



Physiologie und Chemie

in ihrer gegenseitigen Stellung .

beleuchtet durch

Eine Kritik

VON

Liebigs Thierchemie.



31.507 C

Von

Dr. O. Kohlrusch.

10661

INST. MED. PARM.
Tram Ma es
Biblioteca Centrala
Inv. Nr 117416

12 JUN 2004

Göttingen,

Druck und Verlag der Dieterichschen Buchhandlung.

1844.

V o r w o r t.

In den nachfolgenden Blättern habe ich den Versuch einer Kritik über Liebigs bekannte Schrift: "Anwendung der organischen Chemie auf Physiologie und Pathologie" niedergelegt. Seit ihrem ersten Erscheinen hat mich diese Schrift lebhaft beschäftigt und in mir die Ueberzeugung erweckt, dass sie für die Physiologie von grosser Bedeutung werden müsste. Der Standpunkt, von welchem Liebigs Betrachtungsweise ausging, brachte aber so wichtige Mängel in die Ausführung, dass mir nur bei einer gründlichen Sichtung ein reeller Gewinn für die Physiologie daraus erreichbar schien. Mit Ungeduld wartete ich deshalb auf Beurtheilungen, welche den Inhalt läutern, das Fruchtbare der Wissenschaft sichern und der Uebertreibung entgegentreten würden. Immer aber erschienen nur fragmentarische Beurtheilungen, welche einzelne Parthieen oft trefflich beleuchteten, das Ganze in seinem Zusammenhange aber unberührt liessen. Meine Hoffnung, dass irgend eine Stimme, welche mit Gründen auch eine Autorität in die Wagschale legen könnte, sich in einer umfassenden Würdigung der wichtigen

Arbeit würde vernehmen lassen, blieb bis jetzt unerfüllt *). Statt dessen tauchten wiederholt kritiklose Benutzungen der aufgestellten Theorien auf, die bewiesen, dass nicht der wirklich werthvolle, sondern mehr der blendende Theil der Arbeit Eingang gefunden habe.

Dies sind die Gründe, welche mich vermochten eine Arbeit, welche ursprünglich nur zur eignen Aufklärung über die wesentliche Bedeutung der Liebigschen Schrift unternommen war, der Oeffentlichkeit zu übergeben.

*) Die kritischen Erörterungen, welche Henle (Zeitschrift für rationelle Medicin B. II. H. 1.) und Schultz (Simons Beiträge zur phys. u. path. Chemie und Mikroskopie 1844) dem Liebigschen Werke gewidmet haben, sind mir erst nach beendigter Arbeit zur Hand gekommen. Wenn nun zwar dadurch einzelne meiner Deductionen überflüssig gemacht werden, da sie mit denen der genannten Gelehrten ganz übereinstimmen, so kann ich mich darum doch nicht entschliessen, etwas an meiner Arbeit zu ändern, weil der innere Zusammenhang darunter leiden würde. Eben so wenig werde ich dadurch bestimmt, meine Kritik ganz zurückzuhalten, da eines theils in beiden Abhandlungen keine zusammenhängend geordnete Beurtheilung versucht, anderntheils aber, wie mir scheint, manches mit grösserer Bestimmtheit verworfen ist, als unsere Gegenbeweismittel bis jetzt erlauben. Endlich ist der Gegenstand wichtig genug, um eine mehrseitige Beurtheilung zu rechtfertigen.

Im Mai 1844.

Die Fortschritte, welche die Physiologie in der neueren Zeit gemacht hat, bestehen zum grössten Theil in einer Erweiterung der beobachteten Thatsachen; der materielle Thatbestand unserer Kenntnisse ist vergrössert. Nicht in gleichem Maasse ist die theoretische Grundlage der Lehre erweitert oder vereinfacht, wie es nach den gewonnenen Resultaten wenigstens in einzelnen Zweigen schon hätte geschehen können. Noch immer tragen wir uns mit einem Ballaste dunkler Ideen und Erklärungen, welche durch ein Wort die Stelle eines Gedankens ausfüllen. Wir haben eine Menge von Bezeichnungen, welche freilich zur Verständigung unentbehrlich sind, genau betrachtet aber keinen bestimmten, allgemein gültigen Begriff enthalten und eben nur als Ausdrucksweise von Werth sind. Statt aber diese ihre Bedeutung anzuerkennen, gewöhnen wir uns, diese Bezeichnungen als Erklärungsmittel zu benutzen und sind zufrieden, wenn wir das zu Erklärende mit einer solchen Bezeichnung in irgend eine bestimmte Relation gebracht haben. So z. B. benutzen wir die Nerven-Kraft oder -Energie, die Irritabilität und Sensibilität, so die Reproductionskraft und vor allem die Lebenskraft als Mittel zur Erklärung von Vorgängen im Organismus, welche uns im Übrigen ganz dunkel sind, und glauben sie einer Erklärung näher geführt zu haben, wenn es uns gelungen ist, sie mit einer solchen Bezeichnung in einen nur einigermaßen plausibeln Zusammenhang zu bringen. Dabei wird gänzlich übersehen dass die gebrauchten Bezeichnungen so wenig reellen Inhalt haben, dass man nicht einmal über ihre Bedeutung allgemein einig ist, viel weniger eine streng logische De-

fnition davon zu geben vermag. Diese Schwäche der allgemeinen theoretischen Physiologie ist es vorzüglich, welche die Forschungen der Physiologen in neuerer Zeit von dieser Bahn weg und auf den Boden des Thatsächlichen drängte, der Physiologie ihre rein empirische Richtung gab. Aber dabei wagte man nicht, sich von den früheren Fesseln loszumachen; man fand nichts besseres für die früheren Bezeichnungen zu substituiren, und so trug man bei den Neubauten das alte Gehäuse theils aus Nothwendigkeit, theils aus Gewohnheit mit umber. In dem Beibehalten an und für sich kann nichts tadelnswerthes liegen, sobald nur anerkannt wird, dass man die Wahrheit darin nicht hat, sondern erst suchen muss. Diese Anerkennung fehlte aber, und da, wo die neuen Funde der allgemeinen Theorie einverleibt wurden, geschah es nach dem alten Modell.

Diese dunkeln Vorstellungen, welche an vielen Stellen in der Physiologie den Platz von Erklärungen einnehmen, rächen sich jetzt.

Die thatsächlichen Fortschritte der Physiologie haben in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit der Chemiker wieder auf dieses, lange von ihnen vernachlässigte, Feld geleitet. Es wurde darin mit Eifer und Talent von den ausgezeichnetesten Männern gearbeitet, und die Resultate sind sehr erfreulich. Wo solche Kräfte wirken, mussten die Fortschritte eine exacte Form annehmen. Die Chemie und Physik ist gewohnt, scharfe Fragen zu stellen und von der Natur auf dem Wege des Experimentes bestimmte Antworten zu erzwingen. So wurde nun auch in der organischen Chemie verfahren, und für die gewonnenen Resultate kann die Physiologie, wo sie sie benutzt, nicht dankbar genug sein.

Aber nun begannen auch die Chemiker, die Dunkelheiten, welche manchen physiologischen Erklärungsversuchen zum Grunde lagen, zu erfassen, die physiologischen Theorien mit ihren eignen zu vergleichen und das Unstatthafte vieler Ansichten an das Licht zu ziehen. Auch damit noch nicht zufrieden, begannen sie selbst für die Physiologie eine

oder mehrere Theorieen zu entwerfen, die, da sie auf chemischem Boden entstanden waren, nach den chemischen Theorieen construirt wurden. So sehen wir jetzt einer Zeit entgegen, oder befinden uns vielmehr schon mitten darin, welche für die Entwicklung der physiologischen Wissenschaft von der grössten Bedeutung werden kann. Aber es wird hierbei gehen, wie bei allen Entwicklungen und Fortschritten; der wahre und richtige Kern wird eine Zeit lang verhüllt bleiben in dem Streite der Meinungen und, wie leider die Erfahrung lehrt, der Leidenschaften. Die Chemie wird ihren Ansichten beim Aufbau einer physiologischen Grundtheorie eine weitere Ausdehnung geben, als die bisher vermittelten Thatsachen gestatten; die Physiologie wird vorgefasste Ansichten und selbst Irrthümer noch lange vertheidigen. Das Resultat des Kampfes, der bisher fast nur von der offensiven Partei geführt wird, muss ein Fortschritt sein, wenn er auch nur in der Vernichtung der unhaltbaren physiologischen Ansichten bestände. Aber wir werden, wenn ich nicht irre, noch einen andern und weit grösseren Vortheil daraus ziehen. Wir werden unsere Schwäche der Chemie gegenüber darin erkennen, dass wir bisher ein Material zum Aufbau physiologischer Theorieen benutzt haben, welches nicht gehörig analysirt, nicht in seine einzelnen Glieder zerlegt ward und deshalb nicht auf einzelne, scharf bestimmte Fragen reducirt werden konnte, während der Chemiker seine Theorie an Fragen knüpft, welche von dem gegenseitigen Verhalten isolirter, von allen Nebendingen und Umständen möglichst befreiter Körper genommen werden konnten. Je einfacher ein Experiment ist, desto sicherer ist der Schluss, der daraus gezogen werden kann.

Ich sagte, das Resultat wird für uns, selbst ohne unser Zuthun kommen. Wenn wir aber einem vernünftigen Ziele auf dem kürzesten Wege zustreben, so dürfen wir nicht versäumen in jedem Augenblicke aus den bereits vorhandenen den möglichsten Gewinn zu ziehen. Dies ist nicht

anders möglich als durch eine vorurtheilsfreie, aber streng kritische Prüfung. Letztere ist nie nothwendiger, als in einer Zeit der geistigen Aufregung, wo das Erstreben eines vorgesteckten Zieles selbst ruhige Geister nicht selten vorschnell weiter führt, wo die nüchterne und langwierige Prüfung der Zwischenstationen so oft unterbleibt, wo das Gewicht und die Wahrheit der vermeintlich gefundenen Thatsachen dann oft nicht streng genug gewürdigt wird, wenn sie in das zu errichtende System passen, während unwiderlegliche Thatsachen bei Seite geschoben werden, wenn sie hindernd in den Weg treten. Es ist vorzüglich Gegenstand der Kritik, den Werth der angeführten Thatsachen und die Folgerichtigkeit der darauf gestützten Schlüsse zu prüfen. Ersteres ist die schwierigste Aufgabe, denn oft muss es der Zukunft vorläufig überlassen bleiben, ob eine Angabe sich bestätigt oder nicht; aber in einer Beziehung kann und muss die Kritik ein besonders wachsames Auge haben, dass nemlich nicht feststehende Thatsachen ohne hinreichenden Grund geleugnet, und nicht Aussagen in der Form von Thatsachen in die Wissenschaft aufgenommen werden. Jede Thatsache und jede gute Hypothese müssen uns stets willkommen sein, aber unter der Bedingung, dass die letzteren von den ersteren immer streng geschieden bleiben.

Im Augenblicke ist der Angriff der Chemiker vorzüglich auf die Lebenskraft, wie sie im physiologischen Sinne dasteht, gerichtet. Dies ist eine schwache Festung, die bald capituliren wird. Die Physiologie wird bald erkennen, dass eine Lebenskraft, welche als die einige Ursache der verschiedensten Wirkungen bezeichnet wird, ein Uding ist, welches, unter dieser oder ähnlicher Definition nicht in ihrer Wissenschaft bestehen bleiben kann. Sie wird die falschen Definitionen aufgeben, aber sicher ihre Lebenskraft vorläufig behalten. Man thut auch Unrecht, wenn man die Idee, welche der Annahme der Lebenskraft zum Grunde liegt, für so wichtig hält, wie die in den Definitionen beschränkte Bezeichnung. Die Idee derselben ist tiefer und

umfassender, und nur die zu leichtfertige Benutzung der Bezeichnung zu den verschiedensten Erklärungen, also der Missbrauch des Wortes, hat dahin geführt, diese Idee um ihren Credit zu bringen.

Wie sich alle polytheistischen Religionssysteme für besondere Kreise der sich offenbarenden Kraft besondere Ausdrücke (besondere Götter) bildeten, so schuf sich die Physiologie für die, im Organismus sich auf eine besondere Weise offenbarende Kraft, die Bezeichnung Lebenskraft. Allerdings ist dieses Abtheilen und Zergliedern des untheilbaren Ganzen, eine menschliche Schwäche, eine kleine Abgötterei. Aber wenn die Idee der in besonderen Sphären wirkenden Gottheiten bei den Alten etwas grossartiges und Ehrfurcht gebietendes hatte, und das muss sie doch wohl gehabt haben, wenn Völker vor diesen Special-Gottheiten zitterten, so hat auch die Idee der Lebenskraft, so unrichtig sie auch sein mag, etwas grossartiges, und nur schwer wird sich der menschliche Geist von einer solchen Vermittlung, welche seiner Schwäche eine Annäherung an die Idee der unbegreiflichen Totalkraft zu erleichtern scheint, lossagen. Doch ist dies auch keineswegs nothwendig, um den Gegenstand der gegenwärtigen Meinungsverschiedenheiten zu entscheiden. Giebt die Physiologie nur den Begriff der Lebenskraft als der Ursache der verschiedenen, im Körper wahrnehmbaren Wirkungen auf, so ergiebt sich die Nothwendigkeit, andere Ursachen zu suchen, von selbst; es schwindet das Bollwerk, hinter welches man sich bei jeder Erklärungsschwierigkeit flüchten konnte, und das Bewusstsein des Nichtwissens wird den Anstoss zu ferneren, genaueren Prüfungen geben.

Dies ist im allgemeinen der Standpunkt, welchen die Chemie der Physiologie gegenüber einnimmt. Sie will nicht, dass im Organismus der Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff u. s. w. durch die Lebenskraft verbunden werden, während dies ausserhalb desselben durch die chemische Kraft geschieht. Darin hat sie durchaus Recht, wenn

sie nur anerkennt, dass ihre chemische Kraft ebensowenig Realität hat, als die Lebenskraft. Die Beobachtung lehrt nur, dass sich zwei Körper, z. B. Sauerstoff und Kohlenstoff, unter verschiedenen Umständen zu Kohlenoxyd, Kohlensäure, Oxalsäure u. s. w. verbinden. Der menschliche Geist substituirt eine verbindende Kraft; mag man sie nun chemische Kraft, vitale, organische oder Lebenskraft nennen, immer fehlt dieser Supposition der reale Werth, immer liegt ein Missbrauch des Wortes Kraft zum Grunde. Wenn somit der Versuch gemacht wird, die chemische Kraft an die Stelle der Lebenskraft zu stellen, so ist der letzte Irrthum so gross wie der erste.

Der zu betretende Weg ist einfach der, die Umstände aufzusuchen, unter welchen die verschiedenen constituirenden Bestandtheile so auf einander wirken, dass diese oder jene Verbindung zu Stande kommt. Hierin liegt zugleich der Grund, weshalb eine Übertragung der chemischen Theorien auf die organischen Verbindungen vorläufig zu keinen Resultaten führen kann. Die Chemiker haben die Verhältnisse erforscht, unter welchen sich die Elemente ausserhalb des Körpers unter verschiedenen Umständen zu verschiedenen Verbindungen zusammenfügen. Für diese Verhältnisse war es möglich, allgemeinere Regeln zu abstrahiren. Die Verhältnisse, unter welchen Verbindungen im Körper vor sich gehen, sind nicht bekannt; dass sie von den oben genannten verschieden seien, scheint aus der Verschiedenheit der Producte zu folgen; eine allgemeine Anwendung der aus jenen gewonnenen Regeln würde also verkehrt sein. Möge man deshalb von beiden Seiten darauf bedacht uehmen, nicht eher einen Fortschritt zu versuchen, his man festen Boden dazu gewonuen hat. Möge die Chemie fortfahren, alle die Verstecke niederzubrechen, hinter welchen sich eine falsch gerichtete Physiologie der strengen Untersuchung zu entziehen sucht, — möge die Physiologie sich gegen jede zu weite Ausdehnung der nicht auf ihrem Boden gewonueu Resultate verwahren und besonders Acht darauf haben,

sich nicht durch die scheinbar sicheren Formeln der chemischen Gesetze blenden zu lassen. Zum wahren Fortschritte ist gegenseitige strenge Kritik unumgänglich nothwendig. In den nachfolgenden Blättern beabsichtige ich eine Kritik des bedeutendsten Werkes, durch welches die Chemie bis jetzt ihren Einfluss auf die Physiologie geltend zu machen suchte. Mein Wunsch dabei ist, durch eine unparteiische Prüfung der Wahrheit näher zu kommen.

Wenn ich zuerst über den Grund mir Rechenschaft geben sollte, weshalb die Liebigschen Schriften über die Anwendung der Chemie auf die Physiologie so grosse und allgemeine Anerkennung fanden, so kann ich ihn nur darin suchen, dass Liebig zuerst mit unumstösslicher Sicherheit das Princip ausgesprochen hat, welches in tausenden schon halb unbewusst zur Reife gediehen war, das Princip, dass es Zeit sei, die dunkeln und den Fortschritt hindernden allgemein physiologischen Ideen zu entfernen und den Weg einer exacten Forschung zu betreten. Dieser Grundzug der ganzen Schrift ist wohl das Bedeutendste. Daneben aber hat den Schriftsteller sein bewundernswerthes Talent zu Blicken in die organischen Vorgänge geführt, welche später von grosser Bedeutung werden können, wenn sie auch vorläufig noch durch eine einseitige Betrachtungsweise mit manchen Mängeln verbunden bleiben.

Diese Mängel entstanden, meiner Ansicht nach, aus dem Streben, schon jetzt, trotz des unzureichenden Materials, eine Theorie der vitalen Vorgänge zu construiren. Da der zureichende Boden fehlte, wurde das Gebäude auf ein anderes Element, auf die chemische Theorie versetzt. Nach den dort bekannten Wirkungsweisen sollten die Stoffe auch im Körper wirken, keine hypothetischen Kräfte sollten hinzutreten, alles sollte nach den bis jetzt bekannten Thatsachen erklärt werden. So entstand eine Einseitigkeit, welche die ganze Schrift tief durchdringt und deren Darlegung der eine Gesichtspunkt der Kritik sein muss. Wenn ich deshalb in den folgenden Blättern sehr häufig mit des

berühmten Chemikers Ansichten nicht übereinstimmen kann, wenn ich häufig fehlerhafte Deductionen zu bestreiten haben werde, wenn sogar die Mehrzahl der Fundamentalsätze als unrichtig construirt dargestellt wird, so möchte ich mich doch von vorn herein gegen den Vorwurf verwehren, dass ich über der Neigung, das Unrichtige zu widerlegen, die grossen Vorzüge der Schrift nicht anerkennte. Ich ehre und schätze das Grundprincip, welches darin liegt, eine exacte Behandlungsweise an die Stelle dunkler und verworrenere Vorstellungen zu setzen; ich bewundere den Scharfsinn, mit welchem aus den supponirten Prämissen oft die Schlussfolgerungen gezogen sind; ich erfreue mich an den geistreichen Blicken, welche der Verfasser uns eröffnet; ich theile die Überzeugung, dass die bekannten chemischen Gesetze in einer gewissen Breite im Organismus so gut ihre Stelle behaupten, als in der s. g. unorganischen Natur. Um so mehr aber fordert das Interesse der Wissenschaft uns zu einer unparteiischen und strengen Prüfung auf, da die Resultate von unberechenbarer Wichtigkeit sein können. Ich wünschte aus den erlangten Resultaten feste Sätze für die Physiologie zu gewinnen, deren sie so sehr bedarf. Aber dann durfte nicht eine Hypothese an die Stelle anderer gesetzt werden; es musste Sicherheit gegeben werden, sonst war kein Fortschritt erreicht. Der Physiologie fehlen ganz besonders feste materielle Grundlagen. Sie zu sammeln sind ausgezeichnete Kräfte in den letzten Decennien bemüht. Feste, einfache Fragen, welche eine ebenso einfache und bestimmte Antwort möglich machen, sind die Hauptdesiderien. Dass diejenigen Wissenschaften, welche in sich schon eine gewisse Sicherheit und Abrundung gewonnen haben, vorzugsweise in dieser Richtung hilfreich sein können, ist allgemein anerkannt, — dass sie es sein möchten, ist der lange und häufig ausgesprochene Wunsch der Physiologen. Liebig kommt uns nun entgegen, stellt und beantwortet eine Reihe der wichtigsten Fragen von einem besonderen Standpunkte aus auf eine sehr einfache Weise. Die Prüfung

muss also darauf gerichtet sein, ob wir die gefundenen Sätze ganz oder theilweise annehmbar finden; ob wir sie in der Physiologie und den davon abhängigen Zweigen der Wissenschaft als Grundlagen benutzen können.

Aus dem oben vorausgeschickten geht schon hervor, dass ich eine chemische Theorie als Grundlage der organischen Vorgänge so lange als unrichtig betrachten muss, bis die Verhältnisse, unter welchen die einfachen oder zusammengesetzten Stoffe im Organismus ihre Verbindungen eingehen, bekannt sind. Hieraus ergibt sich der Grund, weshalb die Kritik fast allen Fundamentalsätzen der Schrift gegenüber einen negirenden Charakter erhalten hat. Um die Kritik übersichtlich zu machen, habe ich die Fundamentalsätze zuerst zusammengestellt und geprüft. Dem Gange der Schrift selbst zu folgen, war gänzlich unmöglich. Diesen Sätzen habe ich als Belege, dass ich den Autor nicht missverstanden, oft die Citate wörtlich beidrucken lassen; es war dies nothwendig, da ich unter Liebigs Sätzen zuweilen unvereinbare Widersprüche zu finden glaubte. Dass die zusammen citirten Stellen zuweilen aus ganz verschiedenen Theilen der Schrift genommen sind, möge man nicht als ein absichtliches Zerreißen des Zusammenhanges auslegen. Es ist in Liebigs Schrift keine systematische Anordnung beobachtet, und deshalb auch bei den Citaten keine beizubehalten. Den wesentlichen Sinn von Liebigs Sätzen glaube ich im Ganzen richtig verstanden zu haben. Sicher habe ich keine Mühe gescheut, das Verständniss zu gewinnen. Wer aber Liebigs Schrift genauer kennt, wird zugeben, dass in der Art der Behandlung oft ein Grund zum Missverständniss liegen kann. Die apodiktische Sicherheit, mit welcher so viele Sätze vorgetragen werden, die dann doch in späteren Theilen der Schrift durch neue Sätze Beschränkungen erleiden, macht das Verständniss schwierig. Nur dann, wenn mir eine Vermittlung widersprechender Sätze unmöglich war, habe ich darauf aufmerksam gemacht, gebe aber von vorn herein die Möglichkeit gern zu, dass

der Schein des Widerspruches in einem Mangel an Verständniss von meiner Seite liegen mag.

Ehe wir zu der Prüfung der speciellen Liebigschen Sätze übergehen, muss ich einige allgemeine Worte über Verbrauch und Stoffwechsel im Körper voranschicken, da dieses ein Punkt ist, um welchen sich die meisten Fragen drehen.

Die Annahme eines beständigen Stoffwechsels im thierischen Organismus stützt sich auf allgemein anerkannte und unleugbare Thatsachen. Es ist Thatsache, dass Materien, welche dem Inneren des Körpers eine Zeit lang angehört haben, in veränderter Form an der Oberfläche wieder erscheinen und den Körper verlassen. Es ist Thatsache, dass die Stelle derselben von neu aufgenommenen Stoffen ersetzt wird.

Das Vorhandensein des Stoffwechsels wird also durch die einfachsten Thatsachen bewiesen. Wenn wir aber in der physiologischen Untersuchung einen Schritt weiter gehen, und die Frage auf das nähere Detail dieses Stoffwechsels richten, so weichen alsbald die Ansichten der Gelehrten in mehr oder weniger wichtigen Punkten von einander ab, ein Beweis, dass wir uns nicht mehr auf dem Boden der positiven Erfahrung befinden. Selbst diejenigen Erklärungen, welche jede hypothetische Beimischung nach Kräften zu vermeiden und wo möglich nur einen treffenden Ausdruck für die Erscheinungen zu geben suchen, enthalten mehr, als die Thatsachen auszusagen erlauben. Sie mögen etwa in folgender Darstellung übereinkommen. Die organischen Theile sind formell und chemisch in einer Weise zusammengesetzt, in welcher sie nur unter dem Einflusse der Lebenskraft zusammentreten konnten. Als solche sind sie Träger der Äusserungen der Lebenskraft. Wie aber jeder ganze organische Körper nur eine bestimmte Lebensdauer hat, so geht es auch mit den einzelnen Theilen; nur ist ihre Lebensdauer kürzer, als die des Ganzen, sie wer-

den unbrauchbar, sterben ab und werden durch neuorganisirte Materie ersetzt. In dieser Form wird allerdings die Darstellung nicht leicht zu Missverständnissen führen können, aber man würde doch irren, wenn man den ganzen Satz als auf Thatsachen beruhend ansehen wollte. Es haben sich schon zwei Vorstellungsweisen eingeschlichen, welche nicht erfahrungsmässig sind. Erstens tritt die Lebenskraft als constituirendes Princip auf. Darüber wissen wir aber nichts. Wir können wissen, dass ein Grund existirt, in dessen Folge die Erscheinungen des Lebens eintreten. Wir können ferner wissen, dass ein Complex von Ursachen existirt, welche die Stoffe formell und materiell zur organischen Verbindung führen. Wir können aber nicht wissen, dass eine Lebenskraft existirt, welche als Ursache die verschiedenen Lebenserscheinungen bewirkt; dies ist eine Supposition, welche alsbald zu ganz irrigen Schlüssen führt, wie wir im weiteren Verlaufe sehen werden. — Die zweite supponirte Vorstellungsweise ist das Absterben der organischen Theile. Als Ausdruck des Resultates wäre es ganz richtig, denn wir finden beständig einen Theil des organischen Stoffes verbraucht, todt. Aber in der obigen Verbindung ist bei dieser Vorstellungsweise zugleich ein versteckter Grund dieses Todes eingeschoben, nemlich die Eigenschaft, nur eine gewisse Zeit lang leben zu können. Davon sagt uns die Erfahrung nichts; es ist nur ein Ausdruck, der von der Analogie des ganzen Organismus entnommen ist und eine Unklarheit in sich enthält. Es giebt überhaupt kein Aufhören des Lebens aus inneren Gründen; so wie eine Bewegung nie aufhört, wenn sie nicht durch eine entgegengesetzte vernichtet wird, so hört kein Leben auf, wenn es nicht durch Widerstände, also Ursachen, welche nach entgegengesetzter Richtung wirken, vernichtet, also getödtet wird. Diese Ursachen auszumitteln, wird eine der künftigen Aufgaben sein. Ich werde später auf diesen Punkt zurückkommen müssen. Vorher aber haben wir noch zu

betrachten, in welcher Weise der Stoffwechsel zur Beobachtung kommt.

Wir können zuerst einen Stoffwechsel nach der Form und nach der Materie unterscheiden. Der erstere, d. h. Verbrauch und Erneuerung der geformten Körperbestandtheile, ist an einigen organisirten Geweben deutlich vorhanden. Am ausgedehntesten beobachten wir ihn an den Epithelialgebilden, Oberhaut, Nägeln, Haaren. Wichtig für unsere Untersuchung ist dabei die Thatsache, dass wir mikroskopisch die formelle Regeneration verfolgen können; wir finden in den verschiedenen Schichten die verschiedenen Entwicklungsstufen der constituirenden Zellen. Dieser Stoffwechsel ist mit einer Abstossung des verbrauchten verbunden; eine Resorption und Abscheidung in veränderter chemischer Form ist hierbei nicht bekannt. Wie gross dieser Verbrauch ist, lässt sich nicht bestimmen. Durchaus unbedeutend kann er nicht sein, da die ganze äussere Körperoberfläche, die Schleimhäute und die Epithelialbekleidungen der Drüsen dazu beitragen. Gegen den ganzen Verbrauch aber dürfte diese Art wohl nur gering anzuschlagen sein. — Verschieden von dieser Art des Stoffwechsels muss sich diejenige darstellen, welche nicht an den Körperoberflächen stattfindet, da an eine directe Entfernung dabei nicht gedacht werden kann. Berücksichtigen wir zuerst die Frage, ob ein formeller Stoffwechsel (Wechsel der Formbestandtheile) in diesen Theilen überhaupt stattfindet, so müssen wir zugeben, dass er unter Umständen allerdings beobachtet werde. Resorption von festen Exsudaten, Geschwülsten, Eiterablagerungen, selbst Knochen gehört zu den gewöhnlichsten Beobachtungen. Regeneration von Zellgewebe, Knochensubstanz, Nervenfasern ist unbezweifelte Thatsache. Freilich beobachten wir diese Vorgänge fast ausschliesslich bei krankhaften Zuständen, aber dadurch wird wenigstens ihre Möglichkeit für den Normalzustand bewiesen. Der Vorgang bei diesen Veränderungen ist theilweise bekannt. Bei der Resorption gehen die Theile aus der

festen Form in die flüssige über; in gewissen Fällen lehrt die Beobachtung, dass dieser Übergang durch bestimmte formelle Zwischenelemente bedingt wird. So bei der Resorption der Exsudate durch die Bildung der allmählig zerfallenden Körnchenzellen. Bei andern ist der Vorgang nicht näher gekannt, aber immer ist es ein Process, welcher zu seiner Vollendung eine nicht unbeträchtliche Zeit erfordert. Die Neubildung geschieht auf demselben Wege, auf welchem im Fötus die Gewebe gebildet werden. Zellenbildung und ihre weitere Metamorphose führt erst zu der Neubildung. Auch hierzu gehört eine nicht unbeträchtliche Zeit. Eine andere Art der Gewebsbildung ist zur Zeit nicht bekannt.

Die Möglichkeit eines formellen Stoffwechsels in den höher organisirten Geweben auch in dem Normalzustande habe ich im vorhergehenden zugegeben. Beweise für denselben sind aber nicht vorhanden. Im Gegentheil kann man als sicher ansehen, dass ein solcher in irgend beträchtlichem Umfange nicht stattfindet. Wir müssten sonst die Entwicklungsstufen dieser Gewebe bei unseren mikroskopischen Untersuchungen vorfinden, was nicht der Fall ist. Die einzelnen Theile, welche man dahin zu deuten versucht hat, z. B. die Kernreste, tragen gar nicht das Gepräge solcher Entwicklungsstufen der entsprechenden Gewebe. Ebensowenig haben die Beobachtungen, auf deren Grund hin einige Gelehrte im erwachsenen Körper das gleichzeitige Vorkommen ausgebildeter und in der Entwicklung begriffener Muskelfasern annahmen, hinreichende Zuverlässigkeit. Grade bei den Muskeln wird ein formeller Stoffwechsel sehr unwahrscheinlich durch die Erfahrung, dass Muskelwunden nicht durch Muskelsubstanz, sondern durch Bindegewebe geheilt werden. — Geben wir aber auch die Möglichkeit eines formellen Stoffwechsels im Normalzustande zu, so müssen wir doch hinzufügen, dass er, aus leicht ersichtlichen Gründen, und nach den Beobachtungen an pathologischen Producten, immer nur sehr allmählig vor sich gehen kann.

Nach dem bisher gesagten scheint mir der Schluss nicht zu gewagt, dass ein formeller Stoffwechsel nur in beschränkter Ausdehnung zu statuiren sei, und dass er von dem Totalumsatze nur einen geringen Theil betragen könne.

