Andrews in dem Journal von Erdmann und Marchand, Bd. I, S. 478.

222) Chevreul in den Annales de chimie et de physique, t. XIX, p. 33—49.

223) Liebig, chemiſche Briefe, S. 479.

224) Liebig, ebendaſelbſt S. 490.

225) Liebig, ebendaſelbſt S. 479.

226) Liebig, ebendaſelbſt S. 479.

227) Jac. Moleſchott, Phyſiologie des Stoffwechſels in Pflanzen und Thieren, S. 60, 61.

228) Liebig, chemiſche Briefe, S. 480.

229) Vgl. die reiche Zuſammenſtellung von Wärmemeſſungen an Säugethieren bei Tiedemann, Phyſiologie des Menſchen, Darmſtadt 1830, Bd. I, S. 454—459.

230) Donders in den Holländiſchen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleſchott, Bd. I, S. 272, 273.

231) 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.

232) Liebig, chemiſche Briefe, S. 399, 400.

233) Frerichs, Artikel Verdauung in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie, S. 663.

234) G. Valentin, Grundriß der Phyſiologie des Menſchen, dritte Auflage, Braunſchweig 1850, S. 373.

235) Von Bärenſprung in Müller's Archiv für Anatomie und Phyſiologie, 1851, S. 160—162.

236) Hermann Nasse, Artikel Thierische Wärme in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 54.

237) Moleschott und Schelske, vergleichende Untersuchungen über die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure und die Lebergröße bei nahe verwandten Thieren, in den vom Erstgenannten herausgegebenen Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, Bd. I, S. 12. Wenn man die Kohlensäure, welche der Mensch für gleiches Gewicht in gleicher Zeit aushaucht, als Einheit zu Grunde legt, dann erhält man für

Bufo cinereus	0,25
Rana esculenta . . .	0,37
Bufo calamita	0,37
Hyla arborea	0,39
Triton cristatus . . .	0,63
Rana temporaria . . .	0,69.

238) Bouchardat, Comptes rendus, t. XXXIII, p. 543.

239) Bernard, Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIX, p 315, 328.

240) Person, Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXIII, p. 464.

241) Georg Forster, sämmtliche Schriften, Bd. V, S. 368.

242) Von Bärensprung in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1851, S. 154.

243) Tiedemann, Physiologie des Menschen, Bd. I, S. 462, 463.

244) Tiedemann, ebendaselbst S. 468, 472, 473.

245) Regnault und Reiset in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIII, S. 298.

246) Thomas Woods in Philosophical Magazine, October 1851, p. 269 — 273.

247) Helmholtz, über die Wechselwirkung der Naturkräfte, Königsberg 1854, S. 20, 21.

248) 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.

249) Liebig, chemiſche Briefe, S. 437.

250) In der klaſſiſchen Abhandlung von Regnault und Reiſet über das Athmen der Thiere, die verſchiedenen Klaſſen angehören, iſt der hier entwickelte Gedankengang ſo klar und bündig angedeutet, daß ich mich nicht enthalten kann, die betreffende Stelle in ihrer ganzen Ausdehnung mitzutheilen. „Nous ne doutons pas que la chaleur animale ne soit produite, entièrement, par les réactions chimiques qui se passent dans l'économie; mais nous pensons que le phénomène est beaucoup trop complexe pour qu'il soit possible de le calculer d'après la quantité d'oxygène consommée. Les substances qui se brûlent par la respiration sont formées en général de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène souvent en proportion considérable; lorsqu'elles se détruisent complètement par la respiration, l'oxygène qu'elles renferment contribue à la formation de l'eau et de l'acide carbonique, et la chaleur qui se dégage alors est nécessairement bien différente de celle que produiraient en se brûlant, le carbone et l'hydrogène, supposés libres. Ces substances ne se détruisent d'ailleurs pas complètement, une portion se transforme en d'autres substances qui jouent des rôles spéciaux dans l'économie animale, ou qui s'échappent, dans les excrétions, à l'état de matières très-oxydées (urée, acide urique). Or, dans toutes ces transformations et dans les assimilations de substances qui ont lieu dans les organes, il y a dégagement ou absorption de chaleur; mais les phénomènes sont évidemment tellement complexes, qu'il est peu probable que l'on parvienne jamais à les soumettre au calcul.

