



Über dieses Buch

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

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

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

Nutzungsrichtlinien

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

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

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



Chem. 210 $\frac{hg}{g}$

(1)

Liebig



2. Alth. ist nicht
erreichbar.

Chem.
210^{hg}

Chem 210^{hg}

Die
Z h i e r - C h e m i e
 oder die
 organische Chemie
 in
 ihrer Anwendung
 auf
Physiologie und Pathologie.

Chem.
210^{hg}

Von
Justus Liebig.

Dritte
 umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage.

Erste Abtheilung.

Braunschweig,
 Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1846.

180 - 190

1. u. 2. Aufl. zeit. Fl. 24/86

Chem. 210^{hg}

n. 12

27. 11. 1846

Benachrichtigung.

Die zweite Abtheilung dieses Buches, welche den eigentlich chemischen Theil enthält, ist gänzlich umgearbeitet worden, und es sind einige noch nicht vollendete Untersuchungen über die Blutbestandtheile und einzelner anderer Bestandtheile des Thierkörpers, welche die Ausgabe derselben um einige Wochen verzögern.

Diese dritte Auflage wird 30—34 Bogen stark werden.

Der Preis für die erste Abtheilung ist 1 Thlr. 8 Sgr.

Braunschweig, im October 1846.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Die
Z h i e r = C h e m i e
oder die
organische Chemie
in
ihrer Anwendung
auf
Physiologie und Pathologie.

Druck und Papier
von Friedrich Bieweg und Sohn
in Braunschweig.

Die
T h i e r - C h e m i e
oder die
organische Chemie
in
ihrer Anwendung
auf
Physiologie und Pathologie.

Von
Justus Liebig.

Dritte umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage.

Braunschweig,
Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1846.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Meinem Freunde

J. J. Berzelius

als ein Zeichen

inniger Zuneigung und aufrichtiger Hochachtung

gewidmet.

V o r w o r t.

Durch die Uebertragung der Methoden, welche die Physiker seit Jahrhunderten in der Ermittlung der Ursachen der Naturerscheinungen befolgen, auf die Chemie, durch Beachtung von Maß und Gewicht, ist von Lavoisier der Grundstein einer neuen Wissenschaft gelegt worden, welche durch die Pflege ausgezeichneten Männer in außerordentlich kurzer Zeit einen hohen Grad von Vollendung erhalten hat.

Es war die Auffuchung und das Festhalten aller Bedingungen, die sich zu einer Beobachtung vereinigen müssen, es war die Erkenntniß der richtigeren Grundsätze zu Forschungen, welche die Chemiker vor Irthümern schützten und sie auf einem ebenso einfachen als sicheren Wege zu Entdeckungen führten, welche in die früher dunkelsten und unbegreiflichsten Naturerscheinungen Licht und Klarheit brachten.

Die nützlichen Anwendungen auf Künste und Industrie und alle der Chemie verwandten Zweige des Wissens ergaben sich aus den von ihnen erforschten Gesetzen, und dieser Einfluß zeigte sich nicht erst, nachdem die Chemie den erreichbaren Grad von Vollendung erhalten hatte, sondern er machte sich mit jeder einzelnen neuen Erfahrung geltend.

Alle in den anderen Fächern bereits vorhandenen Erfahrungen und Beobachtungen wirkten in ganz gleicher Weise fördernd auf die Ausbildung und Entwicklung der Chemie zurück, so daß sie ebenso viel von der Metallurgie und Industrie empfing, als sie gegeben hatte; indem sie zusammen

an Reichthum zunahmen, bildeten sie sich mit und neben einander aus.

Nach der allmäligen Bervollkommnung der Mineralchemie wandten sich die Arbeiten der Chemiker einer anderen Richtung zu; aus der Untersuchung der Bestandtheile der Pflanzen und Thiere sind neue und veränderte Ansichten hervorgegangen; das vorliegende Werk ist ein Versuch zu ihrer Anwendung in der Physiologie und Pathologie.

In früheren Zeiten hat man, in vielen Fällen mit großem Erfolg, die aus der Bekanntschaft mit den chemischen Erfahrungen erworbenen Ansichten auf die Zwecke der Heilwissenschaft anzuwenden versucht; ja, die großen Aerzte, welche zu Ende des siebenzehnten Jahrhunderts lebten, waren die ausschließlichen Kenner und Begründer der Chemie; das phlogistische System der Chemie, mit allen seinen Unvollkommenheiten, erschien als die Morgenröthe eines neuen Tages, es war der Sieg der Philosophie über die roheste Experimentirkunst.