Wenn dieser Schluss richtig ist, so sind vorzüglich die gestaltlosen Substanzen, also die Fluida dem Stoffwechsel unterworfen, und in der That eignen sie sich ihrem Aggregatzustande nach weit eher zu chemischen Umsetzungen, als die festen. Es ist nun zu erörtern, welche Fluida dabei wesentlich in Frage kommen. Nehmen wir die in geringer Menge vorhandenen Flüssigkeiten aus, so bleibt uns nur eine allgemeine, das Blutplasma, welches nicht nur in den Gefässen circulirt, sondern auch ausserhalb derselben alle organische Substanz durchdringt und tränkt. Der Stoffwechsel würde also vorzugsweise das Blutplasma treffen. Aber wo? innerhalb oder ausserhalb der Gefässe? In der Physiologie hat die Ansicht festen Boden gewonnen, dass derjenige Theil des Plasma, welcher die morphologischen Bestandtheile tränkt und durchdringt, welcher ihnen zur Existenz unumgänglich nothwendig ist und gleichsam ein ganzes mit ihnen ausmacht, vorzugsweise dem Wechsel unterworfen sei. Es sind Gründe vorhanden, welche diese Ansicht stützen. Zuerst leuchtet die grosse Wichtigkeit dieser tränkenden Flüssigkeit ein. Ohne sie sind die Formbestandtheile todte, verschrumpfte Massen, ohne Functionsfähigkeit. Die Beschaffenheit dieser Säfte wird also von wesentlichem Einflusse auf das Wohl der Gewebe sein. Aus ihnen sind im Embryo die Gewebtheile entstanden, aus ihnen gehen im ausgebildeten Körper die etwa nothwendigen Neubildungen hervor. Die Integrität dieser Säfte zu erhalten, musste also für den ganzen Organismus von der grössten Wichtigkeit sein. Wenn wir nun den ununterbrochenen Stoffwechsel als ein nothwendiges Glied in den Verrichtungen, welche zur Erhaltung des Organismus getroffen sind, erkennen, so werden wir mit Recht diesen Vorgang auch vorzugsweise auf das wichtigste

uns bekannte Material übertragen. Das ist aber ohne Zweifel das Plasma in seiner innigsten Durchdringung mit den Formbestandtheilen. Zweitens aber ergeben sich auch aus der Beobachtung Thatsachen, welche zu demselben Schlusse führen. Das arterielle Blut ändert seine physikalischen Eigenschaften beim Durchgange durch das Capillargefäßssystem. Mit ziemlicher Sicherheit wissen wir, dass eine Veränderung in der chemischen Mischung die physikalische Umwandlung begleitet. Der Grund, weshalb diese Veränderung im Capillargefäßsysteme vor sich geht, kann weder im Blute selbst, noch auch in der Art der Gefäße gesucht werden; er muss also ausserhalb derselben liegen, und da haben wir dann wieder die tränkende Flüssigkeit, welche als Ausgangspunkt der Veränderung zunächst in die Augen fällt.

Das gesagte enthält die Andeutung der Hauptgründe, welche in der Physiologie zu der Annahme führten, dass der Stoffwechsel vorzugsweise in der unmittelbarsten Umgebung der Gewebtheile vor sich gehe und, da keine Umänderung in der Structur der histologischen Bestandtheile zu erkennen ist, das tränkende Plasma betreffe.

Daneben wird aber von andern Seiten auch ein Verbrauch und Wechsel des Blutes innerhalb der Gefäße statuirt. Es lässt sich die Möglichkeit eines solchen durchaus nicht bestreiten. In Bezug auf die Blutkörperchen muss man es sogar als ausgemacht ansehen, wenn man die angeführten Beobachtungen über das beständige Entstehen, Altern und Absterben derselben für erwiesen hält. Das Plasma aber ist ja innerhalb und ausserhalb der Gefäßwänden dasselbe, und von dieser Seite also kein Grund, ihm an der einen Stelle Veränderungen zu bestreiten, welche man ihm an der andern vindicirt. — Es ist bekannt, dass diese Ansichten von einem beständigen Blutwechsel vielfach und sehr ausführlich vertheidigt sind. Eine nähere Prüfung derselben gehört nicht hierher. Meiner Meinung nach sind sie bis jetzt weder bewiesen,

noch widerlegt, und beides möchte vorläufig schwer halten. Wahrscheinlich ist es mir aber nicht, dass ein ausgedehnterer Stoffwechsel oder Verbrauch in dem circulirenden Blute selbst, unabhängig von dem Contacte der festen Substanzen, stattfindet.

In Liebig's Schrift spielt diese letzte Quelle des Verbrauches eine Hauptrolle; viele Bestandtheile wandern nur durch das Blut, um vom Sauerstoff verzehrt zu werden. Damit wir deshalb später nicht durch die Benennungen verwirrt werden, will ich diese letzte Art des Umsatzes als Blutwechsel bezeichnen, und um bei späteren Gelegenheiten auf die hier erörterten verschiedenen Arten des Umsatzes im Körper zurückverweisen zu können, dieselben kurz noch einmal zusammenstellen.

1. Häutung; formeller Stoffwechsel der oberflächlichen Bedeckungen. Die Elimination geschieht durch Abstossung, der Ersatz durch Zellenbildung und Zellenmetamorphose.
2. Formeller Stoffwechsel der inneren Körpersubstanzen. Die Elimination geschieht durch Verflüssigung der festen Bestandtheile und durch Vermischung des verflüssigten mit dem Blute, der Ersatz durch Zellenbildung und Zellenmetamorphose.

(Diese Art ist bis jetzt nur bei einigen Geweben, und auch da nur bei pathologischen Vorgängen beobachtet. Ich suchte oben wahrscheinlich zu machen, dass sie im normalen Vorgange sicher nur in sehr beschränkter Ausdehnung vorkommen könne.)

3. Chemischer Stoffwechsel. Er wird eingeleitet in dem Theile des Blutplasma, welches ausserhalb der Gefässe mit den Formbestandtheilen in der innigsten Gemeinschaft ist. Die Elimination geschieht durch Vermittlung des Blutes. Das Product finden wir in der Form der Secrete. Den Ersatz liefert das Plasma des Blutes.

(Dieser Art schrieb ich die bei weitem grösste Ausdehnung zu.)

4. Blutwechsel. Die Elimination geschieht gleichfalls in Form der Secrete, und zwar fast ausschliesslich als Kohlensäure und Wasser. Der Ersatz stammt von den Nahrungsmitteln und wird durch die Lymphgefässe zugeführt.

(Ob und in welcher Ausdehnung diese Art anzunehmen sei, ist nicht ausgemacht.)

Ich glaubte diese Erörterungen über den Stoffwechsel vorausschicken zu müssen, um später vielfache Wiederholungen zu vermeiden. Jetzt können wir zuerst die Frage nach den Ursachen des Stoffwechsels und Liebig's Erklärung davon betrachten.

Ich erwähnte, dass die Physiologie bis jetzt keine genügende Erklärung davon zu geben weiss. Eine solche würde deshalb für unsere Wissenschaft ein grosser Gewinn sein und dankbar aufgenommen werden. Prüfen wir deshalb, ob wir uns Liebig's Auffassungsweise aneignen dürfen.

1. Die Ursache des Verbrauches ist nach Liebig die chemische Wirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre.

Belege. p. 12. Der Verbrauch im Thiere ist eine Änderung des Zustandes und der Zusammensetzung gewisser Bestandtheile des Thierkörpers, er geht mithin vor sich in Folge chemischer Actionen.

- p. 220. Die Ursache des Verbrauches ist die chemische Action des Sauerstoffs.

- p. 13. Der Kohlenstoff und Wasserstoff von gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers haben sich mit dem durch die Haut und Lunge aufgenommenen Sauerstoff verbunden. sie sind als Kohlenstoff und Wasser wieder ausgetreten. Mit jedem Athemzuge, in jedem Lebensmomente trennen sich vom Thierorganismus gewisse Mengen seiner Bestandtheile, nach-

dem sie mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft eine Verbindung in dem Körper selbst eingegangen sind.

p. 24. Der ganze Respirationprocess erscheint in völliger Klarheit, wenn wir den Zustand eines Menschen oder Thieres, bei Enthaltung aller Speisen, ins Auge fassen Die erste Wirkung des Hungers ist ein Verschwinden des Fettes, dieses Fett ist weder in den sparsamen Faces, noch im Urin nachweisbar, sein Kohlenstoff und Wasserstoff sind durch Haut und Lunge in der Form von Sauerstoffverbindungen ausgetreten; es ist klar, diese Bestandtheile haben zur Respiration gedient. Jeden Tag treten 65 Loth Sauerstoff ein und nehmen beim Austreten einen Theil von dem Körper des Hungernden mit. — Das Verhalten der Winterschläfer, so wie die periodenweise Ansammlung von Fett bei andern Thieren, von Fett, was in andern Perioden ihres Lebens wieder verschwindet, ohne eine Spur zu hinterlassen, alle diese wohlbekanntes Thatsachen beweisen, dass der Sauerstoff in dem Respiration-Process keine Auswahl unter den Stoffen trifft, die sich zu einer Verbindung mit ihm eignen. Der Sauerstoff verbindet sich mit allem, was ihm dargeboten wird, und nur Mangel an Wasserstoff ist der Grund, warum sich überhaupt Kohlensäure bildet, eben weil bei der Temperatur des Körpers die Verwandtschaft des Wasserstoffs zum Sauerstoff bei weitem die des Kohlenstoffs übertrifft.

p. 26. Beim Hungernden verschwindet aber nicht allein das Fett, sondern nach und nach alle der Löslichkeit fähigen Stoffe. In dem völlig abgezehrten Körper des Verhungerten sind die Muskeln dünn und mürbe, der Contractibilität beraubt, alle Theile des Körpers, welche fähig waren, in den Zustand der Bewegung überzugehen, sie haben dazu gedient, um den Rest der Gebilde vor der alles zerstörenden Wirkung der Atmosphäre zu schützen; zuletzt nehmen die Bestandtheile des Gehirns Antheil an diesem Oxydationsprocess es erfolgt Wahnsinn, Irrereden und der Tod, das heisst, aller Widerstand hört auf, es tritt der chemische Process der Verwesung ein, alle Theile des Körpers verbinden sich mit dem Sauerstoff der Luft.

In allen chronischen Krankheiten erfolgt der Tod durch die nämliche Ursache, durch die Einwirkung der Atmosphäre. Wenn die Stoffe fehlen, welche in dem Organismus zur Unterhaltung des Respirationprocesses bestimmt sind, wenn die Organe des Kranken ihre Function versagen, wenn sie die

Fähigkeit verlieren, zu ihrem eignen Schutze die genossenen Speisen in den Zustand zu versetzen, in dem sich ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden vermögen, so wird ihre Substanz, das Fett, das Gehirn, die Substanz der Muskeln und Nerven, dazu verwendet.

Die eigentliche Ursache des Todes ist in diesen Fällen der Respirationsprocess, die Einwirkung der Atmosphäre. Mangel an Nahrung, an Fähigkeit sie zu Bestandtheilen des Organismus zu machen, ist Mangel an Widerstand, es ist die negative Ursache des Aufhörens der Lebensthätigkeit. Die Flamme geht aus, weil das Oel verzehrt ist; es ist der Sauerstoff der Luft, der es verzehrt hat.

Es ist dies eine der leitenden Ideen in Liebigs Werke, welche nach den angeführten und vielen anderen Stellen nicht missverstanden werden kann, dass der Sauerstoff durch seine chemische Verwandtschaft zu den Bestandtheilen des Körpers die Ursache des Verbrauches im Körper sei.

Hier wäre uns also eine bestimmte Ursache des Verbrauches gegeben, und wir können untersuchen, ob die Physiologie die Erklärung adoptiren darf.

Zuvörderst ist zu bemerken, dass Liebig für diese Erklärungsweise nicht etwa neue Thatsachen und Belege vorbringt, sondern sie nur auf die bekannten Thatsachen des Stoffwechsels und auf die chemische Verwandtschaft des Sauerstoffs stützt. Diese Verhältnisse sind aber den Chemikern und Physiologen seit langer Zeit bekannt, und dennoch hatte man bisher Anstand genommen, diese einfache Erklärungsweise gelten zu lassen, hatte für nothwendig erachtet, ein hypothetisches Zwischenglied einzuschieben. Man sah, dass sich der Organismus aus verschiedenen todten Materien durch eine Reihe von Veränderungen organisirte Producte bildete, deren Verbindungen wir nicht künstlich auf chemischem Wege nachzuahmen vermögen; man sah, dass dies unter dem beständigen Einflusse, in der nächsten Berührung mit dem Sauerstoff, also seiner chemischen Action zum Trotze vor sich ging. Man schloss

daraus: dass hier Ursachen wirksam seien, welche mächtiger zur Composition dieser Verbindungen wirkten, als die chemische Action des Sauerstoffs zur Destruction. — Man fand daneben, dass dieselben Verbindungen, nachdem sie dem Organismus einverleibt waren, wieder zerfallen, mit dem Sauerstoff zu einfachen (chemischen) Verbindungen vereinigt wieder austreten, und schloss daraus: dass die Ursachen, welche vorher so mächtig zur Composition dieser organischen Verbindungen gewirkt hatten, nicht mehr diese Wirkung ausübten, sondern andern ihren Platz überlassen hatten, welche nun eine Verbindung mit dem Sauerstoff vermittelten.

Nach diesen einfachen Schlüssen, gegen welche ich keine gültige Einrede zu finden weiss, konnte man den Sauerstoff nicht als die Ursache des Verbrauches ansehen. Er ist unveränderlich und gleichmässig vorhanden bei der Bildung so wie bei der Zersetzung der organischen Materie. Enthielte er die zureichende Ursache zur Zersetzung, so würde er nothwendig die Bildung hindern.

Betrachten wir Liebig's Deduction genauer, so finden wir leicht, dass Mangel einer hinreichend scharfen Auffassung der Causalverhältnisse ihn zu einem irrigen Schlusse geführt hat. Der Satz, dass die chemische Action des Sauerstoffs die Ursache irgend eines Effectes sei, ist falsch und muss falsch sein, so lange man die Ursache in dem Sauerstoff selbst sucht. Der Ausdruck chemische Action oder chemische Verwandtschaft ist nichts als eine Formel für einen Complex verschiedener Ursachen, und soll aus diesen eine Wirkung hervorgehen, so gehören immer mindestens drei dazu. Erstens liegt in dem Sauerstoff eine Ursache; eine zweite liegt in den Eigenschaften des Körpers, mit dem die Verbindung erfolgen soll; aber erst durch eine dritte Ursache, welche die Körper in eine Lage bringt, in welcher sie auf einan-

der wirken können, wird die Möglichkeit der wirklichen Verbindung gegeben. Der Ausdruck chemische Verwandtschaft ist immer unbefriedigend, wenn man nicht die Bedingungen hinzusetzt, unter welchen sie wirkt.

Wollen wir deshalb Liebig's Ausdrucksweise completiren, so würde sie dahin lauten, dass die Verwandtschaft welche der Sauerstoff zu dem Kohlenstoff und Wasserstoff der organischen Verbindungen hat, bei einer Temperatur von 37° hinreiche, diese in einfach chemische Verbindungen zu zerlegen. Wir haben oben gesehen, dass alsdann diese Verbindungen in keiner Weise zu Stande kommen könnten. Aber auch andere Gründe sprechen gegen eine solche Ansicht.

Die Verwandtschaftsverhältnisse der genannten einfachen Stoffe zu einander sind nicht der Art, dass sie bei der Temperatur des Körpers direct Verbindungen eingehen. Es müssen, wenn diese erfolgen sollen, vermittelnde Ursachen hinzutreten. Der uns bekannte Verwandtschaftsgrad dieser Stoffe erlaubt also gar keinen Schluss auf die wahrscheinliche Wirkungsweise derselben im Körper; dazu müsste man erst die mitwirkenden Ursachen einzeln kennen. Deshalb bleibt gar kein anderer Weg als der der Erfahrung. Bildet der Sauerstoff aus den todten organischen Substanzen ebensoviel oder mehr Kohlensäure und Wasser, als in gleichen Theilen lebendiger Substanz unter seiner Mitwirkung gebildet wird? Die Bejahung dieser Frage würde Liebig's Ansicht wahrscheinlich machen; die Verneinung direct widerlegen.

Für jetzt möchte es allerdings schwer sein, diese Frage mit solchen Gründen zu verneinen, welche gegen jeden Einwurf sicher sind. Bei etwa anzustellenden Versuchen würde es schwer sein, die organischen Materien in eine ähnliche Lage zum Sauerstoff zu bringen, welche sie im lebenden Körper einnehmen; man kann ihnen den Sauerstoff nicht durch eine unendlich grosse Menge feiner Canäle zuführen, kann den Wechsel nicht so unterhalten, wie er

hei der Circulation stattfindet, kann überhaupt nicht garantiren, dass eine so innige und vielseitige Berührung stattfinde. Derartige Einwürfe würden sich bei jedem Versuche machen lassen. Trotz dem aber spricht es sehr gegen Liebigs Ansicht, dass nach allen bisherigen Erfahrungen der Sauerstoff mit todten organischen Substanzen weit weniger Kohlensäure und Wasser liefert als mit gleichen Theilen lebendiger Körpersubstanz. Ja von einigen Stoffen, welche unter Umständen im Organismus verbraucht und ausgeschieden werden, können wir mit Bestimmtheit angeben, dass der Sauerstoff direct keine Verbindung mit ihnen eingeht. Halten wir uns z. B. einfach an dem von Liebig angeführten Beispiele von dem Verbrache des Fettes bei Hungernden. Wir wollen mit Liebig annehmen, dass es in Kohlensäure und Wasser verwandelt ausgeschieden wird. Würde ein Chemiker nicht lächeln, wenn man ihn fragte, ob er in 14 Tagen 14 Pfund Fett bei einer Temperatur von 37° durch alleinige Zuführung von Sauerstoffgas in Kohlensäure und Wasser zerlegen könne? Und doch geschieht etwas ähnliches unter Umständen im Organismus. — Was würde der geneigte Leser sagen, wenn seine Haushälterin ihm meldete, die Talglichter in der Vorrathskammer hätten sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre verbunden? Würde er nicht zuerst fragen, wer sie angesteckt hätte, oder, wenn er es in dieselbe wissenschaftliche Form kleiden wollte, in welcher die Haushälterin ihren Rapport abstattete, welche dritte Ursache hinzugetreten sei um die Verbindung zwischen den Bestandtheilen des Fettes und dem Sauerstoff in Wirksamkeit zu setzen? Nun! warum thun wir denn nicht beim Organismus dieselbe Frage? Warum soll da als ganz erklärlich vorausgesetzt werden, was uns sonst unerklärlich scheinen würde? Früher unterliess man die Fragen, weil man sagte, das thue die Lebenskraft. Jetzt unterlässt man sie, weil man sagt, es ist ein ganz einfacher chemischer Vorgang. Beides ist falsch, aber das Letzte noch

falscher als das Erste, weil in dem Ersteren wenigstens die Anerkennung liegt, dass eine dritte Ursache hinzukommen müsse, wenn auch ein falscher Ausdruck dafür gebraucht ist. Giebt man sich überhaupt nur die Mühe, zu untersuchen, weshalb der Ausdruck organische Vorgänge, vitale Einwirkung u. s. w. so häufig gebraucht ist, so wird man finden, dass er meistens ein Supplement in solchen Processen abgiebt, wo uns ein Theil der mitwirkenden Ursachen unbekannt ist. Will man deshalb nur in diesen Ausdrücken für die Zukunft ein Bekenntniss unseres mangelhaften Wissens sehen, so ist es besser, diese Ausdrücke beizubehalten, als sie durch andere Redensarten zu ersetzen, die nicht allein nichts zu einer weiteren Erklärung beitragen, sondern auch das Besondere, uns Unbekannte in diesen Processen leugnen möchten. Hüte man sich ja, bei dem Streben die alten Irrthümer zu entfernen, neue an deren Stelle zu setzen! Nichts ist wichtiger, als zu zeigen, wo wir mit unseren Ansichten im Unklaren sind, wo wir uns verleiten liessen etwas durch einen Ausdruck für erklärt zu halten, wofür wir in Wahrheit keine Erklärung besitzen. Dies allein ist schon ein grosser Gewinn. Aber man gehe nicht weiter, bis man wirklich eine zutreffende Erklärung aufzustellen vermag. Zieht man das Dunkle gewaltsam auf den Boden des Bekannten, drängt ihm die rohen, nicht passenden Formen auf, so kann der Gewinn nur scheinbar sein. Jeder Erklärungsversuch, welcher nicht mit der schärfsten Kritik aller Verhältnisse gemacht ist, führt eher rückwärts als vorwärts, und wenn ein solcher Versuch durch den blendenden Schein grosser Einfachheit Viele in geträumte Sicherheit einwiegt, so ist der Schaden um so grösser, da später viele neue Kräfte nöthig werden, die alten Fesseln zu zerbrechen. — Es ist ja keine Schande einzugestehen, dass man etwas nicht wisse! —

In Bezug auf den oben angeführten 1sten Liebig'schen Satz muss ich deshalb meine Meinung dahin aus-

sprechen: Die nächste Ursache des Verbrauches im Körper ist nicht die chemische Verwandtschaft des Sauerstoffs zu den Elementen der Bestandtheile. Liebig's Deduction hat dies nicht bewiesen, nicht einmal wahrscheinlich gemacht. Im Gegentheil ist es wahrscheinlich, dass die todtten Organtheile bei Anwesenheit von Sauerstoff nicht mit solcher Intensität in einfachere Verbindungen zerlegt werden, wie wir dies im lebenden Körper beobachten; es müssen deshalb unbekannte Vorgänge vermuthet werden, welche eine solche Verbindung einleiten. Die chemische Action des Sauerstoffs ist ein nothwendiges Glied in der Reihe der wirksamen Ursachen, aber nicht die Ursache der Veränderungen selbst.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche dieser erste Fundamentalsatz für die ganze, von Liebig aufgestellte Theorie hat, ist es mir sehr auffallend gewesen, an verschiedenen Stellen Äusserungen zu finden, welche diesem Satze direct zu widersprechen scheinen. So z. B. heisst es p. 29. zur Erklärung der Vorgänge nach Durchschneidung des Rückenmarks und des n. vagus, wo aus dem raschen Erkalten des Thieres bei fortdauernder oder unterhaltener Respiration der Schluss gezogen werden kann, dass der Sauerstoff keine chemischen Verbindungen mehr eingehe:

„Die Athembewegungen dauern eine Zeit lang fort, allein der Sauerstoff findet die Stoffe auf seinem Wege nicht vor, mit denen er sich im normalen Zustande verbunden haben würde, weil sie ihm von den gelähmten Unterleibsorganen nicht geliefert werden können“.

Vorher hörten wir, dass der Sauerstoff ohne Ausnahme alles verzehre, was ihm in den Weg komme, dass er die Organe zerstöre, wenn andere Widerstandsmittel fehlen; — jetzt findet er keine Stoffe zur Verbindung vor.

Wir werden später bei der Erklärung über den Ursprung der Galle auf ähnliche Widersprüche stossen und dann auf diesen Punkt zurückkommen. Ich würde kein

grosses Gewicht darauf legen, wenn nicht dieser erste Fundamentalsatz gleichsam die Seele der ganzen Schrift wäre. Die ganze Reihe der geistreichen Erklärungen über den vermehrten Verbrauch bei vermehrter Sauerstoffaufnahme, vermehrter Wärme bei vermehrter Sauerstoffaufnahme u. s. w. stützt sich ganz auf diesen Satz. Seine Benutzung ist so geistreich und scharfsinnig, dass man sich, trotz der entgegengesetzten Überzeugung, fast damit aussöhnt. Um so befremdender treten dann aber auch solche Widersprüche entgegen. Obgleich ich überzeugt bin, dass die Gültigkeit eines Lehrgebäudes vorzugsweise von einem objectiven Standpunkte beurtheilt werden muss, so glaube ich doch auch, dass innere Widersprüche nicht übersehen werden dürfen, besonders bei Sätzen, deren Richtigkeit man schon aus allgemeinen Gründen in Zweifel zu ziehen berechtigt ist.

II. Ursachen des Stoffwechsels.

Hatten wir in dem ersten Satze nur die Ursache des Verbrauches zu untersuchen, so finden wir in dem zweiten das gegenseitige Verhältniss des Ersatzes und Verbrauches construirt. Liebig stellt die Lebenskraft, als das schaffende Princip, der chemischen Action des Sauerstoffs, als dem verbrauchenden, gegenüber. Wir schicken die wesentlichsten Sätze voran:

p. 181. In dem Organismus kennen wir nur eine Quelle der bewegenden Kraft, und diese Quelle ist die nämliche Ursache, welche die Zunahme belebter Körpertheile an Masse bedingt, welche ihnen das Vermögen giebt, äusseren Actionen Widerstand zu leisten; es ist die Lebenskraft. Um zu einer klaren Einsicht dieser in ihrer Form so verschiedenen Ausserungen der Lebenskraft zu gelangen, muss man sich erinnern, dass eine jede Kraft sich in einer Materie durch zwei für die Beobachtung durchaus verschiedene Zustände der Thätigkeit zu erkennen giebt.

184. Eine jede Kraft äussert sich in der Materie als Widerstand gegen äussere Ursachen der Orts- (Form und Beschaf-

fenheits)- Veränderung; als Bewegung erzeugende Kraft zeigt sie sich, wenn ihr keine Widerstände entgegenstehen, oder in der Überwindung von Widerständen.

Beide Thätigkeitsäusserungen beobachten wir an der Kraft, welche den belebten Körpertheilen ihre eigenthümlichen Eigenschaften giebt.

190. Alle Nahrungsstoffe belebter Organismen sind Verbindungen zweier oder mehrerer Elemente, welche durch chemische Kräfte zusammengehalten werden. Wenn man erwägt, dass in dem Acte der Thätigkeitsäusserungen eines belebten Körpertheils die Elemente der Nahrungsstoffe in einer andern Ordnung zusammentreten, so ist völlig gewiss, dass das Kraft- oder Bewegungs-Moment der Lebenskraft stärker war, als die zwischen den Elementen der Nahrung sich äussernde chemische Anziehung.

Wenn wir uns nun denken, dass eine gewisse Quantität Lebenskraft dazu verwendet werden musste, um sich mit der chemischen Kraft ins Gleichgewicht zu setzen, so bleibt immer noch ein Überschuss von Kraft, durch welchen die Zersetzung bewirkt wurde; in diesem Überschuss besteht das Kraftmoment des belebten Körpertheils, durch den die Zersetzung bewerkstelligt wurde, er erhält durch ihn ein dauerndes Vermögen, weitere Zersetzungen zu bewirken und seinen Zustand, seine Form und Beschaffenheit gegen äussere Actionen zu behaupten.

Wir können uns denken, dass dieser Überschuss hinweggenommen und in einer andern Weise verwendet werden kann, das Bestehen der belebten Körpertheile würde dadurch nicht gefährdet werden, eben weil in diesem Falle ein Ruhe- und Gleichgewichtszustand eintreten würde; allein mit der Hinwegnahme dieses Überschusses würde er seine Fähigkeit der Zunahme an Masse, sein Vermögen weitere Zersetzungen zu bewirken, äusseren Ursachen von Störungen zu widerstehen, verlieren. Wenn ihm in diesem Gleichgewichtszustande Sauerstoff, (eine chemische Action) zugeführt werden würde, so würde dessen Streben, sich mit einem Elemente des belebten Körpertheils zu vereinigen, kein Hinderniss entgegenstehen, eben weil ihm das Vermögen, Widerstand zu leisten, durch anderweitige Verwendung der Lebenskraft genommen worden ist. Je nach der Menge des zugeführten Sauerstoffs würde eine entsprechende Menge des belebten Körpertheils seinen Zustand des Lebens verlieren und die Form einer che-

mischen Verbindung erhalten von einer dem belebten Stoffe unähnlichen Zusammensetzung, es würde mit einem Worte ein Wechsel in den Eigenschaften der belebten Verbindung, ein Stoffwechsel entstehen.

(Die Hinwegnahme dieses Überschusses geschieht durch die Verwendung von Kraft zu mechanischen Effecten.)

p. 199. Als eine unmittelbare Folge der zur Äusserung gelangten mechanischen Kraft sehen wir, dass ein Theil der Muskelsubstanz ihre vitalen Eigenschaften, ihren Character des Lebens verliert, dass sie aus dem belebten Körper austritt, dass dieser Theil seine Fähigkeit der Zunahme an Masse, sein Vermögen Widerstand zu leisten, einbüsst; wir finden, dass dieser Wechsel in den Eigenschaften begleitet ist von der Aufnahme eines fremden Elementes, des Sauerstoffs, in die Zusammensetzung der belebten Muskelsubstanz, und alle Erfahrungen beweisen, dass dieser Übergang der belebten Muskelsubstanz in Verbindungen ohne alle Lebensäusserungen beschleunigt oder verlangsamt wird, je nach der Quantität der verbrauchten Kraft zur Bewegung; ja dass sie sich gegenseitig proportional sind, dass ein rascher Übergang der Muskelsubstanz, sagen wir ein rascher Stoffwechsel, eine grössere Quantität mechanischer Kraft und dass ein grösseres Maass von mechanischer Bewegung (verbrauchter mechanischer Kraft) einen rascheren Stoffwechsel gegenseitig bedingen.

201. Für ein bestimmtes Maass von Bewegung, für eine Proportion als mechanische Kraft verbrauchter Lebenskraft, gelangt ein Äquivalent von chemischer Kraft zur Äusserung, d. h. es wird ein Äquivalent Sauerstoff zu Bestandtheil des Organs, was die Lebenskraft verlor, und ein ihm gleiches Verhältniss von Materie dieses Organs tritt aus dem Körpertheil, in Form einer Sauerstoffverbindung aus.

Ich glaube, dass aus den angeführten Sätzen Liebig's Ansicht hinreichend klar zu ersehen ist. Lebenskraft und chemische Kraft werden sich in der Art, wie man in der Mechanik die Kräfte zu betrachten pflegt, gegenübergestellt. Absolut ist die Lebenskraft grösser; sie kann aber durch Kraftverwendung zu Bewegungseffecten so verringert werden, dass die chemische Kraft zeitweise überwiegt.

Wie man sieht, stützt sich dieser Satz ganz auf den

Satz No. I, auf die Voraussetzung der grossen Intensität der chemischen Verwandtschaft des Sauerstoffs zu den organischen Gebilden. Fällt diese weg, so fällt damit der ganze Satz No. II.

Da ich oben die Richtigkeit des ersten Satzes nicht zugeben konnte, so könnte ich durch Negirung desselben im 2ten eine jede fernere Erörterung des letzteren vermeiden. Obwohl ich nun für bewiesen halte, dass Liebigs erster Satz unbewiesen und jedenfalls unwahrscheinlich ist, so habe ich doch in der obigen Deduction keinen strengen Beweis der Unrichtigkeit geliefert, und somit wäre es eine verkehrte Benutzung des gewonnenen Resultates, dadurch allein den 2ten widerlegen zu wollen. Wir müssen ihn deshalb noch genauer prüfen.

Liebig hat in diesem Satze die Ausdrücke Lebenskraft und chemische Kraft in der Weise zu benutzen versucht, wie man die supponirten Kräfte in der Physik und Mechanik zur Berechnung zieht. Man darf darin nichts anderes sehen, als eine bequeme Ausdrucksweise für eine Summe von Ursachen, welche gleichzeitig zur Wirksamkeit gelangen. Wenn z. B. ein System von Kräften auf einen Punkt wirkt, so wird Bewegung nach einer mittleren Richtung mit einer mittleren Geschwindigkeit entstehen; man sagt dann, die resultirende Kraft bewegt den Punkt (Körper) nach einer gewissen Richtung mit einer gewissen Geschwindigkeit in einer gewissen Zeit. Es ist ganz gleichgültig, ob zu diesem Resultate verschiedene Kräfte, z. B. Dampfkraft, Pferdekraft, Schwerkraft, elektrische Kraft u. s. w. zusammenwirkten, immer denken wir uns die Resultante als eine Kraft. Nur in dieser Weise, als Ausdrucksform hat das Obige Sinn.

Eine solche Betrachtungsweise hat einen grossen Werth, wenn man alle Verhältnisse kennt; sonst kann sie leicht auf Irrwege führen. Zu abstracten Beurtheilungen passt sie nicht, weil sie nur eine bequeme Ausdrucksform für complicirte concrete Actionen darstellt. Soll sie Werth ha-

ben, so muss man entweder die einzelnen wirksamen Ursachen (z. B. die Kräfte ihrer Grösse und Richtung nach) kennen, um die Resultante construiren zu können, oder die Grösse und Richtung der Resultante, um von da auf die Ursachen zurückzuschliessen. Kennt man beides nicht, so ist ein solcher Ausdruck natürlich ohne allen positiven Werth. Wir werden finden, dass Liebig durch die Anwendung dieses Ausdruckes den Grund zu einer fehlerhaften Betrachtungsweise gelegt hat.

Er bezeichnet die Summe der Intensitäten der einzelnen Lebensäusserungen als Lebenskraft, also: die Fähigkeit Cohäsion zu überwinden (a), chemische Verbindungen zu zerlegen (b), Widerstand gegen feindliche Agentien zu leisten (c) Bewegungserscheinungen hervorzurufen (d), u. s. w. (..... x) als die Summe (S), als Lebenskraft.

Dieser Summe gegenüber steht, seiner Voraussetzung gemäss, die chemische Kraft, und zwar speciell die Intensität der chemischen Verwandtschaft des Sauerstoffs. Bezeichnen wir dieses Glied als O, so besteht nach Liebig zwischen beiden die Relation $S > O$; aber durch Verminderung von S kann auch die Relation eintreten $S < O$. Diese Verminderung soll durch mechanischen Kraftverbrauch erfolgen. Um hierin klar zu sehen, müssen wir statt S die einzelnen Glieder substituiren. $a + b + c + d + \dots + x > O$. Aus dieser Function fällt nun beim Verbrauch zu mechanischen Effecten das Glied d weg. Kann nun dadurch die Relation $S - d < O$ entstehen? Offenbar nicht, denn das Glied c, welches die Widerstandsfähigkeit gegen feindliche Eingriffe bedeutet, bleibt unverändert, und selbst die Fähigkeit, fortwährend chemische Verbindungen zu zersetzen, b, wird nicht geschmälert.