C'est donc par une coincidence fortuite que les quantités de chaleur dégagées par un animal se sont trouvées, dans les expériences de Lavoisier, de Dulong et de M. Despretz, à peu près égales à celles que donneraient, en brûlant, le carbone contenu dans l'acide carbonique produit, et l'hydrogène dont

on détermine la quantité par une hypothèse bien gratuite, en admettant que la portion de l'oxygène consommée qui ne se retrouve pas dans l'acide carbonique a servi à transformer cet hydrogène en eau. On ne peut pas s'appuyer sur les données numériques des expériences que nous venons de citer, car il n'est pas douteux que les quantités d'acide carbonique ont été trouvées beaucoup trop petites. *Dans nos expériences, nous trouvons souvent, notamment pour les poules soumises à leur régime habituel du grain plus d'oxygène dans l'acide carbonique dégagé que nous n'en avons fourni à la respiration. Ce fait seul démontre l'inexactitude de ces hypothèses, et nous dispense de les discuter plus longuement.*" Annales de chimie et de pharmacie, 3e sér. t. XXVI, p. 513, 514.

251) H. Naſſe, Artikel Thieriſche Wärme in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie, S. 95.

252) 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.

253) H. Naſſe, a. a. O. S. 77.

254) Liebig, chemiſche Briefe, S. 402.

255) Hoppe in dem Journal für praktiſche Chemie, Bd. LVI, S. 139—143.

256) Marchand in ſeinem Journal, Bd. XXXIII, S. 136 Note. Vgl. auch Joh. Müller, Handbuch der Phyſiologie des Menſchen, Bd. I, vierte Auflage, S. 5.

257) Jules Reiset, Comptes rendus, t. XLII, p. 58, 59, und Ville, ebendaſelbſt t. XLIII, p. 145.

258) Valentin in dem Archiv für phyſiologiſche Heilkunde, Jahrgang XIV, S. 476.

259) Ich habe den Namen Buttereſſigſäure vorläufig beibehalten, obgleich Limpricht und von Uslar angeben, daß ſie mit der Propionſäure nicht übereinſtimmt. Letztere ſoll nämlich bei 142° ihren beſtändigen Siedepunkt haben, während die But-

tereſſigſäure etwas unter 120° zu ſieden beginnt und dann eine gleichmäßige Steigerung ihres Siedepunkts erfährt bis über 160°. Die Buttereſſigſäure zerfällt durch oft wiederholte Deſtillation in Butterſäure und Eſſigſäure, und auch in ihren Salzen ſoll ſie eigenthümlich ſein. Dadurch wird es für viele Fälle nöthig, die Frage zu beantworten, ob die in Rede ſtehende Säure Propionſäure oder Buttereſſigſäure iſt, und es wäre mißlich, die bisher üblichen Namen zu verdrängen, bevor jene Sichtung durchgeführt iſt. Limpricht und von Uslar, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCIV, S. 323, 330—332.

259a) 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.

260) Heintz in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 448.

261) Wetherill, Journal für praktiſche Chemie, Bd. LXVIII, S. 35.

262) Vgl. Schweizer in Erdmann's Journ., Bd. LIII, S. 443.

263) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Phyſiologie, 6. Auflage, Braunſchweig 1846, S. 410, 411.

264) Anderſon in Erdmann's Journ., Bd. LIV, S. 39, 40.

265) Frerichs und Städeler in Müller's Archiv für Anatomie und Phyſiologie, Jahrgang 1854, S. 382—392.

266) Rud. Virchow, Offenes Schreiben an Herrn Geheimen Rath Schönlein, vom 18. Januar 1855, Abdruck aus Göſchen's „Deutſcher Klinik", S. 7.

267) Frerichs in Vierordt's Archiv für phyſiologiſche Heilkunde, Bd. X, S. 403, 413, 415, 416, 419.

268) Briefwechſel zwiſchen Göthe und Zelter, herausgegeben von Riemer, Berlin 1834, Bd. I, S. 93.

269) Poggiale in den Comptes rendus, t. XXV, p. 110, und H. Naſſe, Artikel Blut in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie, S. 164.

270) Schrenk in Froriep's Tagesberichten, 1851, S. 207, 208.

271) Vgl. Frerichs, Art. Verdauung in Rud. Wagner's Handwörterbuch, S. 798.

272) Frerichs, a. a. O. S. 759 und 788.

273) Liebig's chemische Briefe, S. 536, und Valentin's Grundriß der Physiologie, 3. Auflage, Braunschweig 1850, S. 357.

274) Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVI, p. 448.

275) Goubaux in den Comptes rendus, t. XLIII, p. 152.

276) Vgl. Frerichs, a. a. O. S. 718.

277) Liebig, chemische Briefe, S. 545.