Die neuere Chemie hat mit allen ihren Entdeckungen der Physiologie und Pathologie nur unbedeutende Dienste geleistet, und Niemand kann sich über die Ursache dieser Theilnahmlosigkeit täuschen, wer in Erwägung zieht, daß alle in dem Gebiete der anorganischen Chemie erworbenen Erfahrungen, die Kenntniß des Verhaltens der einfachen Körper und ihrer in Laboratorien darstellbaren Verbindungen mit dem lebendigen Thierkörper und dem Verhalten seiner Bestandtheile in keine Art von Beziehung gebracht werden konnten.

Die Physiologie nahm keinen Theil an den Fortschritten der Chemie, weil sie lange Zeit hindurch, zu ihrer eigenen Förderung, nichts von dieser Wissenschaft zu empfangen hatte. Dieser Zustand hat sich seit fünf und zwanzig Jahren geändert; allein auch in der Physiologie sind in dieser Zeit neue

Wege und Mittel zu Forschungen in ihrem eigenen Gebiete gewonnen worden, und erst mit der Erschöpfung dieser Quellen von Entdeckungen ließ sich einer neuen Richtung in den Arbeiten der Physiologen entgegensehen. Auch diese Zeit liegt uns nahe, und ein Weiterschreiten auf dem eingeschlagenen Wege würde jetzt das Gebiet der Physiologie, aus dem sich sehr bald fühlbar machenden Mangel an frischen Anhaltspunkten zu Forschungen, nur breiter, aber weder tiefer noch gründlicher machen.

Niemand wird den Muth haben zu behaupten, daß die Ermittlung der Formen und der Bewegungsercheinungen nicht nothwendig oder nützlich wäre, sie muß im Gegentheil als durchaus unentbehrlich zur Erkenntniß der Lebensproceße angesehen werden; allein sie umfaßt nur eine einzige Klasse von Bedingungen zur Erkenntniß, und diese reichen für sich allein nicht dazu hin.

Die Erforschung der Zwecke und Functionen der einzelnen Organe und ihres gegenseitigen Verbandes im Thierkörper war in früherer Zeit der Hauptgegenstand der physiologischen Untersuchungen; er ist in der neueren Zeit in den Hintergrund getreten. Die größte Masse aller neueren Entdeckungen hat die vergleichende Anatomie weit mehr als die Physiologie bereichert.

Für die Erkennung der ungleichen Formen und Zustände im gesunden und kranken Organismus geben diese Arbeiten ohne Zweifel die werthvollsten Resultate, allein für eine tiefere Einsicht in das Wesen der vitalen Acte bieten sie keine Aufschlüsse dar.

Durch die genaueste, anatomische Kenntniß der Gebilde kann man zuletzt nicht erfahren, zu welchem Zwecke sie dienen, und mit der mikroskopischen Untersuchung der feinsten

Verzweigungen der Gefäßneze wird man nicht mehr von ihren Berrichtungen wissen, als man über den Gesichtssinn durch das Zählen der Flächen auf dem Auge einer Stubenfliege erfahren hat. Die schönste und erhabenste Aufgabe des menschlichen Geistes, die Erforschung der Gesetze des Lebens, kann nicht gelöst, sie kann nicht gedacht werden, ohne eine genaue Kenntniß der chemischen Kräfte, der Kräfte nämlich, die nicht in Entfernungen wirken, die in einer ähnlichen Weise zur Aeußerung gelangen, wie die letzten Ursachen, von welchen die Lebenserscheinungen bedingt werden, die sich überall thätig zeigen, wo sich differente Materien berühren.

Die Pathologie versucht noch heutzutage, wiewohl ganz nach dem Muster der phlogistischen Chemiker (der qualitativen Methode), Anwendung von chemischen Erfahrungen zur Beseitigung von Krankheitszuständen zu machen, allein den Ursachen und dem Wesen der Krankheit ist man mit allen diesen zahllosen Versuchen um keinen Schritt näher gekommen.

Ohne bestimmte Fragen zu stellen, hat man Blut, Harn und alle Bestandtheile des gesunden und kranken Organismus mit Alkalien und Säuren und allen Arten von chemischen Reagentien in Berührung gebracht und aus der Kenntniß der vorgegangenen Aenderungen Rückschlüsse auf ihr Verhalten im Körper gemacht.