Wenn Liebigs Deduction dennoch richtig sein sollte, so müsste noch eine besondere Fähigkeit des Organismus vorausgesetzt werden, welche die Glieder a, b, c u. s. w., welche früher eine ganz andere Bedeutung hatten, veranlasste, an die Stelle von d zu treten, d. h. als

verwendbare Kraft zu mechanischen Effecten sich zu absorbiren. Die Willkürlichkeit einer solchen Annahme ist aber zu einleuchtend. Ist kein Glied d , keine verwendbare mechanische Kraft vorhanden, so wird keine verbraucht, und wenn wir sehen, dass immer welche verwendet wird, so können wir mit Sicherheit auf das beständige Vorhandensein derselben schliessen.

Der Irrthum entstand durch die Generalisirung der Lebenskraft. Die Operation mit den Summen, scheinbar so exact, und wissenschaftlich, führt zu einem irrigen Resultate, weil sowohl die Summen, als die constituirenden Glieder unbekannt Grössen sind.

Überhaupt aber ist es einleuchtend, dass bei der angewandten Deduction ganz heterogene Grössen einander gegenübergestellt wurden. Will man die chemische Action des Sauerstoffs dem Organismus gegenüber betrachten, so ist nur ein Glied, dem sie gegenübergestellt werden kann, nemlich der Intensität der chemischen Verwandtschaft, mit welcher die organischen Theile zusammengehalten werden. Auch dies ist freilich fruchtlos, so lange man die Intensität derselben unter den besonderen Verhältnissen im lebenden Organismus nicht kennt. Aber dies wäre wenigstens kein logischer Fehler. Sie aber einem ganzen Complex der verschiedensten Ursachen gegenüberzustellen, mit denen sie gar keine Vergleichungspunkte darbietet, kann nimmer zu einem Resultate führen. Im Gegentheile muss man die chemische Wirkung des Sauerstoffs so gut als die des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs u. s. w. in die Reihe der Ursachen aufnehmen, welche die Lebenserscheinungen vermitteln. Statt darin einen Feind der Lebenskraft zu sehen, muss man darin den kräftigsten Bundesgeossen erkennen, ein Hauptglied der Kette von Ursachen als deren gemeinsame Wirkung wir diejenigen Erscheinungen entstehen sehen, welche man nur durch die Annahme einer Lebenskraft erklären zu können glaubte.

Aus den angeführten Gründen erscheint mir der zweite

Liebigsche Satz nicht annehmbarer als der erste. Als blosser Principfrage betrachtet, erscheint eine Polemik dagegen ziemlich überflüssig, sie ist aber nöthig, weil eine grosse Anzahl der wichtigsten Erklärungen von Liebig auf diese Sätze gestützt wird. Wir werden aber später sehen, dass durch eine passende Restriktion dieser Fundamentalsätze die abgeleiteten Erklärungen, soweit sie mit der Erfahrung übereinstimmen, einen hinreichend festen Boden erhalten.

Wir gehen zu einem dritten Satze über.

III. Ursache der thierischen Wärme.

Die einzige Quelle der Wärme im Thierkörper ist die, bei der Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Körper freiwerdende Wärme.

Belege. p. 28. Der Mangel an einer richtigen Ansicht von Kraft und Wirkung und dem Zusammenhange der Naturerscheinungen hat die Chemiker dahin geführt, einen Theil der im Thierorganismus sich erzeugenden Wärme den Wirkungen des Nervensystems zuzuschreiben. Wenn man damit einen Stoffwechsel als Bedingung der Nervenwirkungen ausschliesst, so will dies nichts anderes sagen, als das Vorhandensein einer Bewegung, die Äusserung einer Thätigkeit hervorgehen zu machen aus Nichts. Allein aus Nichts kann keine Kraft, keine Thätigkeit entstehen.

p. 33. Nach den Versuchen von Depretz entwickelt 1 Loth Kohlenstoff bei seiner Verbrennung so viel Wärme, dass damit 105 Loth Wasser von 0° auf 75° erwärmt werden können, im Ganzen also $105 \cdot 75^{\circ} = 7875^{\circ}$ Wärme. Die 27,8 Loth Kohlenstoff, welche sich in dem Körper eines Soldaten in Kohlensäure verwandeln, entwickeln mithin 27,8 mal $7875^{\circ} = 218825^{\circ}$ (218925) Wärme. Mit dieser Wärmemenge kann man 1 Loth Wasser auf diese Temperatur erheben, oder $68 \frac{4}{10}$ Pfund Wasser zum Sieden, oder 185 Pfund auf 37° erhitzen, oder 12 Pfund Wasser bei 37° in Dampf verwandeln.

Wenn wir nun annehmen, dass die Ausdünstung durch Haut und Lunge in 24 Stunden 48 Unzen (3 Pfund) betrage, so bleiben, die hierzu nöthige Wärmemenge abgezogen, 162093⁰ Wärme, welche durch Strahlung, durch Erwärmung der aus-

geathmeten Luft, durch Fäces und Urin aus dem Körper treten.

Es ist in dieser Rechnung die durch den verbrennenden Wasserstoff, durch seinen Übergang in Wasser, erzeugte Wärme nicht in Anschlag gebracht. Wenn man sich nun erinnert, dass die spezifische Wärme der Knochen, des Fettes der Substanz der Organe weit geringer ist, als die des Wassers, dass sie also, um auf 37° erwärmt zu werden, weit weniger Wärme bedürfen, als ein gleiches Gewicht Wasser, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass, alle diese Verhältnisse mit in Rechnung gezogen, die durch den Verbrennungsprocess erzeugte Wärme vollkommen hinreicht, um die constante Temperatur des Körpers und die Verdunstung zu erklären.

- p. 34. Alle Versuche der Physiker über die Sauerstoffmenge, die ein Thier in einer gegebenen Zeit verzehrt, so wie die Schlüsse, die man daraus auf die Entstehung der animalischen Wärme gezogen hat, sind völlig bedeutungslos, denn diese Sauerstoffmengen wechseln nach der Temperatur und Dichtigkeit der Luft, nach dem Zustande der Bewegung, Arbeit und Anstrengung, sie ändern sich nach der Menge und Qualität der genossenen Nahrung, mit der mehr oder weniger warmen Kleidung, nach der Zeit, in welcher die Speise verzehrt wurde. Die Versuche über die Bestimmung der Wärmemenge, die sich für einen gegebenen Sauerstoffverbrauch aus einem Thier entwickelt, sind nicht minder bedeutungslos. Man hat Thiere in geschlossenen, mit kaltem Wasser umgebenen Räumen athmen lassen, die Wärmezunahme der Umgebung durch den Thermometer gemessen, und die Menge des verschwundenen Sauerstoffgases, so wie die erzeugte Kohlensäure durch die Analyse der ein- und ausgetretenen Luft bestimmt. In diesen Versuchen hat man gefunden, dass das Thier mehr Wärme verlor, als dem verzehrten Sauerstoff entsprach, und zwar um $\frac{1}{100}$ mehr, und wenn man dem Thiere die Lufröhre zugebunden haben würde, so wäre das merkwürdige Verhältniss eingetreten, dass das umgebende Wasser durch das erkaltende Thier Wärme empfangen hätte, ohne allen Verbrauch von Sauerstoff. Die Temperatur des Thieres war 38° , die des umgebenden Wassers in den Versuchen von Depretz $8,5^{\circ}$.

Wenn man hinzunimmt, dass ganz bestimmte Beobachtungen vorliegen, wo Thiere, die gebunden in einer unnatürlichen Stellung, z. B. auf dem Rücken liegend, athmeten, dass die Temperatur ihres Körpers durch den Thermometer mess-

bar abnimmt, so kann man wohl schwerlich über die Schlüsse, die man aus diesen Beobachtungen gezogen hat, in Zweifel sein. Die Schlüsse haben für die Meinung, dass eine andere unbekannte Quelle der Wärme in dem thierischen Körper existire, nicht den allergeringsten Werth.

Die hier von Liebig vorgetragene Ansicht ist schon früher herrschend gewesen. Sie wurde von verschiedenen Gelehrten, namentlich auch von Lavoisier und Laplace, obwohl mit etwas mehr Zurückhaltung, ausgesprochen. Später wurde sie von mehreren Gelehrten geprüft und gefunden, dass die grösstmögliche, aus der Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs mit Sauerstoff berechnete Menge Wärme nicht hinreichte, um die in den Beobachtungen gefundene Wärmemenge zu erklären. Die Differenz ist aber nicht, wie Liebig angiebt, $\frac{1}{100}$. Wenn man sowohl den verbrannten Kohlenstoff als den verbrannten Wasserstoff in Rechnung zieht, so wird dadurch nicht mehr als $\frac{7}{10} - \frac{9}{10}$ der wirklich producirten Wärme erklärt, also die Differenz $\frac{1}{10} - \frac{5}{10}$. Während man bei der von Liebig angeführten unbedeutenden Differenz wohl an Beobachtungsfehler denken könnte, fällt nach der Sachlage ein solcher Einwurf ganz weg. Übrigens ist den Beobachtungsfehlern auch durch die grosse Zahl der Untersuchungen vorgebeugt, und ein Fehler in der Methode könnte die Differenz nur verringert, nie aber vergrössert haben; denn eine etwa übersehene anderweitige Wärmequelle kann nicht vorhanden gewesen sein, jeder Wärmeverlust aber (durch Ausstrahlung, Erwärmung des Behältnisses oder der umgebenden Luft), welcher der Erwärmung des Wassers nicht zu gute kam, macht eine Correction nothwendig, welche die Differenz zwischen der berechneten und gefundenen Wärmemenge vergrössert. Dass ein solcher Wärmeverlust stattgefunden habe, eher wahrscheinlich als unwahrscheinlich, und somit ist gegen die Gültigkeit der Beobachtungen von dieser Seite kein gegründeter Zweifel zu erheben.

Diese, von ausgezeichneten Beobachtern mit der grös-

ten Genauigkeit angestellten Untersuchungen hatten ein so überzeugendes Resultat, dass weder die Physiologen noch die Chemiker ihre Beweiskraft in Zweifel zogen. Nun erklärt sie Liebig für völlig bedeutungslos, spricht ihnen auch den allergeringsten Werth ab.

Um die Gründe, welche Liebig zu diesem Ausspruche veranlassen konnten, zu würdigen, müssen wir sie nach zwei Richtungen hin verfolgen. Erstens erklärt er es aus allgemeinen Gründen für unmöglich, dass mehr Wärme von einem Thiere entwickelt werden könne, als dem verzehrten Sauerstoff entspreche. Zweitens sichtet er die Beweiskraft der Versuche an.

1. Es kann nicht mehr Wärme von einem Thier entwickelt werden, als dem verzehrten Sauerstoff entspricht.

p. 32. In dem thierischen Körper erkennen wir als die letzte Ursache aller Krafterzeugung nur eine, und diese ist die Wechselwirkung, welche die Bestandtheile der Speisen und der Sauerstoff der Luft aufeinander ausüben; die einzige bekannte und letzte Ursache der Lebensthätigkeit im Thiere sowohl wie in der Pflanze ist ein chemischer Process.

Wenn nun auch (so geht Liebigs Schlussfolgerung weiter) erwiesen werden möchte, dass die Contraction der Muskeln, dass elektrische oder magnetische Strömungen, oder welche Thätigkeit immer, Antheil habe an der Wärmeerzeugung, so sei doch unmöglich, dass die Summe der dabei producirten Wärme grösser sei, als durch directe Verbrennung des verzehrten Kohlestoffs und Wasserstoffs in Sauerstoff hervorgebracht werden könne, denn die Grösse dieser Lebensthätigkeiten werde bestimmt durch das Maass der chemischen Action.

Um diesen Argumentationen beipflichten zu können, müsste man vorher zwei Voraussetzungen zugeben.

a. Dass die einzige und letzte Ursache aller Lebensthätigkeit der chemische Process sei.

Da sehr viele Menschen bisher anderer Meinung gewesen sind, sieht man sich billig nach Beweisen für diese

Behauptung um. Mir ist im ganzen Buche nichts aufgestossen, was einem Beweise hierfür ähnlich sieht. Ich gebe zu, dass er schwer zu führen sein möchte, aber der Versuch dazu hätte doch gemacht werden müssen. Wenn wir uns nun noch entsinnen, dass Liebig sich an andern Stellen ganz anders über die Ursachen der Lebensthätigkeit ausdrückt, so erscheint das vorstehende Raisonement als eine grosse Inconsequenz. Hören wir noch einmal die oben citirte Stelle über die Lebenskraft.

p. 181. In dem Organismus kennen wir nur eine Quelle der bewegenden Kraft, und diese Quelle ist die nemliche Ursache, welche die Zunahme belebter Körpertheile an Masse bedingt, welche ihnen das Vermögen giebt, äusseren Actionen Widerstand zu leisten; es ist die Lebenskraft.

Vergleichen wir damit die eben citirte Stelle, welche gleichfalls nur eine Ursache aller Krafterzeugung, und als diese den chemischen Process statuirt, so kann die Identität der Lebenskraft, und des chemischen Processes durchaus nicht bestimmter ausgesprochen sein. Dass dies aber nicht Liebig's Meinung sein kann, geht ganz klar aus dem Satze No. II. hervor, wo Lebenskraft und chemische Kraft einander als zwei entgegengesetzte Grössen gegenübergestellt wurden; dann fiel ja diese ganze künstliche Argumentation, welche wir oben ausführlich beleuchten mussten, in nichts zusammen.

Es bleibt somit nichts übrig als die Annahme, dass Liebig sich bei diesem Raisonement undeutlich ausgedrückt, das Wort Ursache nicht so streng gemeint, sondern das Wort Bedingung im Sinne gehabt habe. Dann hiesse die Argumentation etwa so: Der Körper existirt nicht anders, als bei beständigem Stoffwechsel, die Lebenserscheinungen werden somit durch den Stoffwechsel bedingt; dieser durch die chemische Action des Sauerstoffs; die chemische Action ist somit eine Bedingung der Lebensthätigkeit.

Man sieht leicht, dass der Satz in dieser Form uns nicht in die früheren Widersprüche verwickelt; aber für die Liebigsche Deduction hat er nun auch nur eine beschränkte Beweiskraft. Als Bedingung nimmt die chemische Action eine secundäre Stelle ein, und es müsste nun eine zweite Voraussetzung zugegeben werden, wenn die Deduction Beweiskraft haben sollte, die nemlich:

b. dass die chemische Action unter allen Umständen den Lebensthätigkeiten adäquat sei, dass sie ein bestimmtes Maass dafür abgebe.

Unter dieser Voraussetzung würde sie mit den Äusserungen der Lebensthätigkeiten steigen und fallen; welche Ursache auch immer eine Wärmeproduction veranlassen möchte, die chemische Action, die Aufnahme von Sauerstoff würde mit dieser Thätigkeit gleichen Schritt halten, und der Satz würde seine Wahrheit behalten, dass nicht mehr Wärme producirt werden könne, als dem aufgenommenen Sauerstoff entspricht.

So wenig nun diese Voraussetzung eine innere Unwahrscheinlichkeit in sich trägt, so ist sie bis jetzt doch immer nur eine Voraussetzung, für die wir keine positiven Beweise besitzen. Stände es fest, dass überhaupt keine Thätigkeit, keine Bewegungserscheinung in der Natur erfolgen könnte, ohne begleitende adäquate chemische Action, so wäre auch obige Voraussetzung erwiesen. Aber diese Erfahrung besitzen wir nicht. Die Wirkung der Schwerkraft, des Magneten u. s. w. deuten bis jetzt auf keine begleitenden chemischen Prozesse. Somit steht der Annahme nichts im Wege, dass auch im lebenden Organismus Thätigkeiten existiren können, welche von chemischer Action weder verursacht noch begleitet sind; dass diese Thätigkeiten möglicherweise Wärme produciren können, ist gleichfalls nicht zu leugnen, wenn wir Wärme durch Ursachen frei werden sehen, die von begleitender chemischer Action kein Zeichen geben. — Ob diese Mög-

lichkeiten wirklich sind, oder nicht, darüber ist a priori natürlich nicht zu entscheiden.

In solchen zweifelhaften Fällen müssen wir uns mit der Frage an die Natur wenden. Dies ist geschehen, und die Beobachtungen scheinen gegen Liebig's Voraussetzungen zu sprechen. Prüfen wir deshalb

2tens, welche Gründe Liebig anführt, die Beweiskraft der Versuche von Depretz und Dulong anzufechten.

Bei genauerer Prüfung finden wir nur eine etwas motivirte Angabe, welche die Beweiskraft der Versuche schwächen könnte. Liebig meint, das Thier habe während des Versuches bei dem Mangel an Bewegung und bei der kalten Umgebung auf Kosten seiner Eigenwärme Wärme an das Wasser abgegeben; dasselbe würde geschehen sein, wenn man ihm die Luftröhre unterbunden hätte, und dasselbe geschähe, wenn ein Thier in gezwungener Stellung, z. B. auf dem Rücken liegend, athme. — Dabei ist zuerst zu bemerken, dass die beiden zuletzt erwähnten Verhältnisse gar keinen Bezug zu denjenigen haben, unter welchen die Versuche angestellt sind. Das Behältniss der Thiere war so geräumig, dass sie sich frei darin bewegen konnten. Von einer gezwungenen Stellung kann somit keine Rede sein. Die gezwungene Rückenlage kann damit gar nicht verglichen werden, denn dabei wird das Athmen materiell erschwert. Übrigens ist auch dabei das Resultat nicht constant, wie aus Chaussat's Versuchen hervorgeht. Dass somit die Thiere in Depretz's und Dulong's Versuchen an Eigenwärme verloren hätten, ist eine ganz unbegründete und unwahrscheinliche Voraussetzung. Ein Hase sitzt nicht Stunden, sondern halbe Tage lang still auf unsern gefrorenen Feldern oder im tiefen Schnee, und bewahrt doch seine Eigenwärme. Es ist ja gerade das interessanteste Resultat der vielfachen Untersuchungen, dass die warmblütigen Thiere unter den verschiedensten äussern Verhältnissen ihre Eigenwärme mit sehr unbedeu-

tenden Schwankungen constant erhalten. Warum sollen denn gerade die Thiere in den besagten Versuchen, bei einer Temperatur der Umgebung von $8\frac{1}{2}^{\circ}$ in 1—2 Stunden so erkaltet sein? Und hätten sie eine, gewiss doch immer geringe Menge selbständiger Wärme abgegeben, wieviel würde dies zur Erwärmung einer Wassermenge von 72 Pfund, wie sie bei Depretz's Versuchen angewendet wurde, beigetragen haben?

Liebig beruft sich auch noch auf die geringere Wärmecapacität der Körpersubstanzen. Mir ist über die Bestimmung der Wärmecapacität der organischen Substanzen nichts bekannt. Übrigens hat dieselbe mit den obigen Versuchen nichts zu thun. Sie könnte in Frage kommen, wenn ein Thier erwärmt werden sollte. Hier operiren wir aber mit einem vorher erwärmten Körper, dessen Temperatur sich während des Versuches gleichbleibt.

Um später nicht gezwungen zu sein, wieder auf diesen Punkt zurückzukommen, will ich gleich hier beleuchten, was Ancell (deutsch bearbeitet von Dr. Krug) noch zur Rechtfertigung von Liebigs Ansicht gegen die Versuche von Depretz und Dulong vorbringt.

- p. 51. Bedenkt man, dass die Vorgänge in Thierorganismus keine freien, raschen, sondern langsame Verbrennungen sind, so lässt sich mit Gewissheit annehmen, dass die jeweilige Wärmeentwicklung, die im Verlaufe von 2 Stunden und 13 Minuten (nicht länger wurden die Versuche von D. und D. fortgesetzt) stattfindet, nicht das Product der gleichzeitigen, sondern der vorausgegangenen Sauerstoffabsorption ist; sollte somit der Schluss aus obigen Versuchen Geltung haben, so musste die in der gezwungenen (?) Stellung geschehene Oxygenaufnahme jener gleichkommen, die dem Versuche vorausgegangen war, was sich nicht annehmen lässt. Der Überschuss der freigewordenen Wärme in den angeführten Versuchen kömmt daher auf Rechnung der vor dem Versuche stattgefundenen Sauerstoffaufnahme.

Dies ganze Raisonnement scheint mir ohne viel Überlegung niedergeschrieben. Wieviel Sauerstoff soll denn im

Blute absorbirt sein, um einen stundenlangen Verbrennungsprocess zu unterhalten! Betrachten wir z. B. dies Verhältniss beim Menschen, weil wir da wenigstens annähernde Zahlenwerthe zum Grunde legen können. Es sei $\frac{1}{5}$ Volumtheil Sauerstoff im Blute absorbirt; 30 Pfund Blut, das Pfund zu 25 Cubiczoll, würden also 150 Cubiczoll Sauerstoff enthalten. In jeder Minute athmen wir 13 Cubiczoll kohlensäure aus, also in 11—12 Minuten ist der ganze schöne Vorrath verzehrt. Wo ein Kaninchen einen Vorrath für mehrere Stunden in sich tragen soll, ist mir nicht ersichtlich!

Es würde höchst überflüssig sein, wenn ich in weitere Erörterungen der vorliegenden Frage über die Wärmequelle eingehen wollte. Der Gegenstand ist von den ausgezeichnetesten Gelehrten geprüft und beurtheilt. Man braucht nur Müllers Physiologie oder Berzelius Chemie zur Hand zu nehmen, um sich zu überzeugen, dass alle diese Einreden lange vorgebracht und gründlich erörtert sind. Mir liegt es hier nur ob, zu zeigen, dass keine neuen Einwürfe von einigem Belange von Liebig und Anderen gemacht sind, welche ein neues Licht auf diese Frage werfen könnten.

Dies ist nicht geschehen. Hätte bewiesen werden können, dass die Wärme ganz aus dem Verbrennungsprocess abzuleiten sei, so wäre der Physiologie ein sehr grosser Dienst geschehen; wir wären dadurch von vielen schwankenden Erklärungsversuchen befreit worden. An einem solchen Beweise arbeiten die Gelehrten schon lange, und wir wollen die Hoffnung nicht aufgeben, dass wir einst eine solche einfache Erklärungsweise mit Überzeugung werden annehmen dürfen. Bis dahin müssen wir aber an den Thatsachen festhalten, und blosse Behauptungen des Gegentheils können Versuche, die mit der grössten Umsicht angestellt sind, die in den Augen der bedeutendsten Gelehrten bis jetzt Beweiskraft hatten, nicht als völlig bedeutungslos erscheinen lassen.

Wenn Liebig eine Berechnung vorbringt, wonach 218925 Grad Wärme für 24 Stunden disponibel sind, und wenn er glaubt, dass diese Menge hinreichend sei, die Eigenwärme zu erhalten, so ist dies eine subjective Meinung, welche wir nicht bestreiten können. Für uns hat eine solche Berechnung gar keinen Werth, so lange wir nicht wissen, ob nicht zur Erhaltung der Eigenwärme vielleicht doppelt so viel disponible Wärme nothwendig ist. Wir kennen ja nichts von diesem zweiten, zur Vergleichung durchaus nothwendigen Gliede, wissen nichts davon, wie gross die Wärmequantität sei, welche durch Strahlung und Ableitung aus dem Körper verloren geht. Sich da durch eine grosse Zahl imponiren zu lassen, wäre mehr als unwissenschaftlich. Man könnte sie noch imponirender machen, wenn man nach Fahrenheit'schen Graden oder für einen Monat die Wärmemenge berechnete. Man kann ihr aber auch das Imposante nehmen, wenn man für eine Secunde berechnet, wo nur $2\frac{1}{2}$ Grad Wärme verloren zu gehen braucht, um den gauzen Vorrath zu absorbiren. Überdies beruhen Liebigs Schätzungen grossentheils auf hypothetischen Annahmen, und sie gründlichen Versuchen gegenüberstellen zu wollen, hiesse die Willkühr über das erprobte Recht setzen.

Auf diesem Wege wird die Physiologie gewiss nicht gefördert, und solche Hülfen erwartet sie nicht von den exacten Wissenschaften. Leider haben wir in der Physiologie noch zu häufig Vermuthungen an der Stelle von Beweisen, da in den physiologischen Fragen der Natur der Sache nach ein strenger Beweis so unendlich schwer zu erlangen ist. Kann die Physik und Chemie uns darin unterstützen, thatsächliche Beweise an die Stelle solcher Vermuthungen zu setzen, so wird jeder Physiolog es dankbar annehmen. Aber das dürfen wir auch von diesen Wissenschaften, wo man so genau zwischen dem Bewiesenen und Vermutheten zu unterscheiden gewohnt ist, erwarten, dass sie nicht gegen wirkliche Thatsachen mit unbegründeten

Behauptungen ankämpfen und dadurch den Boden erschüttern, den sie zu befestigen berufen sind. Die thatsächlichen Fortschritte, welche der Physiologie in neuster Zeit von der Chemie, besonders unter Liebigs Fabne, geworden sind, wissen wir dankbar anzuerkennen. Voreilige Schlüsse aus denselben aber können wir nur als ein gefährliches Beispiel betrachten, geeignet, die Früchte dieser Arbeiten im Keime zu ersticken.

IV. Über die Mittel zum Ersatze des Verbrauchten.

Die wichtige Frage, welche Stoffe eigentlich als Ersatzmittel für den Organismus betrachtet werden dürfen, hat den Physiologen von je her viel zu schaffen gemacht. Man denkt sich gewöhnlich unter Nahrungsmitteln solche Stoffe, welche nach einer Reihe von Veränderungen in organisirte Substanz umgewandelt werden, entweder um eine Zunahme an Masse herbeizuführen, oder an die Stelle der verbrauchten organischen Substanzen zu treten. Blicken wir auf die frühere Erörterung über den Stoffwechsel (p. 16) zurück, so finden wir, dass der eigentliche Substanzwechsel, in so fern er die Formbestandtheile des Körpers trifft, nur einen unbedeutenden Theil des ganzen Stoffwechsels ausmacht. Der Hauptverbrauch (s. oben Nr. III) würde die in der tränkenden Flüssigkeit aufgelösten Bestandtheile treffen, also das Blutplasma ausserhalb der Gefässe. Da dieses beständig aus dem Blute wieder ersetzt wird, so könnte man als Nahrungsmittel diejenigen Stoffe bezeichnen, welche fähig sind Blutplasma zu werden.

Da mau bei der grossen Verschiedenheit der Stoffe, die von der Natur den verschiedenen Thieren als Nahrungsmittel angewiesen sind, a priori keinen Schluss machen konnte, welche Stoffe sich zur Blutbildung besonders eignen möchten, wandte mau sich natürlich an die Erfahrung, fand da aber so manche unerklärliche Eigenthümlichkeiten, dass mau zu einer festen theoretischen Erklärung

nicht gelangte. Die Erfahrung zeigte, dass man Thiere nicht allein mit stickstofffreien Speisen erhalten könne, dass sie aber auch bei der ausschliesslichen Fütterung mit einer stickstoffhaltigen Substanz (als Käse oder gekochtem Eiweiss) zu Grunde gingen. Wenn man dagegen wechselte, befanden sich die Thiere ganz wohl. Man war dadurch zu der Ansicht gekommen, dass eine gewisse Abwechslung, oder eine Combination von stickstoffhaltigen und stickstofffreien Substanzen eine nothwendige Bedingung bei der Ernährung sei. Einen Grund dafür wusste man nicht anzugehen,

Diese Fragen hat Liebig mit grosser Schärfe aufgefasst und durch seine Behandlungsweise sicher dem Ziele näher geführt. Wir werden zwar sehen, dass sich auch bei seinen Erklärungen manche Schwierigkeiten in den Weg stellen, und ich will von vorn herein bemerken, dass ich in den Hauptpunkten seine Ansichten nicht theilen kann. Aber zu weiteren Forschungen in diesem Gebiete hat Liebig sicher einen Grund gelegt.

Sein erster Satz ist:

- A. Das Thier erhält in seiner Nahrung sein Blut materiell vorgebildet, und nur diejenigen Substanzen, welche eine, den wesentlichen Blutbestandtheilen homogene Zusammensetzung haben, können als Nahrungsmittel im eigentlichen Sinne betrachtet werden.
- p. 9. Die Physiologie lehrt, dass alle Bestandtheile des Körpers ursprünglich Blut waren, oder dass sie wenigstens dem entstehenden Organe durch diese Flüssigkeiten zugeführt wurden.
- p. 37. (Deshalb) können nur die Materien Nahrungsmittel genannt werden, welche fähig sind zu Blut zu werden.
- p. 40. Die Hauptbestandtheile des Blutes enthalten nahe an 17 p. C. Stickstoff. Kein Theil eines Organs enthält weniger als 17 p. C. Stickstoff. (Liebig rechnet die Nerven- und Gehirn-Substanz nicht zu den Organen.) Es ist hiernach einleuchtend, dass alle Nahrungsmittel, die zur Blutbildung oder zur Bildung von Zellen, Membranen, Haaren, Haut, Muskelfasern dienen sollen, eine gewisse Portion Stickstoff ent-

halten müssen, eben weil dieser einen Bestandtheil der genannten Organe ausmacht, diese aus andern Elementen, welche man ihnen darbietet, keinen Stickstoff erzeugen können und weil kein Stickstoff aus der Atmosphäre im Lebensprocess verwendet wird.

p. 88. Die Nahrungsmittel sind somit Pflanzenfibrin, Pflanzenalbumin, Pflanzencasein, Fleisch und Blut der Thiere.

Kein stickstoffhaltiger Körper, dessen Zusammensetzung von der des Fibrins, Albumins und Caseins verschieden, ist vermögend, den Lebensprocess im Thiere zu unterhalten.

Der Thierorganismus besitzt unstreitig die Kraft, aus den Bestandtheilen seines Blutes die Substanz seiner Membranen und Zellen, der Nerven und des Gehirns, die organischen Bestandtheile der Rippen, Knorpel und Knochen zu erzeugen, allein sein Blut muss ihm, bis auf die Form, fertig gebildet dargeboten werden, und wenn dies nicht geschieht, so ist damit der Blutbildung und dem Leben eine Grenze gesetzt.

Diese Sätze sind zum Theil mit den physiologischen Erfahrungen übereinstimmend. Die exclusive Erklärung aber, dass nur solche Stoffe, die in ihrer Zusammensetzung mit den Proteinstoffen durchaus übereinstimmen, zur Ernährung tauglich seien, ist neu und, wie mir scheint, nicht hinlänglich begründet. Sie stützt sich auf die Erfahrung, dass auch die vegetabilischen Nahrungsmittel gewisse Stoffe enthalten, welche in ihrer Zusammensetzung ganz den Proteinbestandtheilen der thierischen Organismen entsprechen; dass aber die bei weitem grössere Masse der damit verbundenen stickstofffreien Substanzen zur Ernährung durchaus untauglich sei, beruht auf der Annahme, dass sie auf keine Weise den nöthigen Stickstoffgehalt bekommen könnten. Ob diese Annahme durchaus unumgänglich ist, wollen wir später untersuchen. Dazu müssen wir vorher Liebig in der Erklärung folgen, welche er von der Bedeutung der stickstofffreien Bestandtheile giebt.

B. Die stickstofffreien Bestandtheile der Nahrungsmittel dienen nicht zur Ernährung oder zum Stoffwechsel, son-

dern sie sind Respirationsmittel, Widerstandsmittel gegen die chemische Einwirkung des Sauerstoffs.

p. 68. Auf eine überzeugende Weise stellt sich der Antheil heraus, den die stickstofffreien Materien an dem Nutritionprocess der pflanzenfressenden Thiere nehmen, wenn wir die verhältnissmässig so geringe Menge Kohlenstoff in Betracht ziehen, die sie in ihren stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln geniessen; sie steht durchaus in keinem Verhältniss zu dem durch Lunge und Haut aufgenommenen und verbrauchten Sauerstoff.

Ein Pferd kann in vollkommen gutem Zustande erhalten werden, wenn ihm täglich 15 Pfund Heu und $4\frac{1}{2}$ Pfund Hafer zur Nahrung gegeben werden. Wenn wir uns nun den ganzen Gehalt dieser Nahrungsstoffe an Stickstoff, so wie ihn die Elementaranalyse festgestellt hat (Heu 1,5 p. C. Hafer 2,2 p. C.) rückwärts in Blut, nemlich in Fibrin und Albumin mit dem ganzen Wassergehalte des Blutes (80 p. C.) verwandelt denken, so empfängt das Pferd täglich nur $8\frac{9}{10}$ Loth Stickstoff, welche etwas über 8 Pfund Blut entsprechen. Mit diesem Stickstoff hat aber das Thier, von den andern Bestandtheilen, welche damit verbunden waren, nur $28\frac{9}{10}$ Loth Kohlenstoff empfangen. Nur $15\frac{9}{10}$ Loth von diesen $28\frac{9}{10}$ Loth Kohlenstoff konnten zur Respiration verwendet worden sein, denn mit dem Stickstoff, der durch den Harn ausgeleert wird, treten in der Form von Harnstoff 6 Loth und in der Form von Hippursäure 7 weitere Lothe wieder aus.