278) Liebig, ebendaselbst S. 556.

279) Liebig, ebendaselbst S. 509, 545.

280) Liebig, ebendaselbst S. 509, 510.

281) Verdeil in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXIX, S. 94 — 97.

282) C. G. Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, Leipzig 1842, Bd. I, S. 191.

283) H. Nasse, über den Einfluß der Nahrung auf das Blut, Marburg und Leipzig 1850, S. 87.

284) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, zweite Ausgabe, Bd. II, S. 444.

285) Gazette médicale, 1850 Janvier, p. 62.

286) Froriep's Notizen, December 1849, S. 262.

287) Rawitz, de vi alimentorum nutritia, Vratislaviae 1846, p. 37, 38.

288) Donders, der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme bei Pflanzen und Thieren, Wiesbaden 1847, S. 65 — 67.

289) Vierordt, Physiologie des Athmens, Karlsruhe 1845, S. 76 — 82. Beim Frosch waltet zwischen der Wärme und der für gleiches Körpergewicht, in gleicher Zeiteinheit, bei gleicher Lichtstärke ausgeathmeten Kohlensäure ein anderes Verhältniß. Ich habe mit meinen Schülern G. Meier und J. Neukomm in Zürich gefunden, daß die Menge der letzteren zwischen — 4° und + 33° C mit dem Wärmegrad steigt. Vgl. die von mir heraus-

gegebenen Unterſuchungen zur Naturlehre des Menſchen und der Thiere, Bd. II, S. 315 u. folg.

290) Liebig, chemiſche Briefe, S. 615.

291) Liebig, ebendaſelbſt S. 604.

292) 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.

293) Liebig, chemiſche Briefe, S. 605.

294) George Sand, le Piccinino, Bruxelles et Leipzig, t. I, p. 77; Liebig, chemiſche Briefe, S. 603.

295) 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.

296) Liebig, chemiſche Briefe, S. 608, 609.

297) Moleſchott, Lehre der Nahrungsmittel für das Volk, Erlangen 1850, S. 146—148.

298) Donders, die Nahrungsſtoffe, S. 61 u. folg., 81, 88.

299) Guillemette fand das Cumarin in Melilotus officinalis, Bleibtreu in Anthoxanthum odoratum, Guibourt, Boutron und Boullay in den Tonkabohnen von Dipteryx odorata, Koßmann und Bleibtreu im Waldmeiſter, Asperula odorata. Vgl. meine Phyſiologie des Stoffwechſels in Pflanzen und Thieren, S. 343.

300) Liebig, chemiſche Briefe, S. 612.

301) W. H. Riehl, die bürgerliche Geſellſchaft, Stuttgart und Tübingen 1851, S. 50.

302) Liebig, chemiſche Briefe, S. 329.

303) Liebig, ebendaſelbſt S. 484.

304) Hyrtl's Lehrbuch der Anatomie, zweite Auflage, zweiter Abdruck, Wien 1851, S. 207.

305) Hyrtl, ebendaſelbſt S. 210.

306) Hyrtl, ebendaſelbſt S. 105.

307) Hyrtl, ebendaſelbſt S. 150.

308) Hyrtl, ebendaſelbſt S. 116.

309) Liebig, chemiſche Briefe, S. 82.

310) Liebig, ebendaſelbſt S. 166.

311) 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.

312) Liebig, chemiſche Briefe, S. 371.

313) Liebig, ebendaſelbſt S. 367.

314) Liebig, ebendaſelbſt S. 383.

315) Paſteur in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 218, und Biot in ſeinem vortrefflichen Bericht über Paſteur's Arbeiten, ebendaſelbſt p. 560.

316) Liebig, chemiſche Briefe, S. 152.

317) De Senarmont in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 447.

318) Pasteur, Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXVIII, p. 72 u. folg.

319) Paſteur in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 219.

320) Liebig, chemiſche Briefe, S. 232.

321) Liebig, ebendaſelbſt, S. 55.

322) Liebig, ebendaſelbſt S. 222.

323) Liebig, ebendaſelbſt S. 231.

324) 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.

325) Svanberg's Jahresbericht über unorganiſche Chemie, Jahrgang XXXIII, S. 111.

326) Liebig, chemiſche Briefe, S. 230.

327) Vgl. Kohn in Erdmann's Journal, Bd. LIV, S. 27, und Erdmann, ebendaſelbſt Bd. LII, S. 428—431.

328) H. Roſe in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 489.

329) Roſe, ebendaſelbſt S. 115—118.

330) 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.