Auf diesem Wege konnte der Zufall vielleicht zu nützlichen Heilmitteln führen, allein eine rationelle Pathologie kann auf Reactionen nicht begründet, der lebendige Thierkörper kann nicht für ein chemisches Laboratorium angesehen werden.

Bei krankhaften Zuständen, in deren Folge das Blut eine dickflüssige Beschaffenheit erhält, kann diese nicht durch eine chemische Wirkung auf die in den Blutkanälen circuli-

rende Flüssigkeit dauernd gehoben werden; die Abscheidung von Sedimenten im Harn läßt sich vielleicht durch Alkalien verhindern, ohne daß damit nur entfernt die Krankheitsursache beseitigt sein kann; und wenn man im Typhus unlösliche Ammoniaksalze in den Faeces und eine ähnliche Aenderung der Beschaffenheit der Blutkörperchen beobachtet, so wie sie durch Ammoniakflüssigkeit künstlich im Blute hervorgebracht werden kann, so darf deshalb das im Körper vorhandene Ammoniak nicht als die Ursache, sondern stets nur als der Effect einer Ursache angesehen werden.

So hat die Medicin, nach dem Vorbilde der Aristotelischen Philosophie, sich Vorstellungen geschaffen über Ernährung und Blutbildung, man hat die Speisen classificirt in nahrhafte und nichtnahrhafte; aber auf Beobachtungen gestützt, denen die wesentlichsten Erfordernisse zu richtigen Schlüssen mangelten, konnten diese Theorien nicht als Ausdrücke der Wahrheit gelten.

In welcher Klarheit erscheinen uns jetzt die Beziehungen der Speisen zu den Zwecken, zu welchen sie im Thierkörper dienen, seitdem die organische Chemie ihre quantitative Untersuchungsmethode auf ihre Ermittlung in Anwendung brachte!

Wenn eine gewisse Anzahl Bienen, deren Gewicht man genau kennt, mit reinem, wachsfreiem Honig gefüttert, für je 20 Theile verbrauchten Honigs einen Theil Wachs liefert, ohne daß sich sonst in ihrem Gesundheitszustande oder in ihrem Gewichte etwas ändert, so kann man über die Erzeugung von Fett in dem Thierkörper aus Zucker nicht im Zweifel sein.

Ganz ähnlich wie bei der Entscheidung der Frage über die Fettbildung, verhält es sich mit der Erforschung des Ursprungs und der Veränderung der Secrete und anderer Er-

scheinungen im Thierkörper. Von dem Augenblick, wo man anfängt, die Antworten auf Fragen mit Ernst und Gewissenhaftigkeit zu suchen, wo man sich die Mühe nimmt, durch Maß und Gewicht die Beobachtungen festzuhalten und in Gleichungen auszudrücken, ergeben sich die Antworten von selbst.

Durch eine noch so große Anzahl von Beobachtungen, welche nur die eine Seite der Frage erläutern, wird man niemals im Stande sein, das Wesen einer Naturerscheinung in seiner ganzen Bedeutung zu erforschen; sie müssen nothwendig, wenn sie Nutzen schaffen sollen, nach einem ganz bestimmten Zweck und Ziel gerichtet sein, sie müssen einen organischen Zusammenhang besitzen.

Mit Recht schreiben die Physiker und Chemiker ihren Forschungsmethoden den größten Theil des Erfolgs in ihren Arbeiten zu. Jede chemische oder physikalische Arbeit, welche einigermaßen den Stempel der Vollendung an sich trägt, läßt sich im Resultate in wenigen Worten wiedergeben. Allein diese wenigen Worte sind unvergängliche Wahrheiten, zu deren Auffindung zahllose Versuche und Fragen erforderlich waren; die Arbeiten selbst, die mühsamen Versuche und verwickelten Apparate fallen der Vergessenheit anheim, sobald die Wahrheit ermittelt ist; es sind die Leitern, die Schachte und Werkzeuge, welche nicht entbehrt werden konnten, um zu dem reichen Ertrag zu gelangen; es sind die Stollen und Luftzüge, welche die Gruben von Wasser und bösen Wetterern frei hielten.