Ohne weitere Rechnung anzustellen, wird Jedermann zugeben, dass das Luftvolumen, was ein Pferd aus- und einathmet, dass die Menge des von ihm verzehrten Sauerstoffgases und in dessen Folge die Menge der ausgetretenen Kohlensäure, weit grosser ist, als beim Respirationprocess des Menschen. Nun verbraucht aber ein erwachsener Mensch täglich nahe an 28 Loth Kohlenstoff und die Bestimmung von Bousignault, wonach ein Pferd täglich 158 Loth ausathmet, kann von der Wahrheit nicht sehr entfernt sein.

In den stickstoffhaltigen Bestandtheilen seiner Nahrung erhält das Pferd mithin nur etwas mehr, wie den fünften Theil des Kohlenstoffs, den sein Organismus zur Unterhaltung des Respirationprocesses bedarf, und wir sehen, dass die Weisheit des Schöpfers allen seinen Nahrungsmitteln ohne Ausnahme die übrigen $\frac{4}{5}$ Kohlenstoff, welche in den stickstoffhaltigen

Bestandtheilen fehlen, in mannigfaltigen Formen, als Amylon, Zucker u. s. w. zugesetzt hat, welche das Thier, ohne der Einwirkung des Sauerstoffs zu unterliegen, nicht entbehren konnte.
p. 88. Die Respirationsmittel sind: Fett, Amylon, Gummi, Zuckerarten, Pectin, Bassorin, Wein, Bier, Branntwein.

Die hier von Liebig vorgetragene Ansicht ist neu und dadurch besonders von den bisherigen Annahmen abweichend, als diesen Respirationsmitteln gar kein directer Antheil an der Ernährung und dem Stoffwechsel zugeschrieben wird. Ganz unabhängig davon üben sie einen doppelten Dienst für den Organismus aus, sie produciren Wärme und halten die feindliche Einwirkung des Sauerstoffs von den Organen ab. Von dem Liebigschen Standpunkte aus konnte diese letztere Bedeutung sehr wichtig erscheinen. Für uns ist sie es nicht, da, wie wir oben nachgewiesen haben, diese feindliche und zerstörende Action des Sauerstoffs vorläufig in das Gebiet der Hypothesen gerechnet werden muss. Selbst wenn wir sie zugäben, würden wir doch glauben, dass die Natur auf eine viel einfachere Weise dies zerstörende Agens hätte abhalten können, nemlich durch eine verminderte Quantität und Frequenz der Respirationen. Diese schützende Bedeutung, so angemessen sie in einer chemischen Theorie dastehen mag, scheint mir für eine physiologische Betrachtungsweise wenig passend. Als Mittel zur Wärmeerzeugung möchten diese Stoffe wohl von grösserer Wichtigkeit sein, doch ist auch dies so lange eine unerwiesene Voraussetzung, als nicht feststeht, dass die Wärme auf keine andere Weise erzeugt werden kann.

Wenn wir etwas tiefer in diese Frage über die s. g. Respirationsmittel eingehen wollen, so müssen wir zuerst untersuchen, auf welche Weise sie mit dem Sauerstoff in Berührung kommen. Dies kann offenbar nur mittelst des Blutes geschehen; es giebt keinen andern Weg, sie zur Verbrennung zu bringen. Wir hätten hier also einen besondern, nicht stickstoffhaltigen Bestandtheil des Blutes,

welcher von den stickstofffreien Nahrungsmitteln her stammt, nicht zur Ernährung dienen kann, und theils während der Circulation in den Gefässen, theils in den Lungen durch den Sauerstoff oxydirt und aus den Nahrungsmitteln wieder ersetzt wird. Dies ist der Blutwechsel auf welchen wir oben p. 17. No. IV. hingewiesen haben.

Den ersten Einwurf, welchen man sogleich gegen diese Annahme zu machen geneigt ist, ist der, dass man keinen solchen Überfluss stickstofffreier Substanzen in dem Blute derjenigen Thiere findet, in deren Nahrung eine so unverhältnissmässig grosse Menge solcher Substanzen verzehrt wird. Ihr Blut ist, so viel wir wissen, dem der Fleischfresser chemisch ganz gleich zusammengesetzt. Man kann gegen diesen Einwurf wohl erwidern, dass die Aufnahme und Ausscheidung dieser Stoffe immer gleichmässig vor sich gehe, dass sie nur successive durch das Blut gehen und zur Zeit immer nur in so geringer Menge mit demselben circuliren, dass sie bei der Analyse nicht aufgefunden werden. Aber diese Vertheidigung ist doch nur eine Hypothese, welcher man erst beipflichten würde, wenn das Factum, zu dessen Erklärung sie ersonnen ist, bewiesen wäre. Das ist aber bis jetzt nicht der Fall. Im Gegentheil aber erscheint sie, bei genauer Betrachtung, doch etwas unwahrscheinlich. Es soll dadurch nicht etwa ein geringer Theil des ganzen Verbrauchs, sondern $\frac{4}{5}$ desselben erklärt werden. Hätten diese hypothetischen stickstofffreien Substanzen und die übrigen bekannten Bestandtheile des Blutes, eine gleiche Verwandtschaft zum Sauerstoff, so müssten die erstereu $\frac{4}{5}$ der festen Blutbestandtheile betragen, wenn sie $\frac{4}{5}$ des Verbrauches liefern sollten. Kommen sie aber in der That nur in unnachweisbar kleinen Mengen vor, so müssten sie eine unendlich viel grössere Zersetzbarkeit haben, als die stickstoffhaltigen Blutbestandtheile. Nun kann man ihnen, da sie gänzlich unbekannt sind, allerdings auch diese Eigenschaft vindiciren, obwohl die stickstoffhaltigen Körper die weniger zu-

sammengesetzten im Allgemeinen an Zersetzbarkeit zu über-
treffen pflegen; aber durch diese Anhäufung der Hypothe-
sen verliert die Sache immer mehr an Wahrscheinlichkeit.

Was mir bei der Beurtheilung von besonderer Wich-
tigkeit zu sein scheint, ist die ganz verschiedene Art
des Verbrauches, welche nach der obigen Annahme zwis-
chen den Pflanzenfressern und Fleischfressern, ja bei dem-
selben Thiere und dem Menschen, wenn sie zu verschie-
denen Zeiten verschiedene Nahrung geniessen, statuirt wird.
Bei Fleischnahrung stammt die Kohlensäure von den beim
Stoffwechsel umgesetzten organisirten Substanzen, bei
Pflanzennahrung direct von den stickstofffreien Stoffen,
ohne dass diese zur Bildung organischer Bestandtheile bei-
getragen haben.

p. 55. Die Nahrung des fleischfressenden Thieres ist identisch
mit den Hauptbestandtheilen seines Körpers; die Metamor-
phosen, welche seine Gebilde erfahren, müssen identisch sein
mit den Veränderungen, welche in ihren Lebensacten ihre
Nahrungsmittel erleiden.

Das verzehrte Fleisch und Blut giebt seinen Kohlenstoff zur
Unterhaltung des Respirationsprocesses her; den Stickstoff er-
halten wir als Harnstoff oder Harnsäure wieder. Ehe aber
diese letzte Veränderung erfolgt, wird das todtte Fleisch und
Blut zu lebendigem Fleisch und Blut und es ist im eigentli-
chen Sinne der Kohlenstoff der durch Umsetzung der leben-
den Gebilde entstandeneu Verbindungen, welcher zur Hervor-
bringung der thierischen Wärme dient.

p. 70. Es ist offenbar, dass in dem Organismus des pflanzen-
fressenden Thiers, dessen Nahrung eine verhältnissmässig so
kleine Menge seiner Blutbestandtheile enthält, der Act der
Umsetzung der vorhandenen Gebilde, dass demzufolge ihre
Erneuerung, die Reproduction derselben, bei weitem miuder
rasch vor sich geht, als bei den fleischfressenden Thieren.

Stellen wir die Hypothesen zusammen, welche Lie-
big zur Erklärung des Nutzens der stickstofffreien Sub-
stanzen für nöthig gefunden hat, so haben wir nun schon
eine ganze Reihe:

Die Art des Verbrauches im thierischen Organismus
ist abhängig von der Nahrung.

Bei Fleischnahrung findet ein wirklicher Stoffwechsel d. h. Verbrauch und Ersatz solcher Proteinsubstanzen statt, welche dem Körper schon angehört haben.

Bei Pflanzennahrung kann ein solcher Verbrauch nur in geringem Umfange vor sich gehen, kann nur $\frac{1}{5}$ von der Menge betragen, welche bei Fleischnahrung umgesetzt wird.

Unter solchen Umständen würde aber der Sauerstoff das Thier selbst verzehren, wenn nicht die Weisheit des Schöpfers die übrigen $\frac{4}{5}$ Kohlenstoff in der Form von stickstofffreien Substanzen zugesetzt hätte.

Diese gelangen auf eine, für unsere Wahrnehmung unmerkliche Weise in das Blut und dienen zur Befriedigung des Sauerstoffs.

Keine dieser Hypothesen lässt sich durch Thatsachen nachweisen. Gegen alle lassen sich begründete Einreden vorbringen, und die wichtigste unter diesen ist gewiss die gegen die Abhängigkeit des Stoffwechsels von der Art der Nahrung. Dadurch wird der Stoffwechsel zu einem der letzten und unbedeutendsten Glieder in der Reihe der organischen Vorgänge. Heute trifft er die organisirten Gebilde, morgen, bei vegetabilischer Kost, nur einen Theil der Nahrungsmittel, der, ohne zur Ernährung das Geringste beizutragen, gleichsam nur durch den Körper hindurchgejagt wird. Heute hat der Sauerstoff eine grosse Verwandtschaft zu den Proteinbestandtheilen, morgen lässt er sie fast unberührt und sättigt sich an stickstofffreien Substanzen, welche in so unbedeutenden Mengen durch das Blut wandern, dass man sie durch die Analyse nicht nachzuweisen vermag.

Verfolgt man diese Gedanken weiter, so findet man bald, dass jede gemischte Nahrung ein Luxus ist. Hat der Sauerstoff wirklich eine so durchaus vorherrschende Verwandtschaft zu den stickstofffreien Substanzen, so werden so lange gar keine Proteinstoffe zerlegt werden, als die stickstofffreien Substanzen in den Nahrungsmitteln hin-

reichen, den Sauerstoff zu sättigen. Die Zufuhr von Proteinstoffen neben den stickstofffreien Substanzen hat somit gar keinen Zweck. Käme es nur auf die Befriedigung des Sauerstoffs an, so würde man mit vollkommen stickstofffreier Kost diesen Zweck hinreichend erfüllen können.

Wir sehen, dass uns diese Ansichten in ein Gewebe von Widersprüchen verwickeln. Der Stoffwechsel kann nicht eine so untergeordnete Bedeutung haben. Zwar wissen wir die Gründe nicht, warum ein beständiger Wechsel der organischen Substanz nothwendig ist, auch wissen wir den Mechanismus nicht, dessen sich die Natur zur Erfüllung dieses Zweckes bedient, aber aus allen Erfahrungen dürfen wir schliessen, dass ein solcher Wechsel eine nothwendige Bedingung der Existenz der thierischen Körper ist und dass er nach gleichmässigen und nothwendigen Gesetzen im Körper vor sich geht. Will man überhaupt bei einem Complexe zusammenwirkender Ursachen den einen eine wichtigere, den andern eine weniger wichtige Stelle zuschreiben, so muss man diejenigen Ursachen, welche ursprünglich den Stoffwechsel bestimmen, als die wichtigsten an die Spitze stellen, und die andern, z. B. Sauerstoffaufnahme zur Entfernung des Verbrauchten, als davon abhängig betrachten. Gewiss aber nicht umgekehrt. Doch hat eine solche Rollenvertheilung überhaupt keinen Werth auf einer Bühne, wo selbst die kleinste Rolle, schlecht gespielt, dem ganzen Stück ein Ende macht.

Wenn der oben angeführten Hypothesenreihe auf der einen Seite der thatsächliche Beweis fehlt, so verwickelt sich Liebig selbst dadurch in einen Widerspruch mit dem Satze Nr. II. pag. 25. Dort wurde der Stoffwechsel abhängig gemacht von dem Verbräuche von Kraft zu mechanischen Effecten. Die Lebenskraft erhält die organischen Gebilde dem Sauerstoff gegenüber; wenn sie sich in Erzeugung von mechanischen Effecten erschöpft, vermag sie der chemischen Action nicht mehr das Gleichgewicht zu halten, letztere herrscht vor, und ein Äquivalent der bis-

her organischen Substanz verbindet sich mit Sauerstoff und muss nun ausgeschieden werden.

So eben sahen wir den Stoffwechsel abhängig von der Nahrung.

Sollen beide Sätze richtig sein, so muss eine vollkommene und nothwendige Harmonie in der Kraftproduction und der Art der Nahrung stattfinden, und folgende Sätze müssen ihre Richtigkeit haben.

Fleischfresser produciren eine (bis 5 mal) grössere Kraft zu mechanischen Effecten als Pflanzenfresser.

Der Mensch producirt bei Fleischnahrung eine weit grössere Kraft zu mechanischen Effecten als bei gemischter oder vorzugsweise vegetabilischer Kost.

Bei Fleischnahrung muss viel Kraft zu mechanischen Effecten verwendet werden, damit ein hinreichender Stoffwechsel stattfindet.

Bei vegetabilischer Kost kann nicht ein gleich grosser Kraftaufwand zu mechanischen Effecten verwendet werden, weil dann ein Stoffumsatz erfolgen würde, der durch die geringe Menge der Proteinbestandtheile der Nahrung unmöglich ersetzt werden kann.

Alle diese Sätze sind aber offenbar unrichtig. Liebig sucht zwar einen Theil derselben zu vertheidigen, aber, wie mir scheint, mit nicht zureichenden Gründen.

- p. 71. Der fleischessende Mensch athmet wie das fleischfressende Thier auf Kosten der Materien, die durch die Umsetzung seiner Organe entstanden sind, und ähnlich wie der Löwe, der Tiger, die Hyäne in den Kästen unserer Menagerien durch unaufhörliche Bewegung den Umsatz ihrer Gebilde beschleunigen müssen, um den zur Respiration nöthigen Stoff zu erzeugen, muss sich der Indianer des nemlichen Zweckes wegen, den grössten Anstrengungen und mühevollsten Beschwerden unterziehen; er muss Kraft verbrauchen, lediglich um Stoff zum Athmen zu schaffen.

Wenn diese Angaben richtig wären, könnten sie für Liebig's Ansichten sprechen. Aber verwendet der fleischessende Wilde wohl mehr Kraft zu mechanischen Effecten

ten als unser Holzhauer, Sackträger, Wegarbeiter oder Landmann? Die Strapazen der Jagd mögen zuweilen bedeutend sein; aber der Jäger trägt dabei keine Lasten, schiebt keine Schiebkarren voll Steine, gräbt keinen Boden um. Hat er seine Beute erlegt, so ist sein Tagewerk vollbracht und er verzehrt in aller Behaglichkeit sein Fleisch und pflegt der Ruhe, bis ihn die Noth zu neuer Bewegung treibt. Die Mühseligkeiten der Jagd klingen bei der Erzählung recht romantisch und fallen sehr in die Augen. Die Tagesbeschäftigung unserer Arbeiter ist sehr prosaisch, und wir sehen sie so täglich, dass wir sie nicht gehörig würdigen. Sollte aber der Leser zweifelhaft sein, was mehr Anstrengung erfordert, einen Tag zu jagen oder einen Tag zu dreschen oder Holz zu spalten, so darf die Entscheidung getrost einem Experimente überlassen bleiben.

Nun lebt aber unsere arbeitende Classe bekanntlich vorzugsweise von vegetabilischer Kost. Brot und Kartoffeln sind die Hauptnahrungsmittel; zur Zubereitung der Speisen dient etwas stickstoffloses Fett (Speck oder Butter). Ein par mal in der Woche wird Fleisch gekocht, aber in verhältnissmässig geringen Mengen. Milch und Ei sind, wenigstens in unsern Städten, Luxusartikel bei dieser Classe. Woher also da die Elemente zum Ersatz der, durch mechanische Anstrengungen verbrauchten Stoffe? Nach Liebigs Ansichten müssten diese Individuen zu Kraftproduction vollkommen untauglich sein, und doch lehren uns ihre muskulösen Glieder und der Augenschein das Gegentheil. — Betrachten wir dagegen die Diät des Gelehrten, des wohlhabenden Geschäftsmannes, welcher Tage lang auf seinem Stuhle sitzt und kaum etwas anderes bewegt, als seine rechte Hand zum Schreiben. Er isst in einem Tage so viel Fleisch, als eine arme Familie in einer Woche; an mechanischen Effecten producirt er aber in einer Woche kaum so viel, als ein Mitglied jener Familie in einem Tage! Was wird da aus den stickstoffreichen

Mahlzeiten, die ohne angestrengte Bewegung nicht sollen umgesetzt werden können?

Ähnlich verhält es sich mit den fleischfressenden und pflanzenfressenden Thieren. Die ersteren gehen freilich in unsere Käfige gewöhnlich hin und her und erwecken durch die Leichtigkeit ihrer Bewegungen die Idee von einer grossen Kraftverwendung. Im natürlichen Zustande aber finden sich nur wenige, welche besonders grosse Anstrengungen unternehmen. Die wenigsten jagen ihre Beute eigentlich, die meisten erschleichen oder erlauern sie. Und wenn auch der Löwe z. B. in der Nacht sein grosses Revier im leichten Trabe durchirrt, vielleicht ein paar Kraftsprünge zur Erhaschung der Beute thut, was will die dabei verwendete Kraft sagen gegen den Kraftaufwand eines Pferdes, welches 10 Centner in der Hitze des Tages 6—8 Meilen weit zieht, gegen die Thaten, welche ein beladenes Kameel in der Wüste verrichtet? Gegen solche Thaten erscheint der Satz, dass die Fleischfresser mehr Kraft zu mechanischen Effecten verwenden, im grellsten Widerspruche.

Ist also Liebig's Satz Nr. II. wahr, dass der Kraftverbrauch zu mechanischen Effecten einen äquivalenten Stoffwechsel bedingt, so ist es gleichfalls wahr, dass sowohl bei den pflanzenfressenden Thieren (Pferd, Esel, Kameel u. s. w.) als bei den vorzugsweise von Vegetabilien lebenden Menschen (wenigstens bei der arbeitenden Klasse der gemässigten und warmen Zonen) der ausgedehnteste Stoffwechsel gefunden werden muss.

Ist dagegen Liebig's Annahme wahr, dass bei Fleischnahrung der Stoffwechsel grösser ist, als bei Pflanzennahrung, so ist sein Satz Nr. II falsch, und der Stoffwechsel hängt nicht mit dem Kraftverbrauche zusammen.

In diesem Dilemma findet man leicht heraus, was man für das Wahrscheinlichste halten darf; aber eine beweisende Entscheidung lässt sich für jetzt nicht erhalten. Das Hinderniss liegt vorzugsweise darin, dass wir über das

Maass des Stoffwechsels nichts Bestimmtes wissen und eigentlich nichts wissen können, wenn in den Secreten ausser den Producten des Stoffwechsels auch noch die Producte des Blutwechsels angenommen werden. Von vorn herein ist es nicht unwahrscheinlich, dass die organischen Substanzen durch häufigere Benutzung bei angestregten Bewegungen mehr verbraucht und deshalb mehr gewechselt werden; aber eine solche Vorstellung ist doch noch ziemlich roh und enthält jedenfalls keinen Beweis. Es scheint ausgemacht, dass bei mässiger Bewegung mehr Kohlensäure ausgeathmet wird, als während der Ruhe; dass dies bei verstärkter Bewegung in noch höherem Maasse stattfinden werde, kann man wohl nach der vermehrtem Frequenz der Pulsschläge und Respirationen, und aus dem dabei verminderten Körpergewichte vermuthen. Dies galt nun allerdings bisher für einen Beweis von vermehrtem Stoffwechsel, allein nach der Liebigschen Hypothese, kann man immer davon so viel, als man für passend findet, dem Blutwechsel zuschreiben. Kurz, thatsächliche Beweise lassen sich so wenig für als gegen die Liebigsche Hypothese auffinden, da wir auf keine Weise beobachten können, wo im Körper der Stoffwechsel vor sich geht. Ich habe mich deshalb bemüht, den Werth der Hypothesen unpartheiisch nach allgemeinen Grundsätzen zu beurtheilen, und bin zu dem Resultate gekommen, dass die Liebigschen Hypothesen von den Nahrungs- und Respirations-Mitteln die verschiedenen Schwierigkeiten keineswegs aus dem Wege räumen und unwahrscheinlich sind: theils aus inneren Widersprüchen, theils weil sie solchen Vorgängen, welche offenbar für die ganze Existenz des Körpers von der grössten Wichtigkeit sind, eine sehr untergeordnete Bedeutung beilegen und sie von äusseren, zufälligen Bedingungen abhängig machen. Einen positiven Gegenbeweis zu liefern, halte ich bei dem jetzigen Staude unseres Wissens für unmöglich; den Werth der angeführten Gegengründe zu würdigen, muss ich dem Urtheile des Lesers überlassen.

Können wir uns nach dem oben gesagten nicht entschliessen, den Stoffwechsel in so bedeutendem Umfange von den Nahrungsmitteln abhängig zu machen, schreiben wir deshalb den Pflanzenfressern einen verhältnissmässig gleich grossen Stoffwechsel zu als den Fleischfressern, weisen wir die Bedeutung der stickstofffreien Nahrungsmittel als Respirationsstoffe im Liebig'schen Sinne zurück, so treten uns die Schwierigkeiten entgegen, welche Liebig so scharf hervorhebt, und welche ihn vermocht haben, die obigen Hypothesen aufzustellen. Seine Argumentationen haben wenigstens in Hinsicht dieser Erklärungsschwierigkeiten volle Wahrheit.

Es ist wahr, dass die Pflanzenfresser nur einen sehr geringen Theil von Proteinstoffen geniessen.

Es ist wahr, dass die stickstofffreien Substanzen als solche den Ersatz der verbrauchten organischen Substanzen nicht leisten können.

Es ist wahr, dass die Kohlensäureausscheidung grösser ist, als dass sie von den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Pflanzennahrung geliefert werden könnte.

Es giebt, meiner Ansicht nach, nur zwei Möglichkeiten, diese scheinbaren Widersprüche zu schlichten.

- a. Entweder ist der Stoffwechsel (p. 16. Nr. 2 (t) u. 3) überhaupt geringer, als man ihn sich bisher gedacht hat, während ein Blutwechsel (p. 17. Nr. 4) die grössere Menge des Verbrauches liefert. —
- b. Oder es muss möglich gedacht werden, dass die stickstofffreien Nahrungsmittel eine Stickstoffverbindung eingehen, dem Blute einverleibt die Ernährung besorgen und auf dem gewöhnlichen Wege des Stoffwechsels wieder ausgeschieden werden können. Dann fällt die besondere Art der Oxydation des circulirenden Blutes (der Blutwechsel) weg, und die umgesetzten und als Kohlensäure und Wasser ausgeschiedenen Substanzen haben vorher zur Ernährung des Körpers gedient, sind

Glieder, wenn auch flüssige, in der Reihe der organischen Gebilde gewesen. (Stoffwechsel Nr. 2.)

Bei der Prüfung dieser beiden Erklärungsweisen müssen wir von vorn herein erkennen, dass wir, nach unseren jetzigen Erfahrungen, zu keinem bestimmten Beweise für die eine oder andere Ansicht gelangen werden; wir werden zufrieden sein müssen, wenn wir ermitteln, für welche von beiden die grössere Wahrscheinlichkeit vorhanden ist.

- a. Wenn wir den Stoffwechsel nur in dem Umfange statuiren, als die umgesetzte organische Substanz durch die Proteinstoffe der Nahrungsmittel ersetzt werden kann, so finden wir, wie Liebig oben auseinandersetzt, beim Pferde z. B. nur $\frac{1}{5}$ des Verbrauches dadurch erklärt. Es ist nicht zu bezweifeln, dass manche andere Thiere von noch stickstoffärmerer Nahrung leben, wo dann der eigentliche Stoffwechsel noch unbedeutender ausfallen würde. Doch wir wollen das Beispiel vom Pferde beibehalten.

Wir gehen bei der Erörterung der vorliegenden Frage von dem Grundsatz aus, dass der Stoffwechsel, als eine der wesentlichsten Bedingungen der Existenz nach allgemeineren Gesetzen geregelt, also bei den verschiedenen Thieren wenigstens ungefähr gleich sei. Danach würde denn auch für die Fleischfresser nur $\frac{1}{5}$ des ganzen Verbrauches von dem Stoffwechsel, die übrigen $\frac{4}{5}$ von einem Blutwechsel abgeleitet werden müssen. Da in ihrer Nahrung nur wenig stickstoffarme Bestandtheile vorkommen, so müsste dabei ferner vorausgesetzt werden, dass von den verzehrten Proteinstoffen auch nur $\frac{1}{5}$ zur Ernährung verwendet, die übrigen $\frac{4}{5}$ aber schon im Blute zersetzt, in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser zerlegt würden und so eine, den stickstofffreien Materien analoge Rolle spielten. So würden dann $\frac{4}{5}$ der Nahrungsmittel eigentlich unbenutzt in den Secreten wieder ausgeleert.

Die Möglichkeit eines solchen Verhaltens ist nicht

wohl in Abrede zu stellen. So nimmt Lehmann z. B. an, dass bei sehr stickstoffreicher Kost wirklich ein Theil der Nahrung in den Secreten entfernt werde, ohne zur Ernährung gedient zu haben. Er fand unter übrigens gleichem Verhalten bei animalischer Kost 53, bei vegetabilischer 22, bei stickstofffreier 15, bei gemischter 32 Grm. Harnstoff in dem täglich entleerten Urin. Auch das Verhältniss des Harnstoffs zu den übrigen festen Bestandtheilen variierte nach den Nahrungsmitteln. Bei gemischter Kost war es wie 100:116, bei animalischer wie 100:63, bei vegetabilischer wie 100:156, bei stickstofffreier wie 100:170. Obwohl ich den von Lehmann aus diesen Resultaten gezogenen Schluss für ganz richtig halte, muss ich doch bemerken, dass er nur unter der Voraussetzung als bewiesen betrachtet werden kann, dass der Stoffwechsel selbst sich nicht nach der Art der Nahrungsmittel ändert. Wird diese Voraussetzung nicht zugegeben, wie sie Liebig wirklich nicht zugiebt, so können die angeführten Versuche nicht als Beweismittel angewandt werden, da sich das Resultat auch aus einem vermehrten oder verminderten Stoffwechsel erklären lässt.

Obwohl ich nun die Überzeugung theile, dass bei übermässiger Aufnahme stickstoffreicher Substanzen ein Theil derselben in den Secreten als Harnstoff, Kohlensäure und Wasser ausgeschieden werde, ohne vorher zur Ernährung gedient zu haben, so trage ich doch Bedenken diese Annahme so weit auszudehnen, um dadurch $\frac{4}{5}$ der wesentlichen Secrete zu erklären. Wenigstens bei den Thieren, welche die Natur ausschliesslich auf Fleischnahrung angewiesen hat, würde mir dies als eine grosse Verschwendung erscheinen. Welchen wesentlichen Zweck sollten denn diese $\frac{4}{5}$ der Nahrung erfüllen? Nur den problematischen feindlichen Angriff des Sauerstoffs vom Körper abhalten? Ich habe oben gesagt, dass mir dies kein Grund für eine solche Annahme scheint. Sie wären also ziemlich überflüssig.

Bei den Pflanzenfressern treten uns auch bei dieser Annahme dieselben Schwierigkeiten entgegen, welche wir schon vorhin in Bezug auf Liebig's Respirationsmittel hervorhoben. Nur $\frac{1}{5}$ der Speise dient zur Ernährung, nur $\frac{1}{5}$ kann die Form, annehmen, unter welcher wir nach unseren Untersuchungen die Blutbestandtheile kennen; die Form, unter welcher wir uns die übrigen $\frac{4}{5}$ im Blute zu denken haben, bleibt uns gänzlich räthselhaft. Beim Pferde z. B. müssten täglich 116 Loth Kohlenstoff in einer Form die Blutbahn durchlaufen, welche wesentlich von den uns bekannten Blutbestandtheilen abweicht, in einer stickstofffreien Verbindung. Da würde es doch sehr auffallend sein, dass wir sie nicht durch die Analyse nachzuweisen vermögen. Man könnte freilich, um dies zu erklären, die Hypothese einschieben, dass diese stickstofffreien Verbindungen in demselben Momente, in welchem sie das Blut erreichten, durch den darin absorbirten Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser verwandelt würden. Allein dies führt nur zu neuen Schwierigkeiten in der Erörterung. Die Stelle, wo die Lymphgefäße in die Blutbahn einmünden, ist das Venensystem in der Nähe des Herzens. Für eine rasche Oxydation ist diese Gegend ungeeignet, weil der im Blute absorbirte Sauerstoff schon im Capillarsystem zum Theil zur Kohlensäurebildung verwendet, die beuannte Gegend also sicher die sauerstoffärmste des ganzen Gefäßsystemes ist. Wollten wir aber selbst an dieser Stelle noch die Möglichkeit einer so raschen Oxydation zugestehen, so würde nach Liebig's Ansichten zugleich zugegeben werden müssen, dass in dieser Gegend $\frac{4}{5}$ der ganzen Körperwärme producirt werde, wenn daselbst $\frac{4}{5}$ der ganzen Kohlensäure gebildet würde. Was gegen eine solche Annahme einzuwenden ist, finden wir hinlänglich in den Handbüchern der Physiologie erörtert.

Nach allem gesagten kann ich diese erste Erklärungsweise nicht wahrscheinlich finden, und neige mich deshalb mehr zu der zweiten,

- b. wonach auch die stickstofffreien Substanzen in die bekannten Proteinbestandtheile des Blutes, in eigentliche Ernährungssubstanzen des Körpers übergehen und auf dem gewöhnlichen Wege des Stoffwechsels wieder ausgeschieden werden können.

Dieser Vorgang wird erklärlich unter der Voraussetzung, dass der Stickstoff der umgesetzten Gebilde unter Umständen nicht im gleichen Maasse aus dem Blute ausgeschieden wird, wie der Kohlenstoff und Wasserstoff sondern sich zum Theil mit stickstofffreien Substanzen, wenn solche durch die Nahrungsmittel dargeboten werden, zu Proteinstoffen verbindet. Diese Hypothese ist bekanntlich schon früher vertheidigt, und die Vorzüge, welche sie vor den übrigen Erklärungsweisen hat, leuchten ein.

1. Wir brauchen dann nicht eine so grosse Menge stickstofffreier Substanzen im Blute anzunehmen, welche mit unsern Analysen Verstecken spielen.
2. Der Stoffwechsel kann bei den verschiedenen Thierklassen gleich gross sein und braucht nicht bei demselben Individuum als von der Nahrung abhängig betrachtet zu werden.
3. Es fällt die unwahrscheinliche Annahme weg, dass unter Umständen $\frac{4}{5}$ der ganzen Nahrung nur gefressen würde um Secrete zu bilden.
4. Es fällt die unwahrscheinliche Annahme weg, dass bei gewissen Thierklassen der grösste Theil der Nahrung nur dazu diene, dem problematischen feindlichen Angriffe des Sauerstoffs zu widerstehen.

Natürlich sehe ich in dieser Annahme nichts weiter als eine Hypothese; aber sie scheint mir noch am besten die Thatsachen zu erklären. Von chemischer Seite möchte gegen diese Annahme wohl a priori keine Einrede zu machen sein, da auch in der unorganischen Natur Beispiele eines solchen Verhaltens vorkommen. Die Rolle, welche

das Stickstoffoxyd bei der Bereitung der s. g. englischen Schwefelsäure spielt, giebt uns das passendste Analogon. Auch im thierischen Körper scheinen einige andere Stoffe eine ähnliche Rolle zu spielen, wie aus Liebigs Angaben über das Verhalten des Natrons (p. 58) und der phosphorsäuren Salze (p. 73) hervorgeht. Über die letzteren sagt er:

“Bei den pflanzenfressenden Thieren, die eine verhältnissmässig so kleine Quantität von Phosphor oder phosphorsäuren Salzen geniessen, sammelt der Organismus offenbar alle durch die Umsetzung der Gebilde erzeugten löslichen phosphorsäuren Salze, und verwendet sie zur Ausbildung der Knochen und der phosphorhaltigen Bestandtheile des Gehirns; die Secretionsorgane scheiden sie von dem Blute nicht ab“.