331) Liebig, Handbuch der organiſchen Chemie, mit Rückſicht auf Pharmacie, Heidelberg 1843, S. 47.

332) Berthelot, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. C, S. 123.

333) Berthelot in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXIII, p. 295—301.

334) Berthelot in den Comptes rendus, t. XLI, p. 955.

335) Berthelot, ebendaſelbſt t. XL, p. 102.

336) Strecker, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXV, S. 46.

337) Strecker, das chemiſche Laboratorium der Univerſität Chriſtiania, S. 100, 101.

338) Zinin, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCI, S. 128; Berthelot, Comptes rendus, t. XLI, p. 21, 22.

339) Duſart, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCVII, S. 127, 128.

340) Liebig, chemiſche Briefe, S. 577.

341) Liebig, ebendaſelbſt S. 24 und 60.

342) Liebig, ebendaſelbſt S. 356.

343) Liebig, ebendaſelbſt S. 168.

344) Liebig, ebendaſelbſt S. 287.

345) Liebig, ebendaſelbſt S. 23.

346) Liebig, ebendaſelbſt S. 24, 25, 226, 227, 238.

347) Liebig, ebendaſelbſt S. 239.

348) Liebig, ebendaſelbſt S. 205.

349) Liebig, ebendaselbst S. 341, 342.

350) Liebig, ebendaselbst S. 227, in der Note.

351) Liebig, ebendaselbst S. 18.

352) Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität, Berlin 1848, Bd. I, Vorrede S. 38.

353) Liebig, chemische Briefe, S. 339, 340.

354) Liebig, ebendaselbst S. 377, 378.

355) Liebig, ebendaselbst S. 359.

356) Du Bois-Reymond, a. a. O. in der Vorrede, S. 39—41, 43, 44.

357) Liebig, chemische Briefe, S. 576.

358) Liebig, ebendaselbst S. 344, 345.

359) Liebig, ebendaselbst S. 598, 599.

360) Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, Erlangen 1850, S. 115, 116.

361) Liebig, chemische Briefe, S. 599.

362) Liebig, ebendaselbst S. 324.

363) Gobley, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVII, p. 414. Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren, S. 383.

364) Liebig, chemische Briefe, S. 342.

365) Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, S. 80.

366) Liebig, chemische Briefe, S. 501.

367) Ernst Stöckhardt's Zeitschrift für deutsche Landwirthe, Jahrgang 1855, Heft 1 u. 2, S. 14, in der Note.

368) Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXXV, S. 222, 223.

369) Ebendaselbst Bd. XCI, S. 12.

370) Liebig, chemische Briefe, S. 471.

371) Von Bibra, Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere, Mannheim 1854, S. 105.

372) Vgl. die Beobachtungen von Bouchardat und Sandras, Schrader, Ogston und namentlich von Tiede-

mann in meiner Phyſiologie der Nahrungsmittel, Darmſtadt 1850, S. 535, 536.

373) Von Bärenſprung in Müller's Archiv für Anatomie und Phyſiologie, Jahrgang 1851, S. 164.

374) 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 rariorium, Heidelbergae 1821, Tafel I, Fig. 5, die Abbildung des Hirns und der Kopfnerven des Schweineſchwanz-Affen, und Tafel II, Fig. 8, die eines Robben.

375) Gratiolet in den Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIV, p. 185.

376) 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.“

377) Tiedemann, das Hirn des Negers, Tafel VI, Fig. 1, das Hirn des Orang-Outangs, Fig. 3, das Hirn des Chimpanſe.

378) 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.

379) Nach Leuret, Anatomie comparée du système nerveux considéré dans ses rapports avec l'intelligence, Paris 1839, in Erinnerung gebracht von Gratiolet, Comptes rendus, t. XXXIII, p. 485, 486. Vgl. Gratiolet in den Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIV, p. 187.

380) Von Bibra, Vergleichende Unterſuchungen, S. 113.

381) Liebig, chemiſche Briefe, S. 61.

382) 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.

383) 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.

384) H. Naſſe, Artikel Thieriſche Wärme in Rudolph Wagner's Handwörterbuch der Phyſiologie, S. 104.

385) Von Bibra, Vergleichende Unterſuchungen, S. 32, 88, 99, 104.

386) Liebig, chemiſche Briefe, S. 600.

387) Liebig, ebendaſelbſt S. 466.

388) Biot in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 557. „Cest ainsi que les géomètres ont une notion parfaite du cercle, quoique la nature ni l'art ne leur aient jamais présenté de cercle parfait.“

389) Liebig, chemiſche Briefe, S. 376.