Eine jede, auch die kleinste chemische oder physikalische Arbeit, wenn sie auf Beachtung Ansprüche macht, muß heutzutage diesen Charakter an sich tragen; aus einer gewissen Anzahl von Beobachtungen muß ein Schluß, gleichgültig ob er viel oder wenig umfaßt, gezogen werden können.

Es kann nur in der Methode, nur in ihrer Untersuchungsweise liegen, daß seit einem halben Jahrhundert in Beziehung auf eine tiefere Einsicht in die Functionen der wichtigsten Organe, der Milz, der Leber und zahlreicher Drüsen, von den Physiologen so wenig neue feststehende Wahrheiten gewonnen worden sind, und sicher wird die unvollkommene Bekanntschaft mit den Forschungsmethoden der Chemie das Haupthinderniß bleiben, was den Fortschritten der Physiologie entgegensteht, der Hauptvorwurf, den sie nicht zu beseitigen vermag.

Die Chemie stand der Physik vor Lavoisier, Scheele und Priestley nicht näher, als heutzutage der Physiologie; sie ist jetzt mit der Physik so innig verschmolzen, daß es schwer halten dürfte, zwischen beiden eine scharfe Grenzlinie zu ziehen; ganz dasselbe Band vereinigt die Chemie mit der Physiologie, und in einem halben Jahrhundert wird man ihre Trennung für ebenso unmöglich halten.

Unsere Fragen und Versuche durchschneiden in unzähligen krummen Linien die gerade Linie, die zur Wahrheit führt, es sind die Kreuzungspunkte, die uns die wahre Richtung erkennen lassen; es liegt in der Unvollkommenheit des menschlichen Geistes, daß die krummen Linien gemacht werden müssen. Die Chemiker und Physiker behalten stets ihr Ziel im Auge; dem einen gelingt es, streckenweise den geraden Weg zu verfolgen, allein alle sind auf die Umwege vorbereitet; des Erfolgs ihrer Anstrengungen bei Beharrlichkeit und Ausdauer gewiß, wächst die Begierde und ihr Muth mit den Schwierigkeiten.

Einzelne Beobachtungen ohne Zusammenhang sind auf einer Ebene zerstreute Punkte, die uns nicht gestatten, einen bestimmten Weg zu wählen. In der Chemie hatte man

Jahrhunderte lang nichts als diese Punkte, deren Zwischenräume auszufüllen Mittel genug in Anwendung kamen; allein bleibende Entdeckungen, wahre Fortschritte wurden erst dann gemacht, als man ihre Verknüpfung nicht mehr der Phantasie überließ.

Ich habe den Zweck gehabt, die Kreuzungspunkte der Physiologie und Chemie in diesem Buche hervorzuheben und die Stellen anzudeuten, wo beide Wissenschaften gegenseitig in einander greifen. Es enthält eine Sammlung von Aufgaben, so wie sie gegenwärtig von der Chemie gestellt werden, und eine Anzahl von Schlüssen, die nach ihren Regeln aus den vorhandenen Erfahrungen sich ergeben.

Diese Fragen und Aufgaben werden ihre Lösung erhalten, und kein Zweifel kann darüber sein, daß wir alsdann eine neue Physiologie und eine rationelle Pathologie haben werden. Gewiß ist unser Senkblei nicht lang genug, um die Tiefe des Meeres zu messen, allein es verliert deshalb seinen Werth für uns nicht; wenn es uns vorläufig nur hilft, um die Klippen und Sandbänke zu vermeiden, so ist dieser Nutzen groß genug. In der Hand des Physiologen muß die organische Chemie zu einem geistigen Hilfsmittel werden, mit dem er im Stande sein wird, die Ursachen von Erscheinungen zu erforschen, die das leibliche Auge nicht mehr erkennt, und wenn von den Resultaten, die ich in diesem Buche entwickelt oder angedeutet habe, nur ein Einziges eine nützliche Anwendung zuläßt, so halte ich den Zweck, für den es geschrieben ist, für vollkommen erreicht. Der Weg, der dazu geführt hat, wird andere Wege bahnen, und dies betrachte ich als den höchsten Gewinn.

Gießen, im April 1842.

Dr. Justus Liebig.

V o r r e d e

zur dritten Auflage.