Man kann somit in der Annahme, dass der Stickstoff sich äbulich verhalte, nichts geradezu widersprechendes finden. Allein ich erkenne gern die Einwürfe an, welche dagegen zu machen sind.

Am meisten scheint das Factum dagegen zu sprechen, dass man Thiere nicht mit stickstofffreier Kost am Leben erhalten kann, ja dass sie fast eben so rasch unterliegen, wie bei gänzlichem Hungern. Aber diesen Versuchen fehlt doch die volle Beweiskraft.

Erstens ist zu bemerken, dass die Hunde sich bei Magendies Versuchen in den ersten 8 Tagen ganz munter zeigten. Das findet man nicht bei gänzlicher Nahrungslosigkeit, und man könnte daraus schliessen, dass der Körper doch von diesen stickstofffreien Substanzen Gebrauch gemacht habe.

Zweitens aber zeigen überhaupt die Fütterungsversuche mit einer einzigen Substanz ähnliche Resultate, möge sie stickstofffrei sein oder Stickstoff enthalten. Es scheinen dabei noch Umstände obzuwalten, welche uns gänzlich räthselhaft sind und fernerer Autklärungen bedürfen. So wurden Hunde bei Fütterung mit Käse oder gekoch-

tem Eiweiss, obwohl sie lange am Leben blieben, mager, krank und rüdig. Gänse konnten dadurch gar nicht am Leben erhalten werden. — So starb ein Hund bei Weissbrot, Waitzen und Wasser in 50 Tagen, während ein anderer bei Komissbrot ganz gesund blieb. — Kaninchen und Meerschweinchen starben nach 15 Tagen, wenn sie nur Waitzen oder Gerste, Hafer, Kohl oder Rüben bekamen, während sie vollkommen gesund blieben, wenn man diese Substanzen durch einander oder hinter einander herfütterte. Bei trockenem oder gekochtem Reis starb ein Esel nach 15 Tagen, und doch ist darin mehr Stickstoff, als in seiner gewöhnlichen Nahrung.

Aus diesen Versuchen kann man die widersprechendsten Schlüsse ziehen und darf sie somit vorläufig nicht als zulängliche Beweismittel für die eine oder andere Ansicht benutzen. Es scheint daraus zu folgen, dass die Nährfähigkeit einer Substanz auch noch von andern Umständen abhängt, als bloss von ihrer chemischen Zusammensetzung. Die Anordnung des Darmkanals zeigt bei den verschiedenen Thieren ja so manche besondere Eigenthümlichkeiten, dass die Annahme nicht widersinnig ist, dass sich auch nur besondere Nahrungsmittel für diesen oder jenen Darmkanal eignen. Käme es nur auf den chemischen Gehalt der Substanzen an, so müsste es möglich sein, einen Löwen mit Heu zu füttern, wenn man ihm nur die gehörige Menge davon einnötigte.

Im Interesse der Wissenschaft wäre es sehr wichtig, durch Versuche zu entscheiden, ob stickstofffreie Substanzen durch Hinzutreten von Stickstoff im Blute zu Proteinstoffen umgewandelt werden können. Die bisherigen Versuche geben keine sichern Resultate, und ich sehe auch keinen Weg, welcher zu einer definitiven Entscheidung führen könnte. Es fehlt immer das wichtigste Glied zur Vergleichung; die Grösse des Stoffwechsels im Normalzustande ist gänzlich unbekannt. Wollen wir deshalb von ferneren Versuchen Aufschluss hoffen, so müsste diese

Grösse vorher bestimmt sein. Aber wie soll man zur Kenntniss derselben gelangen? Offenbar können wir nur aus der Untersuchung der Secrete und des Körpergewichtes Schlüsse ziehen. Untersuchen wir sie aber bei gewöhnlicher, normaler Fütterung, so wird, wie wir sahen, ein Theil der Secrete einer directen Veränderung der Nahrungsstoffe zugeschrieben. Untersuchen wir sie aber bei hungernden Thieren, so wird der Einwurf gemacht, dass bei diesem krankhaften Zustande Schlüsse auf das Normalverhältniss unzulässig seien. Dennoch glaube ich, dass diese letztere Methode am ersten zum Ziele führen kann. Wir erhalten dabei wenigstens das Maass für den, dem Körper durchaus unentbehrlichen, Stoffwechsel. Der Stickstoffgehalt des Urins könnte als Repräsentant dieses Maasses angesehen werden. Natürlich dürften diese Versuche nur so lange fortgesetzt werden, als der relativ gesunde Zustand des Thieres bezeugte, dass noch keine bedeutendern Destructionen im Körper entstanden sind, denn bei eingetretenen krankhaften Störungen könnten Colliquationen eine unverhältnissmässig grosse Menge organischer Substanz den Secreten zuführen und jede annähernde Vergleichung mit dem Normalzustande verhindern. Wählte man zu vergleichenden Beobachtungen z. B. den 3ten bis 5ten Tag nach begonnenem Versuche, so würde man diesen Einwürfen nach Möglichkeit ausweichen. Wenn so der Gewichtsverlust und der wesentliche Gehalt der Secrete bei einigen hungernden Thieren bestimmt ist, würde man zur Vergleichung andere unter ganz gleichen Verhältnissen mit gemischten stickstofffreien Substanzen füttern. Ergäbe dann die Beobachtung, dass an den entsprechenden Beobachtungstagen bei den letzteren ebensoviel Stickstoff in den Secreten entfernt wird, als bei den hungernden, so würde daraus der Schluss zu ziehen sein, dass der Stickstoff der umgesetzten Gebilde nicht die Fähigkeit besitzt, mit stickstofffreien Substanzen im Blute Proteinkörper zu bilden. Ergäbe sich aber, dass weniger stickstoffreiche

Substanzen ausgeleert werden, so würde bei einer vorurtheilsfreien Betrachtung wenigstens wahrscheinlich sein, dass der Stickstoff die besagte Rolle übernehmen kann. Freilich würde auch dadurch noch kein Beweis gegen Liebig's Ansichten geliefert werden können, da der Annahme immer noch Raum bleibt, dass diese Respirationsstoffe durch Befriedigung des Sauerstoffs die organischen Gebilde vor einer Zersetzung geschützt hätten.

Die bisherigen Versuche lassen sich bei der Beurtheilung dieser Fragen nicht vollständig benutzen. Einestheils fehlt die genaue Vergleichung mit hungernden Thieren; andernteils widersprechen sie sich unter einander. Chevreul fand bei den Versuchen von Magendie den Urin der Hunde alkalisch, ohne Harnsäure; die Excremente stickstoffärmer als im Normalzustande. Marchand fand im Urin von Hunden, welche nur mit Zucker gefüttert wurden, ebensoviel Harnstoff, als im gesunden Zustande. Lehmann fand in den oben angeführten Versuchen den Harnstoff bei stickstofffreier Nahrung sehr vermindert.

So sehen wir denn, dass Mangel an feststehenden Thatsachen für jetzt eine entscheidende Beurtheilung der erörterten Fragen unmöglich macht, und dass wir uns darauf beschränken müssen, den Werth der einzelnen Hypothesen, wie es oben geschehen ist, nach ihrer Wahrscheinlichkeit zu beurtheilen.

V. Über den Weg und die Form, vermittelt welcher die stickstofffreien oder stickstoffarmen Substanzen zur Verwendung in das Blut gelangen.

Ich habe bei der vorhergehenden Untersuchung wiederholt erwähnt, dass mir die Erklärung besondere Schwierigkeiten darzubieten scheinete, in welcher Art die grosse Menge stickstofffreier Respirationsmittel durch das Blut gehe. In diesem Abschnitte finden wir Liebig's specielle Erklärung dafür. Nach ihm ist die Leber und Gallenblase

das Reservoir für die stickstofffreien, zur Ernährung untauglichen und zur Oxydation bestimmten Substanzen, welche bei den Fleischfressern von den umgesetzten organischen Gebilden, bei den Pflanzenfressern von den Nahrungsmitteln stammen.

- p. 55. Alle Stoffe, welche den Kohlenstoff der umgesetzten Gebilde enthalten, sammeln sich in Gestalt einer löslichen, mit Wasser in allen Verhältnissen mischbaren Natronverbindung in der Gallenblase an, aus der sie sich im Duodenum mit dem Speisebrei wieder mischen. Alle Theile der Galle, die ihre Löslichkeit in dem Verdauungsprocess nicht verlieren, kehren während der Verdauung frisch genossener Nahrung in unendlich fein vertheiltem Zustande wieder in den Körper zurück. Das Natron der Galle, so wie alle durch schwache Säuren nicht fallbaren kohlenstoffreichen Bestandtheile, (diese betragen $\frac{99}{100}$ aller übrigen) behalten ihre Fähigkeit, durch die Saugadern des Dünndarms und Dickdarms wieder resorbirt zu werden, unverändert bei. Ja, diese Fähigkeit ist direct beweisbar durch gallehaltige Klystiere, deren Gallegehalt mit der Flüssigkeit im Mastdarm verschwindet.
- p. 56. Der Sauerstoff begegnet auf seinem Wege den durch die Umsetzung der Gebilde entstandenen Verbindungen, er verbindet sich mit ihrem Kohlenstoff zu Kohlensäure, mit ihrem Wasserstoff zu Wasser, und Alles, was diesen Oxydationsprocess nicht erlitten hat, kehrt in der Form von Galle wieder in den Körper zurück, wo sie nach und nach völlig verschwindet.

Bei den Fleischfressern enthält die Galle den Kohlenstoff der umgesetzten Gebilde, dieser Kohlenstoff verschwindet in dem thierischen Körper, die Galle verschwindet im Lebensprocess, ihr Kohlenstoff tritt als Kohlensäure, ihr Wasserstoff als Wasser durch Haut und Lunge aus; es ist klar, die Bestandtheile der Galle dienen zur Respiration und zur Hervorbringung der animalischen Wärme. Alle Theile der Nahrung der Fleischfresser sind fähig in Blut überzugehen, ihre Excremente enthalten nur unorganische Substanzen (Knochenerde u. s. w.) und was wir an organischen Stoffen diesen beigemischt finden, sind lediglich Excretionen, welche den Durchgang durch diese Eingeweide vermitteln. Bei den Fleischfressern enthalten die Excremente keine Galle, kein Natron, keine Spur einer der Galle ähnlichen Substanz wird von Wasser

- aufgenommen, die Galle ist aber in allen Verhältnissen damit mischbar.
- p. 58. Wäre die Galle zur Ausleerung bestimmt, so müssten wir sie verändert oder unverändert, wir müssten das Natron in den festen Excrementen wiederfinden. Aber bis auf gewisse Mengen von Kochsalz und schwefelsauren Salzen, welche Bestandtheile aller thierischen Flüssigkeiten sind, finden wir in den festen Excrementen nur Spuren von Natronverbindungen. Das Natron der Galle ist aber jedenfalls aus den Eingeweiden in den Organismus wieder zurückgekehrt, und das Nämliche muss von den organischen Stoffen gelten, die mit diesem Natron verbunden bleiben.
- p. 59. Während dem Verdauungsprocess ist also das Natron der Galle und mit ihm alle Bestandtheile derselben, die ihre Löslichkeit nicht verloren haben, in den Organismus zurückgekehrt. Es wird beim Menschen 45–56 mal mehr Galle secernirt, als man in den durch den Darmkanal ausgeleerten Stoffen nachzuweisen vermag.
- p. 134. Was in Beziehung auf den Ursprung der Galle, oder richtiger vielleicht, der Choleinsäure bei den fleischfressenden Thieren als unleugbare Wahrheit angesehen werden muss, kann in keiner Weise für alle Bestandtheile der Galle gelten, welche von der Leber der Gras- und Körnerfressenden Thiere secernirt werden, denn es ist bei der grossen Menge Galle, die von der Leber eines Ochsen secernirt wird, schlechterdings unmöglich anzunehmen, dass aller Kohlenstoff derselben von der Substanz der umgesetzten Gebilde stammt.
135. Es müssen nothwendiger Weise, ausser den Proteinverbindungen, noch Materien anderer Art an der Bildung der Galle in dem Organismus der Gras- und Körnerfressenden Thiere Antheil nehmen, und diese können nur die stickstofffreien Körper sein.
137. Die Hauptbestandtheile der Galle dieser Thiere enthalten Stickstoff; dieser Stickstoff stammt von den Proteinverbindungen.
- Sie enthält eine grössere Menge Kohlenstoff, als der genossenen stickstoffhaltigen Nahrung oder der Substanz ihrer Gebilde entspricht, die in ihrem Lebensprocess eine Änderung erlitten haben. Ein Theil dieses Kohlenstoffs muss demnach von den stickstofffreien Nahrungsmitteln geliefert werden und, um in einen stickstoffhaltigen Bestandtheil der Galle überzugehen, müssen sich nothwendig eine gewisse Anzahl

ihrer Elemente verbunden haben mit einem stickstoffhaltigen Körper, der aus einer Proteinverbindung entstanden ist.

145. Die chemische Analyse sowohl, wie die Beobachtung des lebenden Thierkörpers unterstützen sich alle gegenseitig; sie führen zu dem Schlusse, dass eine gewisse Quantität des Kohlenstoffs der stickstofffreien Nahrungsstoffe (Respirationsstoffe) von der Leber in der Form von Galle secernirt wird, dass ferner die stickstoffhaltigen Producte der Umsetzung der Gebilde der Gras- und Körner-fressenden Thiere nicht direct und unmittelbar, wie bei den Fleischfressern zu den Nieren gelangen, sondern dass sie vor ihrem Austreten durch die Harnblase, in gewissen anderen Processen, und namentlich in der Bildung der Galle eine Rolle übernehmen.

Der wesentliche Inhalt dieser Ansichten ist somit:

1. Die Galle ist kein Auswurfstoff.
2. Sie dient als Respirationsmittel.
3. Bei Fleischfressern stammt sie von den umgesetzten Gebilden; bei Pflanzenfressern grösstentheils aus den Nahrungsmitteln.

Wir müssen diese Sätze einzeln prüfen.

1. Ob die Galle ein Auswurfstoff sei, oder nicht, ist lange eine Streitfrage unter den Physiologen gewesen. Dass einige Bestandtheile derselben im Darmkanal resorbirt werden mögen, ist schon länger ziemlich allgemein angenommen. Dass ein Theil mit den Excrementen weggehe, hielt man bis jetzt für factisch bewiesen. Wieviel aber zur Entleerung, wieviel zur Resorption bestimmt sei, darüber hat man keine genauen Ansichten.

Liebig giebt das zur Resorption Bestimmte als $\frac{99}{100}$ der ganzen Galle an. Die Gründe sind einfach. Man findet die Galle nicht in den Excrementen und, da sie löslich ist, muss sie so gut resorbirt werden, wie der lösliche Natriumgehalt.

Um über diese Frage entscheiden zu können, muss vorher zweierlei feststehen: a. Wieviel Galle wird überhaupt secernirt? b. Wieviel Bestandtheile finden wir in den Excrementen, die als veränderte oder unveränderte Galle

betrachtet werden können? — Beide Vorfragen sind aber noch nicht hinlänglich erledigt.

a. Über die Quantität der secernirten Galle wissen wir gar nichts bestimmtes. Die Angaben stammen zum Theil von pathologischen Beobachtungen, wo eine Gallenfistel Gelegenheit gab, die Menge zu bestimmen. Diese sind ganz unsicher, da man über den Concentrationsgrad der ausgeleerten Galle nichts weiss und eitrige oder seröse Ergüsse der krankhaft afficirten Parthieen beigemischt sein konnten. — Ferner stammen sie von Versuchen, bei denen immer die betreffenden Theile, besonders der Ausführungsgang gereizt wurde. Dass dabei die Secretionen quantitativ vermehrt werden, ist eine ziemlich allgemeine Erfahrung. So wird der Saamen nur in Folge von Reizung des verlängerten Ausführungsganges entleert, und vermehrte Reizung bewirkt vermehrte Secretion desselben. So vermehrt sich die Urinsecretion durch Reizung der Blase, wie ich dies noch kürzlich bei einer vesico-vaginal Fistel auf das bestimmteste beobachtet habe. Aus der Grösse der Gallenblase auf die Gallenmenge rückwärts einen Schluss zu machen, ist natürlich ganz unzulässig, da sie bei einigen Pflanzenfressern enorm gross ist (Ochse), bei andern gänzlich fehlt (Pferd, Hirsch, Kameel, Elephant, Nashorn u. s. w.). Die Differenz des Gallenblaseninhaltes vor und nach der Verdauung kann gleichfalls kein bestimmtes Resultat gewähren. Wenn Schultz auch bei Ochsen, welche kurz vor dem Tode nichts gefressen hatten, 12-14 Unzen Galle fand, bei solchen aber, die verdaut hatten, nur 2-4, so lässt sich daraus kein Schluss auf die wahrscheinliche Gallenquantität machen, welche in 24 Stunden secernirt wird. Ebensowenig bei seinen Hunden.

Die Berechnungen, welche Schultz aus der Gallenmenge macht, die nöthig ist, um den sauern Speisebrei zu neutralisiren, sind gleichfalls höchst unsicher. Erstens beruht die Quantität des Chymus auf einer unsichern Schätzung. Zweitens sind Neutralisationsversuche bei schwach

sauern und schwach alkalischen Flüssigkeiten überaus schwierig; bei dicken, schmutzigen, dunkelgefärbten Massen aber sind sie beinahe unmöglich mit einiger Sicherheit auszuführen. Wenn Schultz gefunden hat, dass 2 Unzen Chymus durch $3\frac{1}{2}$ Unze Ochsen-galle neutral wurden, oder in einem andern Falle 1 Unze Chymus durch $2\frac{1}{2}$ Unze Ochsen-galle, so müssen wir uns erlauben, diese Resultate als Fundament zur Berechnung der secernirten Gallenmenge zu verwerfen. Solche Neutralisationsversuche sind zu roh und erfüllen nicht ihren Zweck. Dabei wirkt nur das freie Alkali, welches in sehr geringer Menge vorhanden ist, ja nach Liebig soll die alkalische Reaction der Galle nicht von einem Alkali abhängen. Die Neutralisation des Speisebrei's erfolgt aber bei der Verdauung nicht durch die unmittelbare Beimischung der Galle, sondern nur allmähig, da er im obern Theile des Dünndarms gewöhnlich noch sauer, in der 2ten Hälfte desselben erst neutral gefunden wird. Es ist also das Natron der Galle, welches sich allmähig aus seiner Verbindung mit den organischen Stoffen löst und mit den Säuren des Speisebreies verbindet. Danach stellt sich dann die Rechnung ganz anders. Nach Schultz erforderten 18 Unzen Chymus zu ihrer Neutralisation 15 Gran kohlensaures Kali. Denselben Dienst würden 6,8 Gran reines Natron thun. Nach Kemp sind in der gereinigten trocknen Galle 6,5 p. C. Natron; 100 Gran trockner oder (mit einem Wassergehalt von 90 p. C. gerechnet) 1000 Gran frischer Galle würden somit zur Neutralisation von 18 Unzen Chymus nahe ausreichen. Eine Unze Chymus erfordert $55\frac{1}{2}$ Gran, noch nicht eine Drachme Galle, also 20mal weniger als nach der Schultzischen Annahme berechnet war.

Ich würde dem Leser und mir diese Erörterungen über die Unsicherheit der Quantitätsbestimmung der Galle erspart haben, da sie von den Physiologen allgemein anerkannt ist, wenn nicht Ansell und sein deutscher Vertreter Krug die Sache wieder aufs Tapet gebracht hätten, indem sie

diesen Einwurf durch die Anführung der obigen Daten zurückzuweisen, und Liebig's Angaben über die Gallenmenge dadurch zu unterstützen suchten. Wollen wir aufrichtig sein, so müssen wir bekennen, dass wir eigentlich nichts über die Gallenmenge wissen, und sicher ist dies besser, als unhaltbare und irreleitende Zahlenwerthe unsern Rechnungen einzuverleiben.

b. Die zweite Frage über die Menge der Gallenbestandtheile in den Excrementen muss auf dieselbe Weise beantwortet werden. Es ist schon lange nachgewiesen, dass die Galle als solche in den Excrementen in nur sehr geringer Menge und bei einzelnen Thieren gar nicht aufzufinden ist. Berzelius fand in den menschlichen Excrementen nur $\frac{1}{1000}$ eigentlicher Galle, die sich aber auch durch ihr Verhalten gegen Essigsäure von der frischen unterschied. Aus trocknen Pferde- und Kuhexcrementen liessen sich nach Will's Untersuchungen durch Alkohol nur verhältnissmässig unbedeutende Mengen ausziehen, welche auch keine Galle mehr waren. Das steht allerdings fest. Aber dadurch ist noch nicht bewiesen, dass nicht zersetzte Gallenbestandtheile in unlöslicher Form in den Excrementen vorhanden sein können. Die Zersetzung der Galle liesse sich aus der Einwirkung der im Darmkanal vorhandenen Säuren auf das Natron der Galle wohl erklären. — Liebig nimmt hierauf keine Rücksicht, sondern spricht sich mit einer Bestimmtheit für das Gegentheil aus, welche, der Berzelius'schen Analyse gegenüber, befremden muss.

p. 60. In 1000 Theilen fester, frischer Menschenexcremente fand Berzelius nur 9 Theile einer der Galle ähnlichen Substanz, 5 Unzen wurden hiernach nur 21 Gran fester Galle enthalten, entsprechend mit ihrem Wassergehalte 200 Gran Galle im natürlichen Zustande; es werden aber beim Menschen 9640 bis 11520 Gran Galle täglich secernirt, also 45–56 mal mehr, als man in den durch den Darmkanal ausgetretenen Stoffen nachzuweisen vermag.

Vergleichen wir aber die Analyse von Berzelius, so geht daraus hervor, dass er in 1000 Theilen, ausser den

genannten 9 noch „als im Darmkanal hinzugekommene Stoffe, namentlich Schleim, Gallenharz, Fett, eigne thierische Materie u. s. w. 140 Theile“ aufgefunden hat. Wenn man nun auch zugeben muss, dass bei der Art der Analyse nicht mit Bestimmtheit anzunehmen ist, dass durch das Durchsiehen durch Leinwand alle Speisereste von diesen 14 p. C. abgeschieden seien, so ist doch noch weniger Grund vorhanden, diesen Posten ganz zu vernachlässigen, da Berzelius daraus „ein Gemenge von Fett und Gallenharz, letzteres ungefähr in der Modification, wie es bei Zersetzung der Galle durch Bleioxydsalze erhalten wird, mittelst Äther und Alkohol ausgezogen“ hat. Wenn Liebig hierüber anderer Meinung war, so durfte er doch nicht bei seiner Berechnung einen Theil der genannten Analyse benutzen, das Übrige aber mit Stillschweigen übergehen. Man würde sich gewiss keinen grösseren Fehler zu Schulden kommen lassen, wenn man Liebig's Berechnung gegenüber die ganzen 14 p. C. als möglicherweise von der Galle herrührend in Rechnung zöge und daraus mit den obigen 200 Gran einen Gallengehalt von 3933 Gran ableitete. Ist dies auch nur $\frac{1}{3}$ von der Menge, welche Liebig als secernirt angiebt, so würde man doch bei der oben nachgewiesenen Unsicherheit dieser Angabe, den Widerspruch geltend machen können, dass nicht mehr secernirt werde und eben diese Menge die excrementelle Bestimmung der Galle beweise.

Dass eine solche Behauptung der Liebigschen an Unsicherheit nicht nachstände, versteht sich von selbst, und wir können nicht anders, als zugestehen, dass die bisherigen Untersuchungen uns weder über die secernirte Gallenmenge, noch über die Quantität der mit den Excrementen ausgeleerten veränderten Gallenbestandtheile ein Urtheil erlauben; die letzteren zu leugnen haben wir aber ebensowenig Berechtigung.

Da wir somit die beiden Vorfragen, welche eine entscheidende Antwort möglich gemacht haben würden, er-

fahrungsmässig nicht erledigt finden, müssen wir die Gründe prüfen, welche für die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit der Liebigschen Betrachtung sprechen. Dass Galle im Mastdarm in der Form von Klystieren resorbirt werden kann, wollen wir zugeben, aber dabei bemerken, dass an dieser Stelle auch keine Säuren auf dieselbe einwirken, wie im obern Theile des Darmkanals, welche zersetzend einwirken können, dass überhaupt aus der Resorbirbarkeit im Mastdarm kein entscheidender Schluss auf das Verhalten von andern Stellen gemacht werden kann. Dass Galle überhaupt resorbirt werden kann, scheint schon aus den pathologischen Fällen erwiesen. Dass das Natron derselben resorbirt wird, scheint gewiss, denn sonst müsste es in den Excrementen mit Leichtigkeit nachgewiesen werden können. So wahrscheinlich nach diesem allen eine theilweise Resorption, die auch allgemein in der Physiologie angenommen wird, sein mag, so finde ich doch darin keinen Grund, der für eine totale Resorption spräche. Im Gegentheil kann unmöglich die Galle als solche resorbirt werden, denn dann müssten wir alle gelbsüchtig sein. Nach Liebig sind $\frac{99}{100}$ der Galle zur Resorption bestimmt; die ganze Gallenmenge wird also beständig secretirt und beständig resorbirt, verweilt also eigentlich immer im Blute. Tritt dabei keine Gelbsucht ein, so ist nicht abzusehen, wie je durch verhinderte Gallenausscheidung Gelbsucht entstehen kann. Ich glaube desshalb, dass wir wohl vorläufig bei der geltenden physiologischen Ansicht einer theilweisen Resorption stehen bleiben müssen, von deren Menge wir aber nichts bestimmtes wissen.

Folgen wir nun Liebig in der Erklärung über die Bedeutung des Resorbirtens.

2. Die Galle dient als Respirationsmittel. Sie ist die angehäuften kohlenstoffreiche Masse, welche theils aus den umgesetzten Gebilden, theils aus den Nahrungsmitteln stammt, im Darmkanal resorbirt wird, mit dem Blute circulirt, und in den Gefäßen und der Lunge zum Theil ver-

brannt wird; der nicht verbrannte Theil wird wieder als Galle ausgeschieden und macht den Weg von neuem.

Die erste, schon öfter hiergegen aufgeworfene Frage ist wohl die: wozu diese Umstände? Man könnte antworten, die Galle würde sich sonst im Blute zu sehr anhäufen. Dies ist keineswegs in höherem Grade möglich, als wenn sie beständig secernirt und wieder resorbirt wird. — Man könnte auch sagen, der Umsatz und der Verbrauch seien zu verschiedenen Zeiten ungleich und deshalb dies Reservoir vorhanden, um im Falle des Mangels die Respirationsmittel zu liefern. Diese Ansicht hätte wohl einiges für sich, aber auch manches gegen sich. Dagegen spricht zuerst, dass die Gallenergiessung in den Darmkanal vorzüglich zur Zeit der Verdauung stattfindet, wo an Ersatzstoffen ausserdem kein Mangel ist. Und dann schiene doch die Natur diese „Oeconomie für den Nothfall“ zuweilen etwas weit zu treiben, z. B. bei Verhungerten, wo man oft die Gallenblase strotzend voll fand. — Man könnte endlich mit Aucell sagen, die Galle erfülle einen doppelten Zweck, sie solle bei dem Verdauungsprocess durch Einwirkung auf den Chymus thätig sein und dann als Respirationsmittel in den Kreislauf zurückkehren. Dagegen ist weniger einzuwenden; setzt man nur noch hinzu: und ein unbrauchbarer Theil davon soll im Darmkanal abgeschieden und ausgeleert werden, so hat man so ziemlich die geltende physiologische Ansicht bis auf die Bestimmung als Respirationsmittel, welche immer ein eingeschobenes und unerwiesenes Glied bleibt. Wir werden später prüfen, ob man dem resorbirten Theile eine andere Bedeutung zuschreiben darf, müssen vorläufig aber auf das zurückverweisen, was früher gegen die Respirationsmittel im Allgemeinen gesagt ist.

3. Nach Liebig stammt die Galle bei den Fleischfressern von den umgesetzten Gebilden, bei den Pflanzenfressern von den Nahrungsmitteln. Wir finden hier dieselbe sonderbare Ansicht wiederholt, welche bei verschiedenen Thierklassen denselben Orgauen eine ganz verschiedene

physiologische Bedeutung zuschreibt, welche die wichtigsten organischen Prozesse von der Art der Nahrung abhängig macht. So wie ich mich oben beim Stoffwechsel hiergegen ausgesprochen habe, so muss ich es hier auf das bestimmteste wiederholen. Dieselben Ursachen, welche beim Fleischfresser die Gallenbereitung bedingen, müssen sie beim Pflanzenfresser bedingen; dieselben Ursachen, welche beim Menschen heute die Gallensecretion bedingen, wenn er Braten verzehrt, müssen sie morgen bedingen, wenn er Gemüse isst. Es scheint mir paradox, das Secret einmal aus den umgesetzten Gebilden, ein andermal aus den Speisen herühren zu lassen. Nach meiner Ansicht muss sich bei verschiedener Nahrung die secernirte Galle auf dieselbe Quelle zurückführen lassen, auf das venöse Blut, welches im Darmkauale in der unmittelbarsten Nähe der Nahrungsmittel seinen Kreislauf gemacht hat. Bei der Permeabilität der Gefässwandungen ist eine Vermischung dieses Blutes mit aufgelösten Bestandtheilen der Nahrungsmittel fast unvermeidlich. Was in den Lymphgefässen resorbirt wird, kommt in den Lymphdrüsen wiederum mit den Blutgefässnetzen, welche diese Drüsen durchweben, in die engste Berührung, und wenn wir eine Veränderung des Chylus beim Durchgange durch die Drüsen wahrnehmen, so beruht dies wahrscheinlich auf einem gegenseitigen Austausch mit dem Blute. Dies Blut gelangt ebenfalls in das Pfortadersystem. Somit ist es wohl keine unbegründete Hypothese, wenn man das Pfortaderblut als ein, durch resorbirte Speisebestandtheile verunreinigtes venöses Blut betrachtet. Was und wieviel beigemischt sei, ist vollkommen unbekannt. Nach den Untersuchungen scheint es mehr Fett zu enthalten. Aus dem Resultate, dass in der Leber kohlenstoffreiche Substanzen abgesetzt werden, können wir schliessen, dass das Material, aus welchem diese Abscheidung erfolgt, grösseren Kohlenstoffreichthum besitzt *). Nach unserer Ansicht

*) Ich glaube hier nicht auf die Frage eingehen zu müssen,

müsste dies nun sowohl bei Pflanzenfressern als bei Fleischfressern der Fall sein. Bei den ersteren kann über die Quelle dieses Kohlenstoffreichthums kein Zweifel sein. Aber auch bei den letzteren ist die Nahrung ohne Zweifel kohlenstoffreicher als das Blut. Das Fett, mit einem Überschuss von 12 p. C. Kohlenstoff ist so reichlich unter der Haut, in allen Gruben, in den Knochen, im Gehirn u. s. w. verbreitet, dass sich schon daraus der Kohlenstoffüberschuss erklären liesse. Somit stände der Ansicht, dass die Gallenbildung bei den verschiedenen Thierklassen auf eine analoge Weise, nemlich aus dem, mit kohlenstoffreicheren Substanzen vermischten Pfortaderblute entstehe, kein bestimmtes Hinderniss im Wege.

Der Meinung dagegen, dass bei den Fleischfressern die Galle aus den umgesetzten Stoffen gebildet werde, steht viel entgegen. Erstens wäre dann die anatomische Lage der Theile sehr ungeschickt. Nur das Blut der Eingeweide und der arteria hepatica kann zur Verwendung kommen, und wenn auch bestimmt nach und nach alles Blut des Körpers diese Bahn durchläuft, so ist doch nicht abzusehen, wozu diese grosse Verzögerung dienen sollte. Warum geht dann nicht alles Venenblut, oder wenigstens der grössere Theil bei den Fleischfressern direct durch die Leber? Im Venenblute müssen sich doch zunächst die umgesetzten Stoffe befinden; durch Einmündung der v. cava inferior in die Leber würde der grösste Theil des Venenblutes diesen Weg nehmen können. Durch Offenbleiben des ductus ve-

ob die Galle überhaupt aus dem Pfortaderblute bereitet werde. Die anatomische Anordnung der Theile wäre ein Unsinn, wenn dies nicht der Fall wäre. Damit soll nicht gelegnet werden, dass unter Umständen auch Galle aus anderem Blute bereitet werden könne. Die Gallensecretion beim Fötus und in den bekannten pathologischen Fällen, wo die Pfortader nicht durch die Leber ging, beweist dies. Es beweist aber nichts dagegen, dass im Normalzustande das Pfortaderblut, vielleicht unter Mitwirkung des arteriellen Blutes, das Material liefert.

nosus A. und Verengung der v. cava oberhalb der Verbindungsstelle, oder durch eine Klappe konnte dieser Zweck auf die einfachste Weise erreicht werden. — Ich glaube nicht, dass es ungereimt ist, solche Fragen zu stellen, denn wir sehen in andern Fällen, dass die Natur ähnliche Zwecke auf die einfachste Weise realisirt. Man darf ja nur an die Verschiedenheiten denken, welche die Gefässanordnung im kleinen Kreislaufe und an der concaven Fläche der Leber vor und nach der Geburt darbieten. Ich glaube nicht, dass es superklug ist anzunehmen, die Natur würde, wenn sie das Material für die Gallenbereitung bei einer Thierklasse in das venöse Blut verlegt hätte, die v. cava direct mit der Leber in Verbindung gesetzt haben; ich halte es im Gegentheil für ganz übereinstimmend mit einer unbefangenen Anschauungsweise, bei derselben Gefässanordnung in den beiden Thierklassen auch dieselbe Quelle der Gallenabsonderung, und als diese das Pfortaderblut, anzunehmen.