390) Liebig, ebendaſelbſt, S. 71.

391) Liebig, ebendaſelbſt S. 617 und 538.

392) Karl Vogt, Phyſiologiſche Briefe für Gebildete aller Stände, Stuttgart und Tübingen 1847, S. 206.

393) Liebig, chemiſche Briefe, S. 466, 467.

394) 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.

395) Jobert (de Lamballe) in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 535, 536.

396) Du Bois-Reymond, Unterſuchungen über thieriſche Elektricität, Bd. II, S. 590.

397) 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 Arago, und in den von mir herausgegebenen Unterſuchungen zur Naturlehre des Menſchen und der Thiere, Bd. II, S. 269.

398) Boerhaave und Albinus in ihrer Vorrede zu Andreae Vesalii opera omnia, Lugduni Batavorum 1725, p. 4.

399) Riehl, die bürgerliche Geſellſchaft, S. 123.

400) Liebig, chemiſche Briefe, S. 5.

401) 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.“

402) Liebig, chemiſche Briefe, S. 6.

403) Angeführt bei Liebig, S. 626.

404) Nach der Ueberſetzung von Wilhelm von Humboldt, Leipzig 1816, Vers 173—176, S. 9.

405) Liebig, chemiſche Briefe, S. 616, 617.

406) Liebig, ebendaſelbſt S. 32.

407) Liebig, ebendaſelbſt S. 621.

408) Liebig, ebendaſelbſt S. 31, 32.

409) Liebig, ebendaſelbſt S. 607.

410) Tout comprendre, ce serait tout pardonner. Madame de Stael in der Corinne.

411) 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.

412) G. G. Gervinus, Neuere Geschichte der poetischen National-Literatur der Deutschen, Leipzig 1842, zweiter Theil, S. 130.

413) Briefwechsel zwischen Goethe und Zelter, Bd. I, S. 45.

414) Ebendaselbst Bd. V, S. 395.

415) Riehl, die bürgerliche Gesellschaft, S. 233.

416) Rudolph Wagner in der Beilage zur Augsburger Allgemeinen Zeitung, am 20. Januar 1852.

417) Liebig, chemische Briefe, S. 6.

418) Liebig, ebendaselbst S. 622, 623.

419) Liebig, ebendaselbst S. 624, 625, 626.

420) Liebig, ebendaselbst S. 619.

421) Liebig, ebendaselbst S. 674.

422) Thiers, Résumé de l'histoire de France, quinzième édition, Bruxelles 1840, p. XXIX.

423) Oesterlen, Handbuch der Hygieine für den Einzelnen wie für eine Bevölkerung, Tübingen 1851, S. 573.

424) 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.

425) Liebig, chemische Briefe, S. 678, 679.

426) 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.

427) Liebig, chemische Briefe, S. 594.

428) Kekulé bei Liebig, ebendaselbst S. 595.

429) 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."

430) Mège Mouriès, Comptes rendus, t. XLIV, p. 55.

431) Liebig, chemiſche Briefe, S. 595.

432) Payen in den Comptes rendus, t. XXVIII, p. 196.

433) Mulder, Scheikundige onderzoekingen, Deel V, p. 432.

434) Decaisne in den Comptes rendus, t. XL, p. 77, 83, und Fremy, ebendaſelbſt p. 128, 129.

435) Abbadie in den Comptes rendus, t. XXX, p. 750.

436) Julius Lehmann, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVII, S. 211—217.

437) Die drei letzten Abſätze ſind theilweiſe aus meinem Aufſatz: „Die Nahrungsmittel" in der bei Brockhaus erſchienenen „Gegenwart", 1852, S. 175 und 178.

438) Segond, De l'action comparative du régime animal et du régime végétal sur la constitution physique et sur le 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.

439) Liebig, chemiſche Briefe, S. 557, 558.

440) Georg Forſter's ſämmtliche Schriften, Leipzig 1843, Bd. I, S. 24, 103 in der Note.

441) Beilage der Augsburger Allgemeinen Zeitung, 29. Januar 1852.

442) Liebig, chemische Briefe, S. 563.

443) Chevandier in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 634, 637.

444) Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, Erlangen 1850, S. 242; Prichard, Researches into the physical history of mankind, Vol. I, p. 181.

Berichtigungen.

S. 167, Zeile 4 v. u. ist am Ende der Zeile das Wort „Wasser" zu streichen.

S. 201, „ 2 v. u. statt 113 lies 124.

S. 303, „ 2 v. o. statt 279 lies 277.