Der Verfasser hat Ursache sich Glück zu wünschen, daß der von ihm eingeschlagene Weg, um zu Aufschlüssen über die organisch-chemischen Prozesse des Thierorganismus zu gelangen, sich als zweckmäßig bewährt hat. In dem Zeitraume von vier Jahren, welche zwischen der neuen und der ersten Auflage dieses Buches liegen, sind von bewährten Naturforschern einzelne Vorgänge im Thierkörper einer gründlicheren Untersuchung unterworfen worden, und wenn in Folge derselben unsere Ansichten einen bestimmteren und der Wahrheit näher stehenden Ausdruck erhalten haben, so wird dies wohl als ein Beweis angesehen werden dürfen, nicht daß wir uns im Irrthum befanden, sondern daß wir fortgeschritten sind.

Durch die Versuche Bierordt's ist das Verhältniß ermittelt worden, in welchem die Anzahl der Athemzüge zu der Menge des aufgenommenen und in Form von Kohlensäure austretenden Sauerstoffs steht, und die von Dulong nach seinem Tode bekanntgewordenen und von Favre und Silbermann und Anderen fortgesetzten Versuche über die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs lassen über die letzten Ursachen der animalischen Wärme keinen Zweifel mehr zu. Der Verfasser hat sich bemüht, die Aufmerksamkeit der Pathologen und Physiologen auf das Ab-

hängigkeitsverhältniß zu lenken, in welchem die Menge und Beschaffenheit der Nahrung, der Sauerstoffverbrauch und die Menge und Beschaffenheit der Faeces zu einander stehen und in einem besonderen neu hinzugekommenen Abschnitt hat er den Versuch gemacht, das gegenseitige Verhältniß der Chemie und Physik zur Physiologie und Pathologie näher zu erörtern. Derselbe kann hierbei nicht verschweigen, wie groß der Nutzen gewesen ist, den ihm für diesen Zweck das Studium von John Stuart Mill's A System of Logik, ratiocinative and inductive, being a connected view of the principles of evidence and the methods of scientific investigation. London, John W. Parker, West Strand, 1843. gewährt hat, ja, er glaubt, daß ihm kein anderes Verdienst hierbei zukommt, als daß er einzelne von diesem eminenten Philosophen aufgestellte Grundsätze der Naturforschung weiter ausgeführt und auf einige specielle Vorgänge angewendet hat.

Die zweite Hälfte dieses Buches, welche den eigentlich chemischen Theil enthält, ist gänzlich umgearbeitet worden, und es sind einige noch nicht vollendete Untersuchungen über die Blutbestandtheile und einzelner anderer Bestandtheile des Thierkörpers, welche die Ausgabe derselben um einige Wochen verzögern.

Gießen, den 15. October 1846.

Dr. Justus Liebig.

Erster Theil.

Der chemische Proceß

der

Respiration und Ernährung.

I.

In dem Thiere, in dem Samen einer Pflanze erkennen Lebenskraft. wir eine merkwürdige Thätigkeit, eine Ursache der Zunahme an Masse, des Ersatzes an verbrauchtem Stoff, eine Kraft in dem Zustande der Ruhe. Durch äußere Bedingungen, durch die Begattung, durch Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft ~~wird~~ der Zustand des statischen Gleichgewichts dieser Thätigkeit aufgehoben; die in Bewegung übergehende Kraft äußert sich in der Bildung einer Reihe von Formen, welche, wenn auch zuweilen durch gerade Linien eingeschlossen, doch weit entfernt von geometrischen Gestalten sind, wie wir sie beim krystallisirenden Minerale beobachteten. Diese Kraft heißt Lebenskraft.

Die Zunahme an Masse in einer Pflanze wird durch den Act einer Zersehung bedingt, die in gewissen Pflanzentheilen Leben der Pflanze. durch die Einwirkung des Lichts und der Wärme vor sich geht.

Dieser Zersehung unterliegen in dem Lebensproceß der Pflanze ausschließlich nur anorganische Materien, und wenn man mit ausgezeichneten Mineralogen die Luft und gewisse andere Gase als Mineralien gelten läßt, so kann man sagen, daß die vegetative Lebensthätigkeit die Verwandlung

des Minerals in einen mit Leben begabten Organismus bewirkt, das Mineral wird Theil eines Trägers der Lebenskraft.

Die Zunahme an Masse in einer lebenden Pflanze setzt voraus, daß gewisse Bestandtheile der Nahrung zu Bestandtheilen des Pflanzenkörpers werden, und eine Vergleichung der chemischen Zusammensetzung von beiden zeigt mit unzweifelhafter Gewißheit, welche von den Bestandtheilen der Nahrung ausgetreten, welche assimilirt worden sind.