Daneben muss ich aber auch noch auf die Auseinandersetzung IV. p. 41 ff. zurückverweisen, wo wir festzustellen suchten, dass eine Verschiedenheit in der Quantität des Stoffwechsels bei Pflanzenfressern und Fleischfressern nicht wohl zugegeben werden kann.

Endlich aber streitet die hier von Liebig vorgetragene Ansicht gänzlich gegen seine Auseinandersetzung vom Stoffwechsel. Der erste Theil seiner Schrift steht fast allein auf dem Satze, dass der Stoffwechsel durch die chemische Action des Sauerstoffs bedingt werde. (Vergl. p. 12. 24. 26. — cit. ob. pag. 17 u. ff.)

Auch pag. 220. „Der Act des Verbrauches heisst Stoffwechsel, er tritt ein in Folge der Aufnahme von Sauerstoff in die Substanz belebter Körpertheile; diese Aufnahme von Sauerstoff findet nur dann statt, wenn der Widerstand, welchen die Lebenskraft belebter Körpertheile der chemischen Action des Sauerstoffs entgegensetzt, kleiner ist als diese chemische Action selbst, und dieser schwächere Widerstand wird bedingt durch

Entziehung von Wärme oder durch Verwendung der in den Körpertheilen thätigen Kraft zu mechanischen Bewegungen“.

Jetzt dagegen haben wir es auf einmal mit umgesetzten Stoffen zu thun, die nicht mit dem Sauerstoff verbunden sind, die aus den organischen Verbindungen ausgetreten sind, ohne den Einfluss des Sauerstoffs erfahren zu haben, aber doch durch ihre grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff befähigt sind durch Oxydation im Blute und den Lungen die übrigen Körpertheile vor dem verderblichen Einfluss des Sauerstoffs zu schützen, als Respirationsmittel zu dienen. Solche Widersprüche sind zu auffallend. Entweder ist der Sauerstoff die Ursache des Stoffwechsels, und dann können keine nicht oxydirte Umsetzungsproducte beim Stoffwechsel frei werden, — oder es besteht ein Stoffwechsel, welcher Stoffe, bevor sie oxydirt sind, aus dem Nexus des Lebendigen ausscheidet, und dann ist die chemische Action des Sauerstoffs nicht die Ursache des Stoffwechsels. Eins von beiden kann nur wahr sein. Die eine Ansicht hier, die andere dort zu Erklärungen zu benutzen, führt zu Verwirrungen und Widersprüchen, die eine Vermittlung unmöglich machen.

Wenn wir oben eine theilweise Resorption der Galle als wahrscheinlich zugegeben, ihre Bestimmung als Respirationsmittel aber in Abrede gestellt haben, so fragt sich nun, ob wir ihr eine andere Bedeutung für den Organismus beizulegen wissen? Eine solche Betrachtung kann natürlich nur rein hypothetisch sein, da ja die Resorption an und für sich keineswegs feststeht. Für den Fall aber, dass die Resorption erwiesen wird, dürfte man wohl mit Recht sein vorzügliches Augenmerk auf den Stickstoffgehalt der Galle wenden. Sie enthält bekanntlich gegen 4 p. C. Stickstoff. Ob dieser Stickstoff von den Speisen herrühre, und durch das Pfortaderblut zur Leber gelangt, oder ob es vielleicht ein Theil des beim Stoffwechsel frei gewordenen sei, der durch die Leberarterie zugeführt wird, lässt sich natürlich

nicht entscheiden. Da aber nicht wahrscheinlich ist, dass die wenigen Proteinbestandtheile der Pflanzennahrung mit Umgehung des directen Weges durch die Lymphgefäße, den Umweg durch das Pfortadersystem machen sollten, da ferner die $1\frac{1}{2}$ -2 p. C. Stickstoff im Heu und Hafer nicht hinreichen würden, die 4 p. C. für die Galle zu liefern, da endlich die Gallenbildung nicht im Pfortaderblute, sondern in der Leber erst erfolgt, so ist aus allem diesem mit Wahrscheinlichkeit zu schliessen, dass die Materialien auch erst in der Leber zusammentreten, der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt aus dem Pfortader-, der Stickstoffgehalt aus dem Leberarterienblute. Ist man bei dieser Annahme der Hypothese, dass der Stickstoff der umgesetzten Gebilde nicht in gleicher Masse, wie die andern Bestandtheile, ausgeschieden, sondern ferner im Körper benutzt werde, nicht abgeneigt, so fände sich hier ein Weg für seine Nutzbarmachung. Es ist nemlich immerhin denkbar, dass dieser Stickstoffgehalt mit proportionalen Mengen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff entweder der Galle selbst, oder der stickstofffreien Nahrungsmittel, die er im Darmkanal findet, Proteinverbindungen zusammensetzte und so zur Ernährung in den Körper zurückkehrte. Die Bedeutung der Gallenbereitung wäre alsdann:

- 1) Den Stickstoffgehalt der umgesetzten organischen Substanzen für die Ernährung durch wiederholte Verwendung möglichst nutzbar zu machen und
- 2) durch seine Vermittlung die stickstofffreien Substanzen in stickstoffhaltige umzuwandeln und zur Ernährung tauglich zu machen, endlich
- 3) den Rest der letzteren aber, welcher nicht zur Ernährung verwendet werden konnte, mit den Excrementen aus dem Körper zu entfernen.

Blut-
bildung.

Blut-
reinigung.

Es versteht sich, dass solchen Annahmen kein grösseres

rer Werth beizulegen ist, als sie ihrer rein hypothetischen Natur nach verdienen. Zwar lassen sich mit Leichtigkeit ein paar chemische Formeln construiren, wonach sich die Umwandlung dieses Stickstoffgehaltes in der schönsten Form präsentiren kann, aber darum bleibt es doch nur ein Phantasiestück, welches auszumalen im Interesse der Wissenschaft besser unterbleibt.

Ich würde mich enthalten haben, die genannten Hypothesen, welche eine Verwendung der stickstofffreien Substanzen, unter Hinzutreten des umgesetzten Stickstoffs, zur Ernährung möglich machen, in dieser Kritik zu erörtern, da es lächerlich erscheinen kann, einer Hypothese eine andere entgegenzustellen; doch der Gang der Untersuchung machte es nothwendig. Es handelte sich darum, Liebigs Argumentationen zu prüfen. Diese stützen sich zum Theil darauf, dass eine andere Erklärung unmöglich sei. Zu ihrer Widerlegung bedurfte es also nur des Beweises, dass eine andere Möglichkeit vorliege, und eine Hypothese, welche einigermaßen wahrscheinlich gemacht werden konnte, versah diesen Platz, selbst wenn sie nicht die meisten Verhältnisse besser erklärte, als die Liebigsche Annahme. Letzteres glaube ich aber dennoch dieser Stickstoffhypothese zuschreiben zu dürfen. (Vergl. p. 58.)

Liebigs Beweisführung war nemlich folgende:

1. Es wird bei gewissen Thierklassen mehr Kohlenstoff ausgeathmet, als dem Blute in den Proteinbestandtheilen der Nahrungsmittel zugeführt wird. (Richtig.)
2. Es kann somit bei diesen nicht aller verbrauchte Kohlenstoff vom Stoffwechsel herrühren, da die stickstofffreien Nahrungsmittel unmöglich in ernährende Bestandtheile, also in Material zum Stoffwechsel, verwandelt werden können. (Wenn wirklich diese Unmöglichkeit feststand, so folgte daraus von selbst die Richtigkeit der ferneren Sätze: über Respirationsmittel, Blutwechsel, verschiedenen Stoffwechsel bei verschiedener Nahrung u. s. w. Zur Vernichtung der Beweiskraft

dieses zweiten Satzes bedurfte es nur der Nachweisung über die Möglichkeit, dass die stickstofffreien Substanzen unter Mitwirkung des Stickstoffs der umgesetzten Gebilde in ernährnde Substanzen umgewandelt werden könnten).

3. Die stickstofffreien Substanzen sammeln sich in der Galle, wo sie sich mit einer gewissen Menge von Stickstoff, die von Proteinkörpern abstammen muss (Liebig p. 137. u. 145), verbindet. (Zugegeben.)
4. Die Galle wird resorbirt. (Theilweise zugegeben.)
5. Da sie keine Proteinstoffe bilden kann, muss sie als Respirationsmittel dienen. (Aus demselben Grunde, wie bei Nr. 2, wurde hier der Behauptung der Unmöglichkeit die Hypothese entgegengestellt, wonach die Möglichkeit vorlag, dass aus dem resorbirten Theile Ernährungsbestandtheile hervorgehen könnten.)

In dem Vorhergehenden finden wir Liebigs Hauptsätze, welche sein ganzes Lehrgebäude tragen, zusammengestellt und geprüft. Ich hoffe bei dem Leser die Überzeugung erweckt zu haben, dass diese Prüfung ohne Partheilichkeit vorgenommen wurde. Ich habe es vermieden, bestimmter den Annahmen zu widersprechen, als es den bisherigen Erfahrungen nach möglich war, habe anerkannt, dass die Prüfung meistens nur die Wahrscheinlichkeit der Sätze betreffe, dass ein strenger Gegenbeweis oft unmöglich sei, habe anderen Hypothesen, selbst wenn sie die Erklärungsschwierigkeiten besser beseitigten, als die besprochenen, keinen höheren Werth beigelegt, als sie verdienen. Dadurch bekam die Deduction oft den Schein einer inneren Unsicherheit besonders den Liebigschen Argumentationen gegenüber, welche mit erobernder Sicherheit selbst dann aufgestellt sind, wenn sie durch inneren Widerspruch ganz unhaltbar erscheinen. Ich hoffe, es wird der Sache nicht schaden, dass ich nach Kräften vermieden habe, bestimmter aufzutreten, als es der noch immer un-

sichere Boden, der den ganzen Untersuchungen zum Grunde liegt, erlaubt, dass ich jede Übertreibung nach der einen oder andern Seite, welche von der Bahn der Wahrheit abführen muss, zurückgewiesen habe. Schon in der Anerkennung der Thatsache, dass wir offenbar irrige Lehrsätze nicht durch positive Gegenbeweise zu beseitigen vermögen, liegt für uns eine wichtige Lehre, die nemlich, dass es uns noch sehr an positiven Erfahrungen gebricht, auf die in der Physiologie ein sicherer Beweis allein basirt werden kann.

Zum Verständniss der detaillirteren Untersuchungen einzelner Vorgänge im Organismus, und der oft vortrefflichen Nutzanwendungen, welche wir in Liebig's Schrift finden, musste ich diese allgemeine Kritik der Hauptsätze vorausschicken und will sie zur Erleichterung der Übersicht hier mit dem kurzen Resultate der Kritik noch einmal zusammenstellen.

I. Die Ursache des Verbrauches ist die chemische Wirkung des Sauerstoffs.

(Unrichtig und im eignen Widerspruche mit V. B.)

II. Lebenskraft und chemische Kraft stehen sich als entgegengesetzte Grössen gegenüber; bei Verwendung der Lebenskraft zu mechanischen Effecten überwiegt die chemische Kraft und der Sauerstoff eignet sich ein Äquivalent organischer Materie an.

(Eine unrichtige und unlogische Betrachtungsweise; auch im innern Widerspruche mit IV. A. a. u. B. a. u. V. B.)

III. Die einzige Quelle der thierischen Wärme ist die, durch Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Körper hervorgebrachte.

(Behauptet, aber nicht bewiesen.)

IV. Die Erhaltung des Körpers durch die Nahrung geschieht auf eine zweifache Weise:

A. die beim Stoffwechsel umgesetzten Gebilde können nur durch Proteinstoffe der Nahrungsmittel ersetzt werden.

(Diese Behauptung wurde nicht bewiesen.)

Folgesatz. a. Von den Nahrungsmitteln hängt somit die Grösse des Stoffwechsels ab. Da die Pflanzenfresser in ihrer Nahrung wenig Protein erhalten, kann der Stoffwechsel bei ihnen nicht so gross sein, als bei den Fleischfressern.

(Unrichtig und im Widerspruch mit II.)

B. Die stickstofffreien Substanzen dienen nur zur Unterhaltung der Respiration.

(Diese Behauptung wurde nicht als richtig erkannt.)

Folgesatz. a. Da die Fleischfresser weniger stickstofffreie Substanzen geniessen, als die Pflanzenfresser, muss bei ihnen der Stoffwechsel weit lebhafter sein, um Respirationsstoffe zu produciren.

(Unrichtig und im Widerspruch mit II.)

V. Das Mittel, durch welches die Respirationsstoffe zur Verwendung gelangen, ist die Galle.

(Nicht als richtig anerkannt.)

A. Bei Pflanzenfressern concentriren sich in ihr die stickstofffreien Nahrungsmittel.

B. Bei den Fleischfressern enthält sie den nicht verbrannten Kohlenstoff der beim Stoffwechsel umgesetzten Gebilde.

(Unrichtig und im strengsten Widerspruche mit I u. II.)

Im ferneren Verlaufe unserer kritischen Untersuchung würden wir die interessantesten und höchst geistreichen Applicationen zu prüfen haben, welche Liebig aus den oben genannten Vordersätzen und ihren Combinationen ableitet, und die durch ihre Wichtigkeit und Eleganz, gewiss eben-

soviel dazu beigetragen haben, die Schrift weltbekannt zu machen, als die künstlich aufgebaute Theorie selbst. Giebt man die Wahrheit der Fundamentalsätze zu, so schliessen sich die Applicationen meistens auf eine sehr einfache und exacte Weise an dieselben an. Zieht man die Wahrheit derselben aber in Zweifel, so fällt die Stütze des ganzen Gebäudes, und die Folgesätze, aus falschen Prämissen abgeleitet, sind als solche falsch. Aber nur als Folgerungen sind sie falsch, an und für sich können sie wahr sein und sind es in der That häufig. Daraus würde sich nun allerdings wieder auf die Richtigkeit der Vordersätze zurückschliessen lassen, wenn die logische Verbindung zwischen beiden ganz fehlerfrei wäre. Das ist sie aber nicht da die Vordersätze umfassender gebildet sind, als zur Erklärung der Folgesätze nothwendig ist.

Liebig ist beim Aufbau seines Systemes sicher von denjenigen Sätzen, welche er als Folgesätze hinstellt, als von den Erfahrungssätzen, ausgegangen, hat sie unter allgemeine Regeln subsumirt und daraus die Fundamentalsätze abgeleitet. Es ist dies der gewöhnliche Gang bei naturwissenschaftlichen Untersuchungen, wobei man aber im Auge behalten muss, dass die Vordersätze, welche die Grundlagen der Folgesätze zu sein scheinen, in der That selbst die abgeleiteten sind. Wenn man dies nicht berücksichtigt, wird man gar leicht durch die Art der Untersuchung getäuscht, und sicher ist dies bei der Liebigschen Schrift sehr Vielen so gegangen. Zuerst kommen allgemeine Fundamentalsätze, deren Richtigkeit oder Unrichtigkeit absolut schwer zu bestimmen ist. Sind sie nicht zu abweichend von andern uns bekannten Gesetzen, so nimmt man sie schon mit halber Präsumtion der Richtigkeit hin und begnügt sich damit, die Richtigkeit der angewandten Sätze an dem Probestein der Erfahrung zu prüfen. Stimmt dies, wie es denn natürlich stimmen muss, da die angewandten Sätze die Erfahrungssätze selbst sind, von denen der Baumeister ausgegangen war, so steht das Gebäude in dem

Scheine eines vollendeten Ganzen da. Bringt ohendrein ein begabter Geist, wie Liebig, neue, geistreiche Gesichtspunkte und talentvolle Combinationen zur Erklärung mancher, bis dahin dunkler Thatsachen mit in sein System, so wird eine allgemeine Anerkennung nicht leicht fehlen. Ich glaube, dass Liebig in der Aufstellung der allgemeinen Sätze nur einen Schritt zu weit gegangen ist, dass er die wahren, aus einer geistreichen Combination der Erfahrungssätze hervorgehenden, Fundamentalsätze richtig gefühlt hat, dass sie ihm aber nicht genügten, da er ein System auf chemischen Principien aufbauen wollte. Ich habe gesagt, dass ich Liebigs Vordersätze unrichtig und nicht aus den Erfahrungssätzen ableitbar finde; aber überall in seiner Schrift finde ich die geistreichsten Beweise für einen alten, wahren und höchst wichtigen Satz, nemlich für die gegenseitige Proportionalität der organischen Functionen. Alle zusammenwirkenden Ursachen sind Glieder eines Ganzen, jede versieht eine durchaus nothwendige Stelle, keine kann ohne Störung des Ganzen fehlen, alle müssen eine bestimmte Grösse haben und deshalb alle ein gegenseitig proportionales Verhältniss zeigen. Daher der Schein einer gegenseitigen Abhängigkeit, die aber nur in der gemeinschaftlichen Ordnung begründet ist. Liebig wollte eine Ursache finden, nahm ein Glied aus der Reihe und sagte, alle übrigen seien von ihm abhängig. Ja, scheinbar! Mit gleichem Rechte würde man jedes andere Glied an die Spitze stellen können und den Beweis auf dieselbe Art führen. In einer beliebigen Function, deren einzelne Glieder alle von einander abhängen, bewirkt die Veränderung eines Gliedes nothwendig die Veränderung aller übrigen. Nehmen wir somit das aus Liebigs Leistungen, was wirklich zu wesentlichen Fortschritten führen kann, als eine wahre Bereicherung an, nemlich die geistvollen Combinationen, welche den Beweis der gegenseitigen Proportionalität der organischen Vorgänge bekräftigen, lassen aber die Autokratie des Sauerstoffs fahren, so thuen

wir nur einen Schritt zurück, den unser Verfasser zu weit gegangen ist, vermeiden die Widersprüche, in welche unser System verwickelt, erhalten aber für die Wissenschaft dieselbe Ausbeute, welche uns sein System verspricht. Ich glaube nicht, dass Liebig's Verdienst durch ein solches Beginnen geschmälert wird. Gewinnt die Wissenschaft wirklich dabei, so wird der Dank nicht geringer sein, als wenn das ganze System unberührt stehen geblieben wäre. Das grösste Verdienst, welches Liebig sich durch seine Schrift erworben hat, scheint mir zu sein, dass er uns durch die Behandlungsweise des Materials auf den Weg führt, die gegenseitige Abhängigkeit der Functionen mit grösserer Sicherheit, als dies bisher möglich war, zu erkennen, und sie dereinst, bei Verfolgung dieses Weges, einmal als bestimmte commensurable Grössen in Rechnung zu ziehen.

Wir wollen, um aus Liebig's Schrift den möglichst grossen Nutzen für die Physiologie zu ziehen, die Sätze so verändern, wie sie uns haltbar erscheinen und aus den Combinationen dieser Fundamentalsätze die Folgesätze ableiten.

- I. Eine nothwendige Bedingung (statt: die Ursache) des Verbrauches im Körper ist die chemische Action des Sauerstoffs. Also Verbrauch und Sauerstoffaufnahme müssen proportional sein.
- II. Der Stoffwechsel ist vom Verbrauche abhängig, also nach I. auch nothwendig der Sauerstoffaufnahme proportional.

Verbrauch und Stoffwechsel steigen und fallen mit dem Maasse der Bewegung. (Liebig's Verwendung der Lebenskraft zu mechanischen Effecten.)

Sauerstoffaufnahme, Stoffwechsel und Bewegung sind somit proportional.

- III. Die Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Körper ist eine (statt: die einzige) Wärmequelle im Körper.

Also: Sauerstoffaufnahme, Stoffwechsel, Bewegung und Wärmeproduction proportional *).

IV. Die Nahrung liefert den Ersatz der beim Stoffwechsel umgesetzten Gebilde. Sie muss also proportional sein: der Sauerstoffaufnahme, dem Stoffwechsel, der Bewegung und der Wärmeproduction.

Dies sind die Hauptsätze, welche ich als die Ausbeute aus der Liebigschen Schrift betrachten möchte. Können wir sie auch nicht als durchaus bewiesen für jetzt ansehen, so stimmen doch so viele Erfahrungen zu ihrer Rechtfertigung überein, dass es gewiss vernünftig ist, sie vorläufig festzuhalten und durch fernere Prüfung zu ermitteln, ob sie als Glieder eines physiologischen Systems stehen bleiben können. Dass wir darüber augenblicklich noch nicht abzuurtheilen vermögen, liegt in der Menge der dazu concurrirenden Fragen. Es ist nicht zu leugnen, dass auch noch manche Erfahrungen den obigen Sätzen entgegenstehen. Diese zu sammeln, zu prüfen, gegen bestätigende Erfahrungen abzuwägen und scheinbare Widersprüche zu vermitteln, wird die Aufgabe der Zukunft sein. Sicher ist es schon ein grosser Gewinn, einen Standpunkt zu haben, von welchem man zu ferneren Prüfungen fortschreiten kann. Bestätigen sich die obigen Sätze, wie sie sich sicher grösstentheils bestätigen müssen, so kann daraus eine ganz neue Richtung in der Physiologie hervorgehen. Aus der Combination dieser 4 Sätze lassen sich eine grosse Menge verschiedener Fragen stellen, die dann theils durch Beobachtungen in der Natur, theils durch das Experiment mit Bestimmtheit zu beantworten sind. Auch führen uns diese

*) Es ist einleuchtend, dass alle Folgerungen, welche Liebig aus seinem Satze, der den chemischen Process als einzige Ursache statuirt, zieht, auch aus diesem abzuleiten sind. Die Wärme steigt und fällt mit der Einwirkung des Sauerstoffs. Ob daneben noch eine andere Wärmequelle existirt, hat auf die Richtigkeit der Folgesätze gar keinen Einfluss.

Fragen so in das Leben, haben oft eine solche praktische Wichtigkeit, dass sie den Grund zu einer eigentlichen physiologia applicata, wie wir sie schon in Liebig's Schrift finden, legen können.

Die Sätze, welche Liebig über die Nahrungsmittel und Respirationsmittel aufgestellt hat, so wie alle Folgerungen daraus, habe ich nicht aufnehmen können. Sie scheinen mir, bei der Dürftigkeit unserer Erfahrungen, so rein hypothetisch, dass ich keine Modification vorzuschlagen wusste, welche sie haltbarer erscheinen liesse.

Die Combinationen, welche die 4 Hauptsätze zulassen, bestehen einfach darin, dass man versuchsweise das eine oder andere Glied ändert und dabei die Veränderungen betrachtet, welche die übrigen Glieder erleiden; in den folgenden Combinationen werden wir die wichtigsten Folgesätze, welche Liebig aus seiner Theorie ableitete, wieder finden und erkennen, dass unsere Sätze zu ihrer Erklärung ausreichen, dass es also unnöthig ist, die Vordersätze umfassender zu stellen.

Combination von Satz:

I u. II. Sauerstoffaufnahme, Stoffwechsel und Bewegung sind proportional.

Vermehrte Bewegung beschleunigt den Umsatz; verminderte verlangsamt ihn.

Hierfür sprechen: Ermüdung, Muskelsteifigkeit und Muskelschmerz bei zu grossen Anstrengungen; vermehrte Kohlensäureausscheidung, (die wenigstens wahrscheinlich vorhanden ist); vermehrte Blutcirculation; vermehrte Hautausdünstung; Urinsedimente nach angestrenzter Bewegung; Abnahme des Körpergewichtes; Verschwinden des Fettes; umgekehrt die Zunahme des Körpergewichtes und Fettes bei vorherrschender Ruhe; verminderte Kohlensäurebildung im Schlafe. (Scharliug.)

Vermehrte Bewegung steigert den Sauerstoffverbrauch.

Hierfür sprechen: Vermehrte Respiration nach der Quantität und Frequenz. Vermehrte Kohlensäure-Bildung. (wahrscheinlich. Scharling.)

Bei vermindelter Sauerstoffmenge nimmt die Bewegungsfähigkeit ab.

Daher auf hohen Bergen und bei grosser Wärme, wo gleiche Luftvolumina geringere Mengen Sauerstoff darbieten. Muskelschwäche der Blausüchtigen.

I u. III. Stoffwechsel, Sauerstoffverbrauch und Wärmeproduction sind proportional.

Bei vermehrtem Sauerstoffverbrauche steigt die producirte Wärme.

Im Winter und kalten Gegenden, wo die grössere Dichtigkeit der Luft einen grösseren Sauerstoffgehalt darbietet, wird mehr Wärme producirt, wie aus der Erhaltung der Eigenwärme, trotz der kalten Umgebung, hervorgeht. Die Blutwärme der Thiere geht in gleichem Schritt mit der Quantität der Respiration.

Bei vermindertem Sauerstoffverbrauche nimmt die producirte Wärme ab. Frieren der Blausüchtigen. Niedere Temperatur der Winterschläfer und kaltblütigen Thiere.

II u. III. Bewegung und Wärmeproduction sind proportional.

Bei vermehrter Bewegung wird mehr Wärme frei und umgekehrt bei vermindelter Bewegung.

Der Schlafende friert leichter als der Wachende, der Ruhende mehr als der Bewegte. Die Gefahr des Erfrierens ist bei der vollkommenen Ruhe im Schlafe am grössten. Bei starker Bewegung gerathen wir selbst im Winter in Schweiss. Die unwillkürlichen Bewegungen führen zu demselben Resultate, wie die willkürlichen; bei beschleunigter Circulation (welche fast ohne Ausnahme von beschleunigter Respiration

begleitet wird) wird mehr Wärme frei, z. B. im Fieber, bei aufregenden Gemüthsbewegungen u. s. w. Bei vermehrter Wärmeproduction entsteht das Bedürfniss nach Bewegung und umgekehrt bei verminderter.

Bei äusserer Kälte ist Bewegung angenehm und dem Frierenden ein Bedürfniss. Bei äusserer Hitze ist sie lästig und nicht so dauernd auszuführen.

I u. IV. Stoffwechsel, Sauerstoffverbrauch und Nahrung müssen proportional sein.

Dieser Satz hat natürlich nur Bezug auf den erwachsenen Körper, wo im Normalzustande das Gewicht weder zu- noch abnimmt. Er bestätigt sich durch die Erfahrung, dass die Thiere, jenachdem sie mehr oder weniger Sauerstoff verbrauchen, auch in gleichem Maasse mehr oder weniger Nahrung zu sich nehmen. Eine Schlange hungert viele Monate, ein Singvogel kaum drei Tage ohne zu unterliegen.

II u. IV. Bewegung und Nahrung müssen proportional sein.

Vermehrte Bewegung erregt das Bedürfniss nach vermehrter Nahrung. Mangel an Nahrung raubt alsbald die Kräfte zur Bewegung.

Bei Mangel an Bewegung nimmt der Appetit ab. — Bei Thieren sind diese Verhältnisse viel deutlicher zu controliren; man braucht nur die Oekonomen und Kutscher zu fragen.

III u. IV. Wärmeproduction und Nahrung müssen proportional sein.

Im Sommer produciren wir weniger Wärme, deshalb ist der Appetit geringer und mehr auf dünne Kost (wasserreichere Nahrungsmittel) gerichtet.

Im Winter müssen wir mehr Wärme produciren, und verlangen dann mehr und nahrhaftere Speisen, d. h. solche, die mehr feste Bestandtheile und weniger Wasser enthalten.

Die Bewohner kalter Gegenden essen unverhältnissmässig mehr und nahrhafter als die Südländer. Bei der Wärme ist der Hunger wohl auszuhalten; Hunger und Kälte zusammen reiben den Körper alsbald auf. Der Hungernde friert, — der Frierende hungert. Warme Bekleidung, Sitzen in sehr warmen Zimmern vermindern den Appetit.

Die bisherigen Sätze galten dem Normalzustande des Erwachsenen. Wird das Gleichgewichtsverhältniss zwischen den verschiedenen Functionen aufgehoben, so tritt nothwendig eine Änderung in dem Bestande des Körpers ein. Ist der Verbrauch grösser als der Ersatz, so verliert der Körper an organischer Masse; überwiegt der Ersatz, so wird der Körper schwerer. Diese Verhältnisse finden sich in gewissen Lebensaltern normal vor; ausserdem treten sie häufig abnormer Weise ein und können zu Krankheiten Veranlassung geben.

Die Bedingungen, welche die Zunahme des Körpers am meisten fördern würden, sind demnach: viel Nahrung, viel Ruhe (Schlaf), passende äussere Wärme, geringer Stoffwechsel. Von diesen Bedingungen finden wir in der Kindheit die beiden ersten erfüllt; guter Appetit und wenig Bewegung bei 20stündigem Schlafe charakterisiren dies Alter. Die dritte Bedingung hängt von äusseren Umständen ab, wird aber in civilisirten Ländern hinreichend erfüllt. Principmässig sollte man auch die Erfüllung der vierten Bedingung erwarten. Dies ist jedoch nicht der Fall; der Stoffwechsel ist bei Kindern lebhafter als bei Erwachsenen. Theils kann man dies schon aus der frequenten Circulation und Respiration schliessen; direct ist es aber auch durch Scharlings Versuche bewiesen, der eine verhältnissmässig stärkere Kohlensäureaushauchung bei Kindern fand, als bei Erwachsenen. Hierin scheint freilich ein Widerspruch gegen die aufgestellten Sätze zu liegen, doch widerstreitet es deren Richtigkeit nicht geradezu; die begünstigenden Momente, Ruhe und Nahrung müssen nur so

überwiegend sein, dass sie das Deficit decken und daueben die Zunahme bestreiten.

Die Bedingungen, welche die Abnahme des Körpers herbeiführen, sind: wenig Nahrung, wenig Ruhe, viel Stoffwechsel. Im Greisenalter sind es die beiden ersten Bedingungen, welche die Abnahme erklären.

In dem Lebensalter, wo weder Zunahme noch Abnahme zu den normalen Erscheinungen gehört, werden die Bedingungen, welche für die Kindheit oder das Greisenalter die gesetzmässigen sind, leicht Störungen und Erkrankungen herbeiführen. Reichliche Nahrung bei geringer Bewegung führt leicht Krankheiten herbei. (Das Heer der s. g. Unterleibsbeschwerden.) Ebenso geringe Nahrung bei grosser Anstrengung. (Frühes Altern und Invalidwerden unserer Landleute). Reichliche Nahrung in warmen Klimaten ist gefährlich, da der Stoffwechsel wegen geringerer Sauerstoffzufuhr in der verdünnteren Luft, und die Wärmeableitung wegen der hohen äusseren Temperatur vermindert ist. Bei schwachen Verdauungsorganen, was gleichbedeutend ist mit Mangel an Nahrung, ist die Ruhe am wohlthätigsten; angestrenzte Bewegungen können entweder gar nicht unternommen werden, oder sie reiben den Körper auf.

Ich habe hier eine Reihe von Beispielen zusammengestellt, deren Erklärung wir Liebig's Scharfsinn verdanken. Wie oft sind diese und ähnliche Verhältnisse schon zur Sprache gekommen! Und doch hat man sie bisher nie auf so einfache Grundlinien zurückzuführen vermocht. Mögen auch hieran mit der Zeit noch sehr viele Mängel zu verbessern sein, so ist es doch schon ein sehr grosses Verdienst, welches sich Liebig erworben hat, eine Reihe von Sätzen, die durch eine gemeinsame und klare Idee verbunden sind, mit Bestimmtheit ausgesprochen zu haben. Jeder Denkende wird mit Leichtigkeit nach den gegebenen Grundsätzen neue exacte Fragen ersinnen und durch ihre Prüfung zur Prüfung der Fundamentalsätze beitragen können; jeder wird vorhandene, dunkle Fragen nach dem

Liebigschen Muster vorläufig wenigstens in bestimmte umwandeln und dadurch die Beantwortung erleichtern können.

Ich sagte oben, dass uns der von Liebig eingeschlagene Weg mit der Zeit vielleicht einmal dahin führen könnte, die Functionen des Körpers als bestimmte Grössen in Rechnung zu ziehen. Dies scheint allerdings möglich. Wenn erst die obigen oder ähnliche Relationen zwischen den verschiedenen Functionen ganz festgestellt sind, wenn man also die relative Grösse der einzelnen kennt, so handelt es sich in gegebenen Fällen nur um die Bestimmung der absoluten Grösse eines Gliedes, um alle übrigen gleichfalls zu kennen. Eine solche Aussicht allein schon muss uns bestimmen, den betretenen Weg nicht leichtthin wieder zu verlassen, mögen sich auch scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg stellen.

Schon jetzt können die obigen Sätze in ihrem rein relativen Zusammenhange wichtige praktische Regeln liefern. Stellt man z. B. die Frage: wie kann man in einem Körper, dessen dyskrasischer Zustand eine vollkommene Alteration erfordert, am besten den Verbrauch beschleunigen, um den Versuch zu machen, ob der demnächstige Ersatz ein mehr normales Verhältniss herbeiführt? so ist die Antwort: Durch Hunger, künstlich vermehrte Secretionen, leichte Bekleidung und Bewegung in kalter Luft. In wie weit der Mensch, ohne zu unterliegen, diesen Bedingungen zugleich unterworfen werden darf, erfordert freilich eine sorgfältige Prüfung. Theilweise werden aber diese Bedingungen bei den bekannten Heilverfahren schon erfüllt, und es mag bei weiterer Prüfung und Verfolgung der oben ausgesprochenen Grundsätze vielleicht gelingen, diese Methoden auf theoretische Principien zurückzuführen. So z. B. haben wir in einigen unserer Brunnenkuren: strenge Diät, Bewegung und Ausleerung umgesetzter Stoffe, als Epithelium, Darmschleim, Galle. (Abführende Thermen.) Bei andern kommt die Abkühlung durch das viele kalte Wasser zu den ebengenannten Bedingungen hinzu. (Kalte abführende

Brunnen.) Wieder in andern Fällen wird neben Bewegung, strenger Diät und Abkühlung die künstliche Entleerung durch die Haut eingeleitet. (Kaltwasserkuren mit Schwitzen.)

Es ist leicht einzusehen, dass alle diese Methoden einer sorgfältigen Prüfung bedürfen, um ihre wesentlichen Unterschiede theoretisch zu ergründen. Sicher ist es für specielle Fälle nicht gleichgültig, durch welchen der einzelnen Factoren wir auf eine Bethätigung des Verbrauches und Stoffwechsels einzuwirken suchen, ob direct durch materielle Entleerungen organischer Stoffe, ob durch Abkühlung, ob durch Hunger, ob durch Bewegung. Da die Angriffspunkte hierbei verschieden sind, wird auch die nächste Wirkung jedesmal besondere Theile treffen. Erst wenn man sich klar darüber ist, welchen Theil man besonders zu berücksichtigen hat, und welche Mittel dies am besten bewirken, wird man wirklich rationell handeln können. Im Allgemeinen wird noch ziemlich summarisch verfahren. Damit nichts versäumt wird, müssen die Kranken trinken, baden, schwitzen, hungern. Eins trifft dann wohl den richtigen Fleck und bestärkt den Arzt in dem Glauben, dass die ganze Methode die richtige sei. Bisher haben wir kaum anders als empirisch handeln können, und es würde auch eine sanguinische Hoffnung sein, wenn wir bald zu sichern theoretischen Principien zu gelangen erwarteten. Aber der Weg dazu, glaube ich, ist gebahnt, und es wäre Unrecht, ihn nicht ferner zu verfolgen. Die Methode, einzelne Fragen einzeln zu beantworten, muss jedenfalls weiter führen.

In dem Obigen habe ich es versucht, die Liebigschen Sätze auf eine Basis zurückzuführen, welche mir haltbar schien, auf das Princip der gegenseitigen Proportionalität. Es scheint mir sehr wichtig, dies in seinem vollen Umfange festzuhalten, jedem Gliede seine selbständige Wichtigkeit zu vindiciren und uns durchaus von der Idee loszusagen, als wären alle verschiedenen Glieder abhängig von einem ursächlichen, von der chemischen Action des Sauerstoffs. Behalten wir diese letztere Idee bei, so verlieren wir alle

Früchte der Arbeit, verschliessen uns den Weg zu weiteren Fortschritten und verwickeln uns in Widersprüche mit der Erfahrung. So daukenswerth es ist, dass Liebig auf die Wichtigkeit der chemischen und physikalischen Einflüsse aufmerksam gemacht hat, so ist er doch zu weit gegangen, wenn er sie als die eigentlichen Regulatoren der ganzen Maschine betrachtet. Dann müsste das Leben in ununterbrochener Ordnung, nur abhängig von etwaigen Veränderungen dieser äusseren Einflüsse, wie ein Uhrwerk ablaufen. Es müsste z. B. unmöglich sein, sich in demselben Klima an viel oder wenig Nahrung, viel oder wenig Bewegung, warme oder leichte Bekleidung, viel oder wenig Schlaf zu gewöhnen. Wäre die Bruthöhle, wie Liebig p. 16 sagt, eine unveränderliche Grösse, das geathmete Luftvolum als immer gleichbleibend anzusehen, dann möchte allerdings ein Gewöhnen unmöglich, und bei wechselnden Verhältnissen der Nahrung, Wärme u. s. w. grosse Gefahr für den Körper nicht leicht zu vermeiden sein. Aber so ist es glücklicherweise nicht. Die Maschine versieht sich selbst mit ihrem Regulator, dem Sauerstoff, und weiss das Reservoir nach den Umständen zu vergrössern und zu verkleinern. Bei gewöhnlicher Respiration wechseln wir mit jedem Athemzuge zwischen 20-25 Cubiczoll Luft aus; bei einem tiefen Athemzuge können wir dagegen 100-200 Cubiczoll auswechseln. Es bedarf daher nur einer geringen Veränderung in der Quantität eines jeden Athemzuges, um die Sauerstoffaufnahme dem Bedürfniss des Körpers proportional zu machen. Dass eine solche Accommodation stattfindet, lehrt die Erfahrung; sie erklärt sich nach der Analogie der übrigen, von den Nerven abhängigen Functionen. Im Normalzustande befindet sich in den Lungen eine bestimmte Mischung von atmosphärischer Luft und Kohlensäure. Jede Veränderung dieses Verhältnisses wird von den empfindenden Lungenerven so gut wahrgenommen, als Veränderungen des Lichtes vom Auge, oder der Wärme von den Hauterven. Und so gut sich in Folge einer Reflex-

bewegung die Pupille bei grellem Lichte zusammenzieht, bei mattem erweitert, — so gut sich das verbrannte Glied unwillkürlich zurückzieht, ebensogut werden die Respirationsnerven die Muskeln in eine solche Thätigkeit setzen, dass das normale Mischungsverhältniss hergestellt wird. Ein Ableugnen dieser Accommodationsfähigkeit führt uns zu den bestimmtesten Widersprüchen. So ist es denn auch Liebig ergangen. Betrachten wir z. B. den berühmten Passus: „Der Engländer sieht mit Bedauern seinen Appetit, der ihm einen häufig wiederkehrenden Genuss darbietet, in Jamaika schwinden, und es gelingt ihm in der That, durch Cayennepfeffer und die kräftigsten Reizmittel die nemliche Menge von Speisen zu sich zu nehmen wie in seiner Heimath; allein der in den Körper übergegangene Kohlenstoff dieser Speisen, er wird nicht verbraucht, die Temperatur der Luft ist zu hoch und eine erschlaffende Hitze erlaubt nicht, die Anzahl der Athemzüge (durch Bewegung und Anstrengung) zu steigern, den Verbrauch also mit dem, was er zu sich genommen hat, in Verhältniss zu setzen.“

Das Wahre, was in diesem Satze liegt, ist wohl, dass durch eine solche Lebensweise oft genug Veranlassung zu Erkrankungen gegeben werde. Da aber viele Individuen auch nicht erkranken, so liegt darin eben der Beweis, dass der Organismus Mittel gefunden hat, hinreichenden Sauerstoff zur Vergasung des Kohlenstoffs einzunehmen, denn was wäre sonst wohl daraus geworden? Die Differenz des Gewichtes gleicher Luftvolumina in England und Jamaika ist (nach der mittleren Temperatur berechnet) $\approx 28:26\frac{1}{2}$. Verzehrt also ein Mensch in beiden Gegenden gleich viel, nach Liebig etwa 28 Loth Kohleustoff täglich, so können in Jamaika nur $26\frac{1}{2}$ Loth davon verbraucht werden. Jeden Monat sammeln sich also gegen $1\frac{1}{2}$ Pfund unverbrauchten Kohleustoffs im Körper und in 6 Jahren könnte ein solches Individuum ganz verkohlt sein. Bleiben nun aber erfahrungsmässig viele gesund, so ist nur denkbar, dass entweder nicht alle verzehrten Speisen im Darmkanal aufge-

sogen werden, oder dass das Individuum sich gewöhnt, mit jedem Athemzuge statt 16, etwa 17 Cubiczoll Luft einzuathmen. Und letzteres ist doch keine grosse Zumuthung, wenn wir wissen, dass die Capacität der Lungen erlaubt, 100-200 Cubiczoll mehr einzuathmen.

Ich habe diese Erörterung hier einfügen müssen, um den Einwürfen, welche aus der Veränderlichkeit der Functionen, die sich besonders durch Gewöhnung herbeiführen lässt, gemacht werden können, zu begegnen. Unsere Sätze enthalten einige an und für sich constante Grössen, chemische und physicalische Einflüsse, welche sicher in einer gewissen Breite auf die Lebenserscheinungen einwirken. Jedoch kann der Organismus sich auch in einer gewissen Ausdehnung davon unabhängig machen, indem er das Maass ihrer Einwirkung durch eigene Thätigkeit bestimmt. Jede Veränderung der chemischen und physikalischen Einflüsse kann Krankheit hervorrufen, wenn sich nemlich die übrigen Glieder nicht alsbald adäquat stellen. Könnten sich aber die übrigen Functionen nicht accommodiren, so müsste eine jede solche Veränderung Krankheit bewirken. Darin liegt der Unterschied. Bei raschem Temperaturwechsel z. B. ändert sich der Sauerstoffgehalt gleicher Luftvolumina. Wir fuhren fort, dasselbe Maass von Speisen, wie vorher, zu uns zu nehmen. Accommodirt sich nun die Respiration dem neuen Verhältnisse nicht in der Art, dass respective grössere oder kleinere, frequentere oder seltene Athemzüge gemacht werden, so entsteht ein Missverhältniss zwischen Ersatz und Verbrauch und dadurch Krankheit. Meistens aber erfolgt diese Accommodation vollständig und die meisten Menschen bleiben gesund. — Es giebt keine absolut constante Grösse in der Reihe der Glieder, welche den lebenden Organismus construiren; alle sind variabel.

Nur bei Berücksichtigung dieser Grundsätze können wir allgemeingültige Regeln aufsuchen. Ziehen wir die Grenzen unserer Theorie zu eng, so werden wir durch die täglich vorkommenden Abweichungen verwirrt und das Ge-

bände wird umgestossen. Ich glaube in den oben aufgestellten Sätzen die zu engen Schranken vermieden zu haben, wenn ich auch entfernt bin, die allgemeine Richtigkeit der Sätze als bis jetzt bewiesen anzusehen. Doch glaube ich, dass aus dem Gesagten vorläufig zu entnehmen sein wird, welche Bedeutung sie für die Wissenschaft und Praxis erhalten können, wenn man den eingeschlagenen Weg ferner verfolgt und ohne Voreiligkeit mit der sorgfältigsten Prüfung in der Erfahrung die Bestätigung der Annahmen sucht.

Es liegt uns nun noch ob, Liebig in einige Details seiner Untersuchungen zu folgen, welche mit dem vorhergehenden nicht in unmittelbarem Zusammenhange stehen.

Die Metamorphosen der Gebilde.

In diesem Abschnitte werden die hypothetischen Umsetzungsproducte, welche bei dem Acte der Verdauung, Assimilation und Secretion gebildet werden können, betrachtet und mit Hülfe chemischer Formeln gezeigt, dass in den Materialien die Producte in einer Form enthalten sein können, welche nur eine chemische Ausscheidung der einzelnen nothwendig macht. Dieser Abschnitt hat unter Physiologen, Ärzten und Chemikern die grösste Sensation gemacht, obwohl Liebig selbst ihn als einen der am wenigsten sichern bezeichnet und sich (p. 119), „gegen alle Schlüsse und Folgerungen“ verwahrt „welche man jetzt oder zu irgend einer Zeit gegen die Ansichten (die oben betrachteten allgemeinen nemlich) daraus ziehen könnte, welche mit den vorhergehenden, mit denen sie in keinerlei Verbindung stehen, entwickelt sind.“ „Die Resultate,“ fährt er fort, „zu denen ich gelangt bin, befremden mich nicht minder und flössten mir die nämlichen Zweifel ein, die sie in Andern erwecken werden, allein sie sind keine Schöpfungen der Phantasie, und ich gebe sie, weil ich die Überzeugung hege, dass der Weg, der zu ihrer

Ermittlung geführt hat, der einzige ist, auf welchem wir hoffen können, Einsicht in die organischen Prozesse zu erlangen." Ebenso p. 131. „Man darf diesen Formeln, wie ich wiederholt in Erinnerung bringe, keinen höheren Werth beilegen, als sie verdienen; sie sollen zu weiter nichts als zu Anknüpfungspunkten dienen, um zu richtigeren Vorstellungen über das Entstehen und Zerfallen der Substanzen zu gelangen, woraus die thierischen Gebilde bestehen."

Nach dieser Erklärung könnte es überflüssig erscheinen, eine fernere Untersuchung über den Werth der vorgelegten Formeln anzustellen, und jedem möchte es überlassen bleiben, aus dem Studium dieser Umsetzungsformeln Belehrung und Anregung zu schöpfen. Allein Liebig's Absicht bei der Darlegung dieser Formeln scheint von vielen Seiten ganz falsch verstanden zu sein. Gerade dieser Theil der Schrift wird vorzugsweise ausgebeutet. Valentin hat diese Formelspielereien in der Physiologie in weit grösserer Ausdehnung eintreten lassen, als sich bei strenger Kritik rechtfertigen lässt; Jones tractirt danach die harnsaure Diathese; Ancell sucht besonders diese Sätze in die Wissenschaft einzuführen. Woher kommt es, dass man hier gerade Liebig's Absicht so missverstanden hat? Ich glaube daher, weil man sich durch die scheinbare Sicherheit der Formeln täuschen lässt, weil die Operationen damit eine elegante Behandlungsweise jedes Themas gestatten, und weil der grossen Mehrzahl, welche sie nicht verstehen und ihren Werth nicht zu beurtheilen wissen, dadurch imponirt werden kann.

Man staunt darüber, dass sich auf so einfache Weise die Entstehung eines Körpers aus einem andern erklären lässt. Da braucht nur etwas Kohlensäure oder Ammoniak auszutreten, die Elemente des Wassers zugethan oder abgezogen zu werden, so ist der neue Körper fertig. Aber dabei ist nichts erstaunenwerthes. Hat man eine Summe von 4 Gliedern $n\text{C} + n'\text{H} + n''\text{N} + n'''\text{O}$ und nimmt sich die Freiheit 3 dieser Glieder nach Belieben zu ändern,

so kann es keine Schwierigkeit haben, sie jeder andern Summe, die $C + N + H + O$ mit beliebigen Coefficienten hat, proportional zu machen. Darin liegt das ganze Räthsel. Es handelt sich nur darum, ob diese beliebige Änderung der 3 Glieder eine zulässige Procedur ist, ob sie der Natur entspricht. Man sagt, Kohlensäure werde ja beständig gebildet, Wasser sei überall vorhanden, werde beständig ausgeschieden und beim Stoffwechsel wieder componirt; auch Ammoniak sei so häufig thierisches Secret, dass eben keine Willkürlichkeit darin liege, die Elemente dieser Verbindungen als complementäre Glieder bei der Aufstellung der Formeln zu gebrauchen. Wenn es sich nur darum handelt, die Möglichkeit zu zeigen, so gebe ich diese Behauptungen gern zu, halte dann aber die Ausführung für eine reine Spielerei, da es sich ganz von selbst versteht, dass bei den genommenen Freiheiten aus jeder 4gliedrigen organischen Verbindung jede andere mit Leichtigkeit abgeleitet werden kann. Handelt es sich aber um einen Erklärungsversuch des wirklichen organischen Vorganges, so müssen zuerst die Thatsachen nachgewiesen sein; dann mögen die Erklärungen durch Formeln folgen. Es muss vorher bewiesen werden, dass die Glieder, welche man als ausgeschieden annimmt, wirklich ausgeschieden sind, dass der Rest, welchen man als zurückbleibend annimmt, wirklich so zurückbleibt, nicht in andere Verbindungen zerfällt, oder andere Elemente ganz gegen unsere Erwartung aufnimmt. Dass dabei nicht von präsumirten Formeln und hypothetischen Annahmen, sondern nur von der Erfahrung Aufschluss erwartet werden kann, ist wohl einleuchtend.

Ich will an einem Beispiele zeigen, wie eine solche Rechnung, welche übrigens auf den einfachsten und zum Theil erfahrungsmässigen Prämissen ruht, zu merkwürdigen Resultaten führen kann.

Beim Athmen bildet sich Kohlensäure und Wasser. Beim Umsatze der Proteinkörper verbindet sich also der Sauerstoff mit ihrem Kohlenstoff und Wasserstoff.

Betrachten wir also, was bei der einfachen Einwirkung des Sauerstoffs auf das Protein für Producte entstehen müssen.

Aus Protein C 48 + H 72 + N 12 + O 14 entstehen unter Zutritt von 0 88

(C 36 + 0 72) (H 60 + 0 30) also 36 Atome Kohlensäure u. 30 At. Wasser
und es bleiben C 12 + H 12 + N 12 = 6HCy = 6 Atome Blausäure.

Sollte dies Stadium aber noch überstanden werden, so kommen wir mit 100 Atomen Sauerstoff.

Aus Protein C 48 + H 72 + N 12 + O 14 entstehen unter Zutritt von 0 100

(C 36 + 0 72) (H 72 + 0 36) 36 At. Wasser u. 36 At. Kohlensäure u. bleibe C 12 + N 12 + 0 6 = Cy = 6 Atome Knallsäure.

Ich habe ein schmerzliches Bedauern nicht unterdrücken können, dass J. Paul diese Eventualitäten nicht bekannt gewesen sind. Welch ein Thema, welch ein Quell der Sorge für seinen Feldprediger Schmelzle! Hätte sich da der Mann seine Lebenstage wohl durch die Furcht vor der Erfindung des Luftzersetzungsfermentes verbittert? Hätte er da den Wunsch ausgesprochen, dass den Chemikern bei Leibesstrafe alles Experimentiren von Staatswegen untersagt werden möchte, weil einer in aller Unschuld, absichtslos das grause Ferment, welches die Lebensluft zerstört, fabriciren könne! Hätte er nicht lieber eine Prämie auf die Entdeckung gesetzt? Was wollen alle die Quellen der Sorge, welche den armen Feldprediger so sattsam quälten, gegen diesen einen Gedanken sagen: in diesem Augenblicke nimmt deine liebe Frau gerade das 88ste Atom Sauerstoff ein und wird dich im nächsten mit einer vollen Lage blausauren Athems todt niederstrecken! Oder, würde der Mann wohl die Reise nach Flätz gewagt haben, wenn er hätte denken müssen, dass auf der näch-

sten Station ein, übrigens wohlausehender, aber inwendig knallsaurer Postillon aufsteigen könne, der bei dem ersten Trabe crepiren, Pferde und Wagen in Staub verwandeln und obendrein ein 10 Klafter tiefes Loch in die Erde schlagen würde?

Ich meine, J. Paul würde eine solche Berechnung gut ausgebeutet haben, und ausser dem Spass, den er uns dadurch gemacht hätte, würde daraus die Moral zu ziehen gewesen sein, dass man die Berechnung besser unterlassen hätte, weil Spassvögel sich darüber lustig machen ruhige, etwas unsichere, oder gar ängstliche Leute aber dadurch auf verkehrte Gedanken gebracht werden könnten.

Aber Scherz bei Seite! Ich wollte nur zeigen, was man aus den Formeln machen kann. Hier ist nichts supponirt, als was beim Stoffwechsel effectiv vor sich geht, Kohlensäure- und Wasserausscheidung. Was wird man da nicht leisten können, wenn man die Suppositionen noch weiter ausdehnt!

Es wäre zwecklos, hier weiter auf die einzelnen Details der Umsetzungsformeln einzugehen. Liebig hat, wie oben angeführt ist, bestimmt genug ausgesprochen, wie er sie angesehen wissen will, und wenn Andere einen Missbrauch damit treiben, dass sie solche, eigentlich nur beispielsweise aufgestellte, Formeln in die Physiologie oder Medicin übertragen, so hat Liebig keine Veranlassung dazu gegeben. Mir kam es hier vorzüglich darauf an, gegen einen solchen Missbrauch zu protestiren. Liebig wollte den Weg bezeichnen, der in Zukunft einmal fruchtbringend werden kann. Deshalb wollen wir die Resultate ruhig abwarten, überzeugt, dass ein Chemiker uns als Resultate nie Formeln für unbekannte Producte, deren Existenz nicht erfahrungsmässig nachgewiesen ist, bieten wird. Erst müssen die Umsetzungsproducte selbst gründlich studirt sein, dann werden uns die Formeln zu einer bequemeren Auffassung behülflich werden.

Was bis jetzt durch die Formeln ausgedrückt werden

kann, lässt sich viel einfacher und der Wahrheit entsprechender in ein paar Worten ausdrücken: Die Secrete sind Bestandtheile des Körpers gewesen und stammen als solche vom Blute und zuletzt von der Nahrung; ihre Summe muss also wieder dem Blute und schliesslich der Nahrung gleich sein. Die Formeln sagen zum Theil weniger aus, da sie bis jetzt nur einige wenige Secrete und diese nicht einmal vollständig umfassen. Was sie mehr und detaillirter aussagen ist nichts als Hypothese.

Liebigs Theorie über die Fettbildung im Körper ist höchst interessant und erklärt den Vorgang bei unseren Mastthieren, wie es scheint, sehr gut. Aber es bleibt noch vieles dabei zu erklären übrig, was nicht so einfach mit den stickstofffreien Nahrungsmitteln zusammenhängen kann. Das Material, welches das Fett liefern kann, muss natürlich unter allen Umständen, wo Fettbildung eintritt, vorhanden sein. Aber eben so bestimmt scheint es mir, dass nicht überall, wo dies Material in den Körper eingeführt wird, Fettbildung erfolgt. Von 2 Menschen welche ganz gleiche Lebensweise führen, wird der eine fett, der andere bleibt mager. Bei aller erdenklichen Mühe, bei schmaler Kost, angestrenzter Bewegung, ausleerenden Mitteln gelingt es nicht, den fetten Menschen mager zu machen. Das Übel steigt oft bis zu einem Grade, der für das Leben Gefahr droht, mindestens als Krankheit zu betrachten ist, und demgemäss behandelt wird. Aber es giebt kaum eine schwierigere Aufgabe, als solche Menschen zu trainiren. Ich habe gesehen, wie sie bei schmaler Kost exerciren, purgiren, laufen und reiten mussten, ohne dass sich nach Monaten die Gefahr verloren hätte, dass sie bei etwaigem Herunterfallen vom Pferde plätzen mücheten. Man nimmt bekanntlich deshalb in der Medicin eine krankhafte Disposition zur Fettbildung an, was vernünftig ausgedrückt nichts weiter sagen soll, als dass in den besonderen Fällen nicht die Qualität oder Quantität der Nahrung oder das übrige diätetische Verhalten allein

die zureichenden Ursachen zu dieser Fettbildung geben kann, sondern dass noch unbekannte Ursachen wirksam sind, welche eine Umwandlung der Nahrungsmittel in Fett begünstigen. Eine solche Annahme ist gewiss nicht ohne Grund. Wenn z. B. in einer Familie neben einer Reihe ganz gewöhnlicher Kinder ein solches Fettmonstrum heranwächst, ohne dass in seiner Verpflegung irgend eine merkbare Abweichung von der Verpflegung der übrigen statgefunden hätte, bleibt eigentlich eine andere Erklärung nicht übrig. Einen solchen Fall theilte noch kürzlich Barkhausen (in Holschers Annalen März und April 1843) mit. Ein Knabe von $\frac{5}{4}$ Jahren wog 53 Pfund.

Umfang des Bauches 3 Fuss.

—	der Brust	2' 9"
—	— Knöchel	— 6 $\frac{1}{4}$ "
—	— Kniee	1' 3 $\frac{1}{2}$ "
—	— Schenkel	1' 9"

Ganze Grösse 2' 7".

Alle Kinder derselben Eltern, die in dürftigen Verhältnissen lebten, waren ziemlich gleichmässig verpflegt; alle übrigen waren mager. Das besagte zeigte übrigens keine Erscheinung von Krankheit.

Auch in der übrigen Natur finden wir eine Menge von Beispielen, welche zu beweisen scheinen, dass nicht allein das Verhältniss von Nahrung, Bewegung und Sauerstoffaufnahme zur Erklärung der Fettbildung hinreicht. Unsere meisten Sumpf- und Wasservögel, von denen viele fast ausschliesslich von animalischer Nahrung leben, zeigen dicke Fettpolster unter der Haut und in der Umgehung der Eingeweide. Die Ablagerung ist im Winter reicher als im Sommer, obwohl die Nahrung da sparsamer ist und der Sauerstoffverbrauch stärker sein muss, da sie in einem Medium verweilen, welches oft den ganzen Winter hindurch dem Gefrierpunkte nahe ist. Ob sie geringere Anstrengung zur Bewegung verwenden, als z. B. die Raubvögel, welche kein Fett absetzen, möchte schwer zu entscheiden

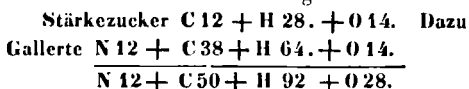
sein, aber nicht wahrscheinlich gefunden werden, wenn man bedenkt, dass sich ihren Bewegungen der Widerstand des Wassers entgegensetzt, während die übrigen nur den der Luft zu überwinden haben.

Dagegen versuche man es einen mageren Menschen, der aber nicht aus Mangel mager ist, durch vermehrte stickstofffreie Nahrung und Ruhe wohlbeleibt zu machen; man wird diesen Versuch, wie alle andern, scheitern sehen. So scheint es denn, dass die von Liebig aufgestellten Bedingungen den Mechanismus bezeichnen, dessen sich die Natur zur Bildung des Fettes im Körper bedient, dass aber noch andere, unbekante Ursachen dazu beitragen müssen, diesen Mechanismus in Bewegung zu setzen, da sonst bei den gegebenen Bedingungen jedesmal Fettbildung erfolgen müsste.

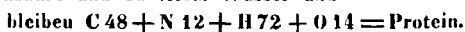
Die Nährfähigkeit der thierischen Gallerte, welche in neuerer Zeit der Gegenstand vieler Controversen geworden ist, wird von Liebig gleichfalls berührt, aber, wie mir scheint, unzureichend erörtert. Dass sie in Proteinkörper übergeben könne, hält Liebig ihrer chemischen Zusammensetzung nach für unmöglich. Dagegen hält er es für möglich, dass sie im Körper wieder zur Bildung der „Zellen und Membranen“, kurz der leimgebenden Gebilde dienen könne. So müsste denn wieder neben den bekannten Blutbestandtheilen eine andere, von ihnen verschiedene Materie mit dem Blute circuliren und an besonderen Stellen ihre besonderen Ernährungen vornehmen. Eine solche Einteilung in Departements scheint mir sehr bedenklich und jedenfalls unnöthig, da dieselben leimgebenden Substanzen im Körper gebildet werden, wenn keine Gallerte in den Nahrungsmitteln eingenommen ist. Es ist klar, dass sich über diesen Streit a priori durchaus nicht entscheiden lässt. Es ist nur die Erfahrung, welche Aufschluss geben kann. Würde am Ende definitiv entschieden, wie es nach den neuesten Versuchen beinahe das Ansehn hat, dass die Gallerte sich wenig oder gar nicht zur Ernährung eigne, so wür-

den wir daraus entnehmen, dass sie nicht wohl in Proteinkörper umgewandelt werden kann. Aus der chemischen Zusammensetzung kann man aber einen solchen Schluss gar nicht machen. Würde ihre Nährfähigkeit durch Versuche bewiesen, so würde man keinen Anstand nehmen, ihre Umwandlung in Proteinsubstanz chemisch zu beweisen und etwa folgende Formel aufzustellen:

Wenn Gallerte mit amylobaltigen Substanzen, z. B. Kartoffeln genossen wird, bildet sich Protein. Das Amylon verwandelt sich bei der Verdauung bekanntlich in



Es treten aus (C 2 + 0 4.) (H 20 + 0 10) also 2 Atom Kohlensäure und 10 Atom Wasser und



Ich kann bei dieser Gelegenheit dem Leser die beruhigende Versicherung wiederholen, dass er, wenn er irgend einen ähnlichen Vorgang durch Formeln beweisen will, der Erreichung seines Zieles von vorn herein sicher sein kann, das erwünschte Resultat bleibt nie aus.

Die Wichtigkeit der Milch für die jungen thierischen Körper leitet Liebig daher, dass darin einer gewissen Menge Protein eine reichliche Menge Respirationsmittel beigemischt sei. Gegen diese Erklärung erheben sich folgende Zweifel. Warum ist die Nahrung der Fleischfresser und Pflanzenfresser in der ersten Periode ihres Lebens dieselbe, während sie später differirt? An Respirationsmitteln würden die jungen Pflanzenfresser keinen Mangel leiden, wenn sie die Nahrung der alten genießen. Vielleicht an Proteinsubstanzen? Dagegen ist zu bemerken, dass die Milchnahrung viel früher aufhört, als das Wachstum beendet ist und dass die körnerfressenden Vögel ohne Milch wachsen und zwar weit rascher als die Säugethiere. Im Gegentheile hierzu leben und wachsen die jungen fleischfressenden Vögel ohne den Überschuss an

Respirationsmitteln. Liebig ist dieser Widerspruch nicht entgangen, und er sucht ihn durch eine Annahme zu entkräften die mir aber nicht haltbar und mit andern seiner Annahmen im Widerspruche scheint. Nachdem er besprochen hat, dass die stickstofffreien Materien der Milch als Respirationsmittel verwendet würden, um den Einfluss des Sauerstoffs von der organischen Substanz abzuhalten, damit nicht der Stoffwechsel dem Wachsthum Eintrag thue, fährt er folgendermaassen fort: „Bei den (jungen) fleischfressenden Vögeln ist der Mangel aller Bewegung offenbar ein Grund eines verminderten Stoffwechsels“. Aber woran sättigt sich dann bei ihnen der verzehrende Sauerstoff? Diese Vögel athmen doch so gut als die andern; aber weder Respirationsstoffe noch umgesetzte Gebilde sind zum Widerstande gegen den Sauerstoff vorhanden; da müssten denn die Organe selbst verzehrt werden. An einer andern Stelle (p. 71.) haben wir erfahren, dass die fleischfressenden Thiere sich heftig bewegen müssten, um nur den nothwendigen Stoff zur Respiration darzustellen; hier erfahren wir, dass ein fleischfressendes Thier, welches doch nach täglicher Erfahrung athmet, sich nicht zu bewegen braucht. So sind widersprechende Behauptungen zur Erklärung verschiedener Thatsachen benutzt.

Übrigens ist es nicht wahr, dass die Jungen der fleischfressenden Säugethiere sich in der ersten Zeit ihres Lebens mehr bewegen, als die junge Eule oder der junge Habicht. Schon ihre Blindheit schützt sie vor solchen Versuchen. Sie liegen Monate lang, ja bis zu einem halben Jahre bei der Mutter, während der Edelfalke seine Jungen nach 6—8 Wochen aus dem Horste wirft, damit sie sich selbst ihre Nahrung suchen lernen. Man kann also behaupten, dass diese Vögel ohne Respirationsstoffe bei früherer und lebhafterer Bewegung doch schneller aufwachsen, als die Säugethiere bei ihrer Milchdiät. Wäre Liebig's Ansicht von der Bedeutung der Respirationsstoffe in der Milch richtig, so wäre es durchaus

unmöglich, dass die eine Klasse ganz ohne diese Respirationsmittel leben und wachsen könnte. Der Zweck, welchen die Natur mit der Milchnahrung erreicht, scheint somit doch noch nicht hinlänglich aufgeklärt.