Die Beobachtungen der Pflanzenphysiologen und die Untersuchungen der Chemiker haben gegenseitig dazu gebietet, den Beweis zu führen, daß das Wachsthum und die Entwicklung der Pflanze abhängig sind von einer Ausscheidung der Sauerstoff, der sich von den Bestandtheilen ihrer Nahrungsmittel trennt.

Leben des
Thieres.

Im geraden Gegensatz zu dem Pflanzenleben äußert sich das Thierleben in einer nie aufhörenden Einsaugung und Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers.

Während kein Theil eines organischen Wesens zur Nahrung einer Pflanze dienen kann, wenn er nicht vorher, in Folge von Fäulniß und Verwesungsprocessen, die Form eines anorganischen Körpers angenommen hat, bedarf der thierische Organismus zu seiner Erhaltung und Entwicklung höher organisirter Atome. Die Nahrungsmittel aller Thiere sind unter allen Umständen Theile von Organismen.

Vegetatives
Leben.

Der Bildungsproceß, die Assimilation, der Uebergang des in Bewegung befindlichen Stoffes in den Zustand der Ruhe geht bei Pflanzen und Thieren in einerlei Weise vor sich; es ist die nämliche Ursache, die in beiden die Zunahme von Masse bedingt, es ist dies das eigentlich vegetative Leben;

es äußert sich ohne dem Thiere bewußt zu werden, es ist dasselbe wie die der Pflanze.

In der Pflanze giebt sich die vegetative Lebensthätigkeit unter Mitwirkung von äußeren Kräften in Thieren außerdem noch durch Thätigkeiten kund, die sich in ihrem Organismus erzeugen.

Die Verdauung, die Aufsaugung, der Blutumlauf, die Ernährung, sowie die Absonderung der Säfte erscheinen im Wesentlichen von derselben Kraft abhängig, welche dem Keime dem Blatte, der Wurzelfaser ihre wunderbaren Eigenschaften giebt.

Im Allgemeinen durch die Fähigkeit, den Ort zu wechseln, und durch Bewußtsein unterscheidet sich das Thier von der Pflanze. Seine sich auf diese Eigenschaften beziehenden Thätigkeiten gehen von gewissen Werkzeugen aus, die in der Pflanze fehlen. Die vergleichende Anatomie zeigt, daß die Bewegungs- und Gefühlsäußerungen von gewissen Apparaten, Muskeln, Nerven und Sinnesorganen abhängig sind, von denen die Pflanzen keine Spuren zeigen. An den Bewegungserscheinungen in den Pflanzen, an der Saftcirculation, die man in manchen beobachtet hat, an dem Schließen der Blätter und Blüthen haben von außen wirkende mechanische und physikalische Ursachen einen überwiegenden Antheil. Wärme und Licht sind die entfernteren Ursachen der Bewegungen in den Pflanzen. Bei den Thieren erkennen wir in den Muskeln und Nerven eine Quelle von Kraft, eine Ursache von Bewegungserscheinungen, die wir in den Pflanzen vermissen.

Unabhängig
von den Appa-
raten der
Bewegung.

Die Effecte, welche von den Apparaten der Bewegung, des Gefühls, des Empfindens, des Bewußtseins vermittelt werden, üben jedoch auf die Vorgänge der Bildung und Er-

nahrung nur einen bestimmenden Einfluß aus, aber ihrem Wesen nach gehen diese im Thiere wie in der Pflanze in gleicher Weise vor sich.

Unabhängig
von den Sinn-
organen und
Nerven.

Der Bildungs- und Ernährungsproceß findet in den Thieren und den Theilen von Thieren, welche keine Nerven besitzen, in derselben Weise, wie in den mit Nerven versehenen Statt. Die Experimentalphysiologie und die Pathologie zeigen, daß das eigentlich vegetative Leben keineswegs an das Vorhandensein der Nervenapparate geknüpft ist, daß der Nutritionsproceß in den Theilen des Körpers, wo diejenigen Nerven durchschnitten oder gelähmt sind, welche das Gefühl und die willkürlichen Bewegungen vermitteln, oft fast in der nämlichen Form vor sich geht, wie in anderen, in denen sie sich im normalen Zustande befinden.