Auch die Bedeutung des Schlafes für den Körper scheint Liebig von einer untergeordneten Seite aufgefasst zu haben. Er macht die Summe der zu mechanischen Effecten disponibeln Kraft von der Zeit des Schlafes abhängig. Dies ist nur dann ganz richtig, wenn man voraussetzt, dass der Ersatz der verbrauchten Kraft nur im Schlafe erfolgen könne. Zu einer solchen Annahme sind wir aber nach dem Vorhergehenden nicht berechtigt. Körperliche Ruhe ohne Schlaf würde alle Erfordernisse erfüllen. Es scheint mir nicht zweifelhaft, dass besonders geistige Anstrengung das Bedürfniss nach Schlaf vermehrt. Wir sehen unseren Landmann Monate lang bei 5—6stündigem Schlafe seine mühsamen Arbeiten kräftig verrichten, während der Geschäftsmann, der über Mangel an Bewegung seufzt, nach 8stündigem Schlafe unerquickt aufsteht. Wir finden häufig, dass Menschen, denen zu Hause bei geistigen Anstrengungen ein 7stündiger Schlaf nicht genügte, auf Reisen, selbst Fussreisen, durch 5—6stündigen Schlaf vollständig befriedigt und den ungewohnten Anstrengungen gewachsen werden. Der Schlaf scheint somit neben der körperlichen Herstellung, die natürlich darin stattfindet, auch dieselbe Stelle für die geistigen Functionen zu erfüllen. Man könnte freilich auch dies auf eine materielle Grundlage zurückführen, wenn man sich die geistige Anstrengung mit einem ähnlichen Stoffumsatze verbunden denkt, wie die körperliche Bewegung. Doch stehen dieser Hypothese noch manche widersprechende Thatsachen entgegen, (die z. B. in Müllers Physiologie nachzulesen sind), so dass wir vorläufig dem Schlafe noch eine andere, als diese rein materielle Bedeutung zuschreiben müssen.

Der Respirationsprocess.

Liebig widmet diesem Gegenstande ein eignes Kapitel, in welchem über alle zweifelhaften Fragen mit solcher Sicherheit abgeurtheilt wird, dass der Leser zu dem Glauben gelangen muss, der Respirationsprocess sei bis in's Einzelste durchaus genau bekannt. Dem ist aber nicht so. Die Thatsachen, welche Liebig seinen Deductionen zum Grunde legen konnte, sind schon vor ihm auf das genaueste geprüft und beurtheilt worden. Das Resultat war, dass wir über mehrere Punkte noch ganz im Dunkeln sind. Aus den bis jetzt bekannten Versuchen ist nicht zu entnehmen, in welcher Form das Eisen im Blute vorhanden ist, ebensowenig, welcher Theil des Blutes die Gasarten absorhirt enthält. Liebigs Behauptungen darüber beruhen auf subjectiven Ansichten. Die gründlichen Prüfungen dieser Fragen findet man bei Berzelius, Müller, Nasse u. s. w. Es ist sehr wünschenswerth, dass ausgezeichnete Männer auch ihre subjectiven Ansichten über solche Punkte mittheilen, aber sie müssen eben nur als solche geltend gemacht, nicht in die Form von thatsächlichen Beweisen eingekleidet werden. Über Thatsachen entscheidet nur eine gründliche Prüfung, nicht Autorität.

Pathologisches und Therapeutisches.

Die zerstreuten und kurzen Bemerkungen, welche Liebig über einige pathologische und therapeutische Punkte in seiner Schrift niedergelegt hat, tragen offenbar nicht die Tendenz in sich, irgend tiefer in die Erläuterung dieser Fragen einzugehen. Es sind einzelne Blicke, welche von dem Hauptpfade aus auf die Umgebung geworfen sind in der Absicht, die ungefähren Umrisse, nicht aber die nähere Beschaffenheit derselben aufzufassen. Deshalb möchte es ungerecht erscheinen, wenn man an diese Skizzen den Maassstab einer strengen Beurtheilung legen wollte. Wenn ich deshalb kurz auf eine Prüfung derselben eingehe, so

geschieht dies nicht um der Sätze selbst willen, sondern von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus.

Autoritäten in anderen Wissenschaften sollten sich besonders in unserer Zeit hüten, solche halb wahre, äusserlich glänzende, aber unvollständig durchdachte Erklärungsversuche der Arzneiwissenschaft zu bieten. Sie können dadurch, wenigstens für den Augenblick, grossen Schaden stiften. Wer das gegenwärtige Treiben und Gähren in unserer medicinischen Wissenschaft etwas genauer verfolgt, wird die Gefahr nicht verkennen, in welche dieselbe sich täglich mehr durch einen Mangel vernünftiger Kritik verwickelt. Das tiefgefühlte Bedürfniss des Fortschreitens und das daraus sich nach allen Richtungen hin entwickelnde rege Streben ist gewiss erfreulich und schätzenswerth; aber dabei darf die Besonnenheit, welche allein den richtigen Weg leiten kann, auch nicht fehlen. Wir dagegen geben das Bild einer schlecht geordneten Völkerwanderung. Wir sind mit unsern bisherigen Wohnungen unzufrieden, suchen neue und finden unsere Schritte durch einen breiten Strom gehemmt, den zu überschreiten unsere nächste Aufgabe ist. Es fehlt Baumaterial zu einer Brücke; es soll herbeigeschafft und der Übergang bewerkstelligt werden. Dabei muss sich zeigen, ob das Volk gelernt hat seine Kräfte in einer geordneten Weise zu benutzen. Aber bei uns geht es bunt her. Nur Wenige tragen ihr Material auf einen gemeinschaftlichen Bauplatz, ordnen es mit besonnener Ruhe und warten, bis eine hinreichende Menge gesammelt sein wird. Diese werden einst den Bau vollenden. Andere glauben, es käme mehr auf irgend eine kunstreiche und wunderbare Form der Pfeiler an, als auf ihre Festigkeit, drehen und dreheln, machen ihre Sachen sehr nett und erstaunlich, verlieren über der Spielerei aber ihre Zeit und die Haltbarkeit ihres Materials. — Wieder Andere, anerkennend, dass das Material nach unsern alten Ansichten nicht hinreicht, um hinüber zu kommen, sinnen auf ganz neue Methoden, bauen kühn in die Luft, machen sehr in-

teressante und bewundernswerthe Sprünge und enden mit einem Purzelbaum ins Wasser. Den Meisten aber dauert dies alles zu lange. Am ganzen Ufer meilenweit hin, sieht man kleine Anfänge von Brücken, woran ein paar Hände arbeiten; sie greifen nach dem ersten besten, fügen es sinnreich zum vorhergehenden, aber manches morsche Stück wird mit eingefügt, und kaum ist eine kurze Strecke fertig, so stürzt alles zusammen, und manches werthvolle Bäumchen ist so schon nutzlos vom Strome fortgerissen worden.

Die Kraftgenies sehen mit Verachtung auf solche Versuche auf trockenem Wege hinüber zu kommen. Sie ziehen den Rock aus und stürzen sich kühn in die Wellen. Aber keiner ist bis jetzt weit gekommen; manche sind ertrunken, die übrigen kehren zum Ufer zurück. Aber auch dabei zeigt sich der Unterschied zwischen der veralteten und modernen Bildung. Früher, sagt das Sprichwort, schämte sich der begossene Pudel; jetzt dagegen schüttelt man sich, dass den Umstehenden das Wasser und der Sand in die Augen fliegen!

Woher diese drohende Dissolution, diese anarchische Unordnung? Es fehlt die richtige Kritik! Es hat sich gezeigt, dass manches in unserer Wissenschaft nicht so ist, wie man glaubte. Diese Erkenntniss, richtig benutzt, muss heilbringend sein. Benutzt man sie aber, um auch das in Zweifel zu ziehen, dessen Unrichtigkeit nicht bewiesen ist, so ist sie ein Unglück. Man will das, was seit Jahrhunderten für wahr gehalten ist, jetzt nur dann gelten lassen, wenn es als wahr bewiesen wird. Das ist der verkehrte Weg. Das Bestehende hat die Präsumtion der Richtigkeit so lange für sich, bis die Unrichtigkeit bewiesen ist. Das Neue dagegen hat für sich den Beweis der Richtigkeit zu führen, wenn es auf Anerkennung Anspruch machen will. Es giebt manches, dessen Beweis schwierig, ja unmöglich ist; es kann aber, wenn viele Meinungen sich dafür erklären, Sache der Überzeugung werden, und je länger eine solche Überzeugung

in der Welt gelebt hat, je mehr Generationen in stillschweigender Anerkennung ihr Ja! dazu gegeben haben, desto wahrscheinlicher wird die zeitige Richtigkeit einer solchen Ansicht. Hierauf beruht das richtige Gefühl der Ehrfurcht vor dem Alten, Hergebrachten. Sicher, absolut wahr, kann freilich, wie die Geschichte lehrt, eine Überzeugung, die auf der Meinung, nicht auf Beweisen ruht, nie werden; die fortschreitende Totalentwicklung richtet endlich darüber. Aber das Recht muss man ihr vindiciren, dass sie nicht ohne Gegenbeweis leichtfertig niedergeworfen und etwas, was noch nicht ist, sondern erst werden soll, das Neue, an ihre Stelle gesetzt werde.

Es ist klar, dass diejenigen Zweige der Wissenschaft, welche in sich allein kein Ganzes ausmachen können, bei den Fortschritten der übrigen beständig in die unangenehmste Lage kommen müssen. So geht es besonders der Pathologie und Therapie. Man nennt gewöhnlich die Physiologie, Chemie u. s. w. die Hilfswissenschaften der Medicin. Besser sollte man sie die Elementarwissenschaften nennen und die Pathologie und Therapie als eine angewandte Lehre bezeichnen. Daraus würde sich zugleich der richtige Gesichtspunkt in Bezug auf die andern Zweige ergeben. Zur Anwendung eignet sich nur das durchaus Erprobte. Darum soll die Pathologie und Therapie nie den Schwankungen, welche die übrigen Wissenschaften in ihrem Fortschreiten ohne Gefahr machen können, folgen; sie soll warten, bis die richtige Mitte, das erprobt Wahre, gefunden ist, ehe sie zu einem Fortschritte ihren Fuss darauf setzt. Auch in den Elementarwissenschaften giebt es noch sehr viel unsicheres; das darf nicht zur Grundlage bei der Application benutzt werden. Es giebt darin vieles, was nur der systematischen Form zu Gefallen geschaffen ist; es darf nie in der Anwendung eine Rolle spielen. Nur die Thatsachen sind es, denen wir trauen dürfen, und dazu gehört die Kritik, den thatsächlichen Boden zu sondiren.

Der Boden der Erfahrungswissenschaften vergrößert

sich allmählig wie ein Landstück, dem ein Fluss seinen Raub anspült. In ruhigen Zeiten erfolgt die Ablagerung langsam aber stätig und sicher. In unruhigen dagegen ist oft der Absatz in kurzer Zeit bedeutend, aber wenn die Elemente zu sehr toben, dann ereignet es sich auch, dass von demselben Ufer Stücke fortgerissen werden, welches das Geschöpf des Stromes war. In der Physiologie, Physik, Chemie giebt es ein schönes Stück sicheren und festen Landes, aber an den Grenzen ist beständige Bewegung, beständig Gewinn und Verlust, und wenn auch mit Sicherheit vorauszusehen ist, dass der feste Boden sich vergrössern wird, so wäre es doch so lange Thorheit, an der äussersten Grenze bauen zu wollen, als dieser Wechsel noch fort-dauert. Und doch macht man oft an die Pathologie und Therapie den sehr ungerechten Anspruch, dass ihre Fortschritte so gross sein sollen, als die Bewegungen in den Elementarwissenschaften der Medicin. Darauf beruht grösstentheils der Vorwurf des Zurückbleibens, und die Furcht vor diesem Vorwurfe veranlasst die Bauten auf dem Treibsande. Möchte man doch bedenken, dass die angewandte Lehre jede ihrer Schwankungen erschütternd auf das Leben und die menschliche Wohlfahrt überträgt, dass es ganz unnöthig ist, sie zum rascheren Fortschreiten zu ermahnen, da sie ohne Wahl jedem wahren und dauernden Fortschritte der Elementarwissenschaften folgen muss.

Zwei Punkte sind es, welche augenblicklich vorzugsweise zerrüttend für eine zuverlässige Handhabung der praktischen Medicin zu werden droben, einmal das leichtsinnige Abfallen von dem bis dahin festgestellten, und dann das Haschen nach Neuheit. Ersteres ist so weit gediehen, dass man das Alte im allgemeinen für veraltet hält und sich dessen halb und halb schämt. Die Neuerungssucht ergeht sich in Systemen, Namen, Erfindung neuer Methoden und neuer Mittel. Die innere Unsicherheit, welche aus diesen Zuständen hervorgeht, zeigt sich als äussere Schwäche,

und so steht dann die Heilkunde den Elementarwissenschaften in einer gewissen Feigheit gegenüber, anstatt das Material zu beherrschen. Man überschätzt die dortigen Fortschritte, man unterwirft sich furchtsam den von dorthier gemachten Vorschlägen, anstatt durch eine freie und selbständige Beurtheilung, wie sie sich ziemt, das Benutzbare vom Unsichern zu scheiden und so den möglichsten Vortheil zu ziehen.

Diese augenblickliche Stellung der Heilkunde, oder vielmehr der Heilkundigen ist es, welche jeden Übergriff der Elementarbranche in die Pathologie und Therapie gefahrbringend erscheinen lässt. Selbst wenn der Versuch eines jeden festen Fundamentes entbehrt, finden sich Anbeter und Nachsprecher und hundert Journale stossen in die Posaune. Dauernd kann freilich kein Schaden dadurch gestiftet werden, aber für den Augenblick mancher, und jedenfalls giebt es einen verdriesslichen Aufenthalt. Je bedeutender aber die Autorität ist, auf welche man bei der Neuerung sich berufen kann, je zuverlässiger die Wissenschaft, von welcher die Anmahnung ausgeht, desto grösser ist der Anklang und somit der Schaden, wenn die Neuerung übercilt war.

Als Liebig mit seinem Werke hervortrat, war es zu erwarten, dass auch die Seiten, welche die Heilkunde direct berühren, einen nicht unbedeutenden Einfluss üben würden, und in der That sehen wir schon die Früchte aufkeimen. Deshalb will ich kurz auch diese Sätze beleuchten.

Theorie der Krankheit.

p. 230. „Ein jeder Stoff oder Materie, eine jede chemische oder mechanische Thätigkeit, welche die Wiederherstellung des Gleichgewichtes in den Ausserungen der Ursachen des Verbrauches und Ersatzes in der Art ändert oder stört, dass sich ihre Wirkung den Ursachen des Verbrauches hinzufügt, heisst Krankheitsursache; es entsteht Krankheit, wenn die Summe von Lebenskraft, welche alle Ursachen von Störungen aufzu-

heben strebt, (wenn also der Widerstand der Lebenskraft kleiner ist, als die einwirkende störende Thätigkeit."

An ähnlichen Definitionen sind wir schon recht reich in den verschiedenen Systemen der allgemeinen Pathologie; jeder wird den Werth derselben also zu schätzen wissen. Die Definition schliesst alle Hypertrophien der Gewebe, alle excessiven Thätigkeiten im Blutgefässsystem, Nervensystem, den Secretionsorganen etc. von den Krankheiten aus. — Aber vielleicht hat Liebig gar keine umfassende Definition beabsichtigt; denn während hier nur als Krankheitsursache gilt, was den Verbrauch steigert, spricht er auf der folgenden Seite von „Krankheitsursachen, welche die Ursache des Ersatzes verstärken, entweder direct, oder insofern die Ursache des Verbrauches dadurch geschwächt wird." Aus der Combination beider Sätze würde demnach als Definition folgen: Krankheitsursache ist, was das Gleichgewicht zwischen Verbrauch und Ersatz aufhebt. — Darin haben wir allerdings eine Krankheitsursache, aber als Definition ist der Satz doch unrichtig, als zu wenig umfassend.

F i e b e r.

„Wird in Folge einer krankhaften Umsetzung der belebten Körpertheile ein grösseres Mass von Kraft erzeugt, als zur Hervorbringung der normalen Bewegung erforderlich ist, so zeigt sich dies in einer Beschleunigung aller oder einzelner unwillkürlicher Bewegungen, so wie in einer erhöhten Temperatur des erkrankten Körpertheils.

Dieser Zustand heisst Fieber.

Bei einem Ueberss von Krafterzeugung durch Stoffwechsel überträgt sich die Kraft (da sie nur durch Bewegung verzehrt werden kann), auf die Apparate der willkürlichen Bewegung.

Dieser Zustand heisst Fieberparoxysmus.

Diesen Erklärungen liegt eine Idee zum Grunde, welche ich schon früher hätte besprechen müssen, wenn ich nicht eine zu grosse Weitläufigkeit gescheut hätte. Was Liebig hier als bei den vitalen Processen entwickelte Kraft bezeichnet, ist nicht etwa als blosser Kraftfähigkeit,

Energie zu denken, sondern als Kraft im Sinne der Mechanik, die nothwendig in irgend einer Kraftäusserung zur Erscheinung kommen muss, man könnte sagen als freie Kraft, wenn dieser Ausdruck hierbei so gebräuchlich wäre wie bei der Wärme, Elektrizität u. s. w. Liebig vergleicht die bei den vital-chemischen Processen frei werdende Kraft mit dem galvanischen Strome, welcher durch die gegenseitige Einwirkung verschiedener chemischer Körper auf einander frei wird. Die Nerven sind den Leitungsdrähten zu vergleichen, und da sie alle zusammenhängen, so kann der Strom, je nach den besondern Umständen, bald den einen, bald den andern Weg nehmen. Die Erzeugung des Stromes geschieht in den verschiedensten Gegenden des Körpers durch den chemischen Process, und wenn die entstandene Bewegung dort keinen Widerstand findet, der sie absorhirt, so wird sie durch die Nerven zu irgend einem andern Punkte geleitet, wo sie sich in Effecten, d. h. in Überwindung von Widerständen erschöpfen kann.

Aus diesen Ansichten leiten sich auch die der Fiebertheorie zum Grunde liegenden ab. Beim Stoffwechsel wird immer Kraft erzeugt; bei vermehrtem Stoffumsatz (Krankheit) mehr als gewöhnlich. Diese Kraft muss als Bewegung zur Verwendung kommen. Da sie gewöhnlich nicht zur Hervorbringung von mechanischen Effecten verwendet wird, wirft sie sich auf die Systeme der unwillkürlichen Bewegungen. Reicht die möglichst grosse Bewegung dieser Theile noch nicht aus, so dreht sie wieder um, und setzt nun auch die Systeme der willkürlichen Bewegung in Krämpfe oder Zuckungen oder Zittern oder was Liebig sich unter Fieberparoxysmus denken mag.

Diese Idee von der Krafterzeugung durch das Werden der organischen Substanz ist nicht neu; eine Erörterung darüber würde hier unangebracht sein, da der Streit über diese Ansichten so alt ist, als pantheistische Schulen existirt haben und wohl dauern wird, so lange die Erde steht. Aber Liebig hat diese Ideen für bestimmte Fälle in eine

bestimmte Form gebracht, und da wird es, ganz abgesehen von theoretischen Erörterungen, sehr leicht, die Widersprüche nachzuweisen, in welche man sich dadurch der Erfahrung gegenüber verwickelt.

Wenn wirklich die Krafterzeugung nur auf dem Stoffwechsel beruht, wenn die so erzeugte Kraft nothwendig als Bewegung zur Verwendung kommen muss, so müssen folgende Sätze wahr sein.

1. Jeder Bewegung muss ein Stoffwechsel vorangehen. Bei vermehrter Bewegung muss ein vermehrter Stoffwechsel vorangegangen sein.

(Es ist offenbar kein Grund zu denken, warum einer plötzlichen, vorher nicht einmal bezweckten Bewegung ein vermehrter Stoffwechsel vorangegangen sein sollte, z. B. bei schreckhaftem Zusammenfahren u. s. w.).

2. Wenn eine Bewegung nicht in unserer Willkühr liegt, sobald nicht vermehrter Stoffwechsel vorangegangen ist, so müssen wir annehmen, dass entweder jede willkührliche Bewegung eine Täuschung ist, oder dass der Stoffwechsel unserer Willkühr unterworfen ist.
3. Eine Ausammlung von Kraft, welche man zur Erklärung annehmen könnte, ist nicht denkbar, da die producirte Kraft sich immer, sobald sie entstanden ist, als Bewegung äussern muss, bis sie durch Widerstände vernichtet ist.
4. Das Maass der producirten Kraft ist durch das Maass des Stoffwechsels gegeben. Die in die Erscheinung tretende Bewegung ist also eine bestimmte Grösse. Sie kann in willkührlichen oder unwillkührlichen Bewegungen erschöpft werden. Da aber die Summe eine begrenzte ist, müssen willkührliche und unwillkührliche Bewegung als complementäre Grössen betrachtet werden, d. h. bei vermehrten willkührlichen Bewegungen bleibt weniger Kraft für die unwillkührlichen und umgekehrt. Zunahme äusserer mechanischer

Bewegung bedingt Abnahme der unwillkürlichen Bewegungen (Herzschlag, Respiration u. s. w.).

Liebig stellt diesen Satz wirklich p. 219 auf. Aber die Unrichtigkeit desselben bedarf wohl keines besondern Beweises. Die Anzahl der Pulsschläge und Athemzüge bei der Ruhe oder der Bewegung überzeugt uns mit fast mathematischer Sicherheit darüber, dass die unwillkürlichen Bewegungen mit den willkürlichen in gleichem Maasse zunehmen, nicht aber im umgekehrten Verhältnisse dazu stehen.

So widerstreiten alle Folgerungen, welche man aus dem Liebigschen Principe ziehen kann, der Erfahrung. Die Erklärung des Fiebers auf diesem Wege kann also nicht richtig sein. Käme es nur darauf an, die durch vermehrten Stoffwechsel frei werdende Kraft zur Verwendung zu bringen, so möchte ein angemessener Spaziergang die beste Medicin gegen das Fieber sein. Nebenbei brauche ich wohl nicht darauf aufmerksam zu machen, wie weit die obigen Erklärungen davon entfernt sind, den Begriff von Fieber zu erschöpfen.

Die kalten Umschläge, Eis etc. wirken nach Liebig (pag. 237) dadurch, dass der Stoffwechsel an der Stelle vermehrt, die Umsetzung, die Entscheidung über den Ausgang der Krankheit auf eine kürzere Zeit beschränkt wird. — Das wäre eine homöopathische Erklärung. Die Krankheit ist vermehrter Stoffwechsel, die angewandte Kälte bringt eine neue Vermehrung hinzu.

Hiergegen lehrt aber die Erfahrung, dass die Kälte den Stoffwechsel verlangsamt, indem sie eine Contraction der Gefäße und eine Verminderung der Blutmenge in dem erkälteten Theile veranlasst. Wir wissen, dass zu lange Fortsetzung der kalten Umschläge eine Resorption der Exsudate verhindert, dass wir beginnenden Indurationen nicht besser begegnen können, als durch warme Umschläge. Liebig hat bei seiner Annahme nicht beachtet, dass bei

anhaltender localer Anwendung von Kälte die Wärmeproduction nicht hinreicht, den Theil in einer Temperatur zu erhalten, welche zur Vollziehung der organischen Functionen nothwendig ist. Bei nachdrücklicher Anwendung des Eises z. B. auf den Kopf, erkaltet der Kopf bis zum Halse herab, wenn die Eisblase auch nur den Scheitel bedeckt. — Unter Umständen kann man freilich auch den Stoffwechsel in einem Theile durch Anwendung der Kälte vermehren, aber dann muss die Anwendung nur temporär sein; die als Reaction folgende Congestion verrichtet dann den Dienst. Dies ist z. B. der Fall beim Reiben der Frostbeulen mit Schnee u. s. w. Man darf diese verschiedenen Anwendungsweisen nicht verwechseln.

Pag. 156 findet sich eine kurze Skizze zu einer neuen Systematik der Materia medica. Liebig theilt die Arzneistoffe in drei grosse Klassen:

1. Die erste geht eine chemische Verbindung mit gewissen Bestandtheilen des organischen Körpers ein, welche durch die Lebensthätigkeit nicht aufgehoben wird.
2. Die zweite (ätherische Öle, Campher, empyreumatische Materie, Antiseptica etc.) besitzt die Eigenschaft, den Zustand der Umsetzung ihrer Elementarteile, welchen gewisse sehr zusammengesetzte organische Atome zu erleiden vermögen, (Umsetzungsprocesse, die man, wenn sie ausserhalb des Thierkörpers vor sich gehen, gewöhnlich mit Gährung und Fäulniss bezeichuet), zu hindern, oder zu verlangsamem.
3. Die dritte Klasse nimmt durch ihre Elemente an den im Thierkörper vor sich gehenden Veränderungen einen directen Antheil; dem Organismus zugeführt, steigern und erhöhen sie die vitale Thätigkeit einzelner oder mehrerer Organe, sie bringen im gesunden Körper Krankheitserscheinungen hervor; alle üben schon in verhältnissmässig sehr kleinen Gaben eine bemerkbare Wirkung aus, viele wirken in grösseren Massen als Gift. Von keinem dieser Körper lässt sich behaupten

ten, dass er in dem Ernährungsprocesse eine entschiedene Rolle spiele, dass er von dem Organismus zur Blutbildung verwendet werden könne, theils, weil ihre Zusammensetzung von den Blutbestandtheilen abweicht, theils, weil die Masse, in der sie die Wirkung äussern, gegen die Blutmasse verschwindend klein ist.

Es ist wohl einleuchtend, dass, wenn eine solche Classification der Arzneimittel aufgestellt werden soll, eine genauere Darlegung der Grundgedanken erforderlich wäre, um sie überhaupt verständlich zu machen. Die eine Klasse geht als chemische Verbindung in die Körpertheile ein, kann aber nicht wieder heraus, da die Lebenskraft diese Verbindung nicht zu ändern vermag. Die zweite verhindert einen abnormen Umsatz, ohne dass wir erfahren, ob und wie sie in dem Organismus eingeht. Die letzte verrichtet grosse Dinge, kann den Körper vernichten, ohne aber an der Blutbildung und Ernährung Antheil zu nehmen. Mir brachte diese Classification eine andere ins Gedächtniss, welche ein Bergmann von seinen Vorgesetzten gemacht haben soll. Es sind die Herren von der Feder, die Herren vom Leder und die Chemici. Die Herren von der Feder, die verstehen's, sie können's aber nicht machen. Die Herren vom Leder, die können's machen, verstehen's aber nicht. Die Herrn Chemici, — nun die verstehen's nicht und können's auch nicht machen.

Jeder Therapeut wird in Verlegenheit sein, unter die obige Classification die allergewöhnlichsten Arzneimittel zu rubriciren. Eine Skizze kann kurz und kühn, muss aber doch verständlich sein.

Wenn ich nicht irre, so gehören zu der dritten Klasse die Mittel, welche Liebig in die nächste Beziehung zum Nervensystem stellt. Die stickstoffhaltigen Pflanzenbasen, Chinin, Morphinum, Strychnin etc. sollen vorzugsweise auf die Zusammensetzung des Gehirns und Nervensystems wirken, sollen gleichsam als Nahrungsstoffe für das Gehirn dienen, wenn bei krankhaften Affectiounen seine Ernährung

von der Natur versäumt wird, sollen alle eine ähnliche Wirkung ausüben, und alles dies soll wahrscheinlich sein, weil sie in ihrer chemischen Zusammensetzung der Cerebrinsäure nicht durchaus unähnlich sind. Ich sage, nicht durchaus unähnlich, denn die Aehnlichkeit ist wahrlich nicht gross, wie ein Blick auf die Analyse beweist. Wären sie aber auch nicht bloss ähnlich, sondern ganz gleich mit der Cerebrinsäure zusammengesetzt, so würde darin ein Unbefangener doch keinen Grund für eine solche Wirksamkeit suchen, so lange die Erfahrung lehrt, dass Kalbsgehirn von Menschen genossen wird, ohne Sopor und Tetanus zu veranlassen, ohne Wechselfieber zu heilen!

Ich würde diese Erklärungsversuche nicht berührt haben, da sie nicht leicht jemanden irre führen können, sondern vielmehr als ein schlagendes Beispiel da stehen für die Irrthümer, zu welchen die consequente Verfolgung einer einseitigen Richtung zu führen pflegt, wenn nicht Ancell in seiner blinden Nachbetung den Beweis lieferte, dass selbst diese Sätze des berühmten Chemikers ihre Anerkennung finden.

Ancell sagt unter der Rubrik Pflanzenalkaloide (p. 178) "Nicht ohne Erstaunen kann hier der Leser der Beweisführung Liebig's folgen; sorgfältig und bedächtig vorwärts schreitend, sieht er sich mit Einem Male über und jenseits all das versetzt, was seine präoccupirten Begriffe für erreichbar in unserer Wissenschaft gehalten. Eine sichere Leiter hat ihn eine Höhe erklimmen lassen, von der er in weiter Ferne (freilich grossentheils noch dunkel) alle Operationen der belebten Thierökonomie übersieht; Vorgänge, deren innerste Natur bisher in undurchdringliches Dunkel gehüllt erschienen, wurden durch Liebig in klares Licht gesetzt. . . . so ergiebt sich der grosse Einfluss der Alkaloide auf die Nerventhätigkeit als Folge ihrer chemischen Elementarverbindung, vermöge welcher sie befähigt sind, an der Bildung und Umsetzung der Gehirn und Nervenmaterie Antheil zu nehmen."

Ancell muss auf seinem erhöhten Standpunkte die Sa-

eben wohl in einem andern Lichte erblicken, als wir auf ebenem Boden; dennoch bin ich darüber erstaunt, welch' wunderbares Ansehen diese Vogelperspective den Dingen verleihen kann. Mir will es als eine sonderbare Art der Ernährung vorkommen, wenn nach ein paar Gran Morphinum Sopor und Tod, oder nach ein paar Gran Strychnin, Tetanus und Tod eintritt. Da hat wenigstens eine grausame Ueberfütterung stattgefunden.

Doch wir wollen diese Untersuchung abbrechen. Ich betrachte diese, mit dem eigentlichen Systeme nicht zusammenhängenden, isolirten Zugaben als hingeworfene Andeutungen, denen vielleicht ein innerer Zusammenhang nicht fehlt, die aber in der Form, wie Liebig sie uns bietet, vollkommen unverständlich sind. Wahrscheinlich legt der Verfasser auf sie kein grosses Gewicht, sonst würde er sie mehr ausgeführt und wenigstens so weit motivirt haben, dass eine Prüfung der Gründe möglich wäre. Sie gereichen dem Buche sicher nicht zum Vortheile, obwohl sie den inneren Werth desselben nicht gerade beeinträchtigen, da dasjenige, was wahren wissenschaftlichen Werth hat, ganz unabhängig von ihnen besteht.

Ich habe wenig mehr hinzuzusetzen. Wer Liebig's Schrift genau kennt und mit Aufmerksamkeit beurtheilt hat, wird über diejenigen Schriften, welche durch die seinige hervorgerufen sind, und eigentlich nur Nachklänge derselben enthalten, leicht in's Reine kommen. Wenn ich mich nicht täusche, so stehen uns noch manche Arbeiten der Art bevor. Wo gäbe es jetzt ein reiches Material, welches nicht hundertfältig ausgebeutet würde! Schon aus diesem Grunde sollte die Liebigsche Arbeit von allen wissenschaftlich strebenden Aerzten nicht gelesen, sondern gründlich studirt werden, damit sie einen Maassstab gewinnen, um die sicher bevorstehenden Applicationen danach leichter zu beurtheilen. Aber dies ist nicht der Hauptgewinn beim Studium des Liebigschen Werkes.

Liebig zeigt uns einen Weg der, richtig benutzt,

unter Vermeidung der Abwege, welche zur Einseitigkeit führen, zu der gründlichsten Beobachtungsmethode auf dem ganzen Felde der Medicin führen kann, und der jedenfalls alle die vagen und unverstandenen Raisonnements beseitigen wird, welche in der Wissenschaft nur zu häufig die Stelle des Bekenntnisses unserer Unwissenheit ausfüllen. Endlich halte ich es für keinen kleinen Gewinn, unsern Geist an den scharfsinnigen, oft glänzenden Erklärungsweisen, an denen das Buch reich ist, zu üben und nach diesem Muster, unter Voraussetzung richtiger Prämissen, den Weg zu ferneren Forschungen zu betreten.

Wäre Liebig weniger weit gegangen, so würde der Vortheil der Schrift für das allgemeine Beste grösser gewesen sein. So wie sie ist, wird man sie nur bei Anwendung einer strengen Kritik ohne Gefahr und mit Nutzen für die Wissenschaft wie für das Leben ausbeuten dürfen.

UMSF