Die Erscheinungen des höheren geistigen Lebens, sie können auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft nicht auf ihre nächsten, viel weniger auf ihre letzten Ursachen zurückgeführt werden, wir wissen weiter nichts davon, als daß sie vorhanden sind; wenn man sie einer immateriellen Thätigkeit, und zwar insofern ihre Aeußerungen an die Materie sich gebunden finden, einer Kraft zuschreibt, so muß diese durchaus verschieden sein und kann nichts gemein haben mit der Lebenskraft.

Diese eigenthümliche Kraft übt, wie nicht geleugnet werden kann, einen gewissen Einfluß auf die vegetative Lebensthätigkeit aus, ähnlich wie dies von anderen immateriellen Potenzen, von Licht, Electricität, Wärme und Magnetismus geschieht, allein dieser Einfluß ist nicht bedingender Art, sondern er äußert sich nur als eine Beschleunigung, Störung oder Verlangsamung der vegetativen Lebensproceße; auf eine ganz ähnliche Weise übt die vegetative Lebensthä-

tigkeit rückwärts gewisse Wirkungen auf das bewußte geistige Leben aus.

Es sind zwei Kräfte, die sich neben einander in Action befinden, allein Selbstbewußtsein und Geist, sie fehlen im Thiere und der lebendigen Pflanze, ohne daß wir in diesen etwas Anderes vermiffen, als den Mangel einer besondern Ursache der Steigerung oder Störung; abgesehen davon, gehen alle vitalchemischen Prozesse im Menschen und Thiere auf einerlei Weise vor sich.

Das unaufhörlich sich erneuernde Streben, die Beziehungen der Psyche zu dem animalischen Leben ermitteln zu wollen, hat von jeher die Fortschritte der Physiologie aufgehalten, es war ein beständiges Herausstreten aus dem Gebiete der Naturforschung in das Reich der phantastischen Gebilde; denn die begeisterten Physiologen, waren weit davon entfernt, die Geseze des rein thierischen Lebens zu kennen; sie hatten nur eine einseitige Vorstellung über den Entwicklungs- und Ernährungsproceß, von der wahren Ursache des Todes.

Psyche kein
Gegenstand
der Natur-
forschung.

Um die Geseze der Bewegungen im Thierkörper zu ermitteln, war nur die eine Bedingung, die Kenntniß der Apparate, erforscht, welche die Bewegungen vermitteln, aber die Substanz der Organe, die Veränderungen, welche die Nahrungsmittel im lebenden Körper erfahren, ihr Uebergang zu Bestandtheilen der Organe und rückwärts wieder in leblose Verbindungen, der Antheil, den die Atmosphäre an den Lebensprocessen nimmt, alle diese Grundlagen zu weiteren Schlüssen waren noch nicht gegeben.

Was hat die Psyche, was hat Bewußtsein und Geist mit der Entwicklung des menschlichen Fötus, mit der des Fötus im Hühnerei zu schaffen? gewiß nicht mehr, als sie

Antheil nimmt an der Entwicklung des Samens einer Pflanze! Suchen wir vor der Hand die nicht psychischen Erscheinungen auf ihre letzten Ursachen zurückzuführen, und hüten wir uns vor Schlüssen, ehe wir eine Grundlage haben. Wir kennen genau den Mechanismus des Auges, allein weder die Anatomie, noch Chemie wird uns jemals Aufschluß geben, wie der Lichtstrahl zum Bewußtsein gelangt. Die Naturforschung hat eine bestimmte Grenze, die sie nicht überschreiten darf, sie muß sich stets daran erinnern, daß mit allen Entdeckungen nicht in Erfahrung gebracht werden kann, was Licht, Electricität und Magnetismus für Dinge sind, eben weil der menschliche Geist nur Vorstellungen hat für Dinge, welche Materialität besitzen. Wir können aber die Geseze ihres Zustandes der Ruhe und der Bewegung erforschen, eben weil sie sich in Erscheinungen äußern. So können zweifellos die Geseze des Lebens und Alles, was sie stört, befördert oder ändert, erforscht werden, ohne daß man jemals wissen wird, was das Leben ist; so führte die Erforschung der Geseze des Falles und der Bewegung der Himmelskörper auf eine vorher nie gedachte Vorstellung über ihre Ursache. Diese Vorstellung konnte in ihrer Klarheit nicht entstehen ohne die Kenntniß der Erscheinungen, aus denen sie sich entwickelte; an und für sich ist ja die Schwerkraft, wie das Licht für einen Blindgeborenen, ein bloßes Wort.

Die neue Wissenschaft der Physiologie hat die Methode des Aristoteles verlassen, sie erfindet keinen Horror vacui, keine Quinta essentia mehr, um den gläubigen Zuhörern Aufschlüsse und Erklärungen von Erscheinungen zu geben, deren eigentlicher Verband mit anderen, deren letzte Ursache nicht ermittelt ist, zum Heil der Wissenschaft, muß man hinzusetzen, und zum Segen für die Menschheit.

Wenn wir festhalten, daß alle Erscheinungen in dem Organismus der Pflanzen und des Thieres einer ganz eigenthümlichen Ursache zugeschrieben werden müssen, welche in ihren Aeußerungen durchaus verschieden ist von allen anderen Ursachen, welche Zustandsänderungen oder Bewegungen bedingen, wenn wir die Lebenskraft also gelten lassen für eine für sich bestehende Kraft, so haben wir in den Erscheinungen des organischen Lebens, wie in allen anderen Erscheinungen, welche Kräften zugeschrieben werden müssen, eine Statik (Zustand des Gleichgewichts, bedingt durch einen Widerstand) und eine Dynamik der Lebenskraft.

Alle Theile des Thierkörpers bilden sich aus einer eigenthümlichen, in seinem Organismus circulirenden Flüssigkeit, in Folge einer jeder Zelle, jedem Organe oder Theile eines Organs inwohnenden Thätigkeit. Die Physiologie lehrt, daß alle Bestandtheile des Körpers ursprünglich Blut waren, oder daß sie wenigstens den entstehenden Organen durch diese Flüssigkeit zugeführt worden sind.

Die gewöhnlichen Erfahrungen geben ferner zu erkennen, daß in jedem Momente des Lebens in dem Thierorganismus ein fortbauernder, mehr oder minder beschleunigter Stoffwechsel vor sich geht, daß ein Theil der Gebilde sich zu formlosen Stoffen umsetzt; daß sie ihren Zustand des Lebens verlieren und wieder erneuert werden müssen. Die Physiologie hat entscheidende Gründe genug für die Meinung, daß jede Bewegung, jede Kraftäußerung die Folge einer Umsehung der Gebilde oder der Substanz derselben ist, daß jede Vorstellung, jeder Affect Veränderungen in der chemischen Beschaffenheit der abgesonderten Säfte zur Folge hat, daß jeder Gedanke, jede Empfindung von einer Aenderung in der Zusammensetzung der Gehirns substanz begleitet ist.

Zur Unterhaltung der Lebenserscheinungen im Thiere gehören gewisse Stoffe, Theile von Organismen, die man Nahrungsmittel nennt; in Folge einer Reihe von Veränderungen dienen sie entweder zur Vermehrung seiner Masse (zur Ernährung), oder zum Ersatze an verbrauchtem Stoff (Reproduction).

II.

Reproduction
und Ernäh-
rung.

Wenn wir die Aufnahme von Nahrungsmitteln als die eine Bedingung des Lebens bezeichnen, so ist die zweite eine fortdauernde Einsaugung von Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft.

Von dem Standpunkte des Naturforschers aus zeigt sich das Thierleben in einer Reihe von Erscheinungen, deren Zusammenhang und Wiederkehr vermittelt wird durch eine in dem Organismus vorgehende Veränderung, welche die Nahrungsmittel und der eingesaugte atmosphärische Sauerstoff unter der Mitwirkung der Lebenskraft erleiden.

Alle vitalen Thätigkeiten sind bedingt durch die Wechselwirkung des Sauerstoffs der Luft und der Bestandtheile der Nahrungsmittel.

In der Ernährung und Reproduction erkennen wir den Uebergang des Stoffes aus dem Zustande der Bewegung in den Zustand der Ruhe (des statischen Gleichgewichts).

Die Ursache des Zustandes der Ruhe ist ein Widerstand, welcher bedingt wird durch eine Kraft der Anziehung (Verbindung), welche zwischen den kleinsten Theilchen der Materie wirkt und nur bei unmittelbarer Berührung, oder in unmeßbar kleinen Entfernungen sich thätig zeigt.

Diese besondere Art der Anziehung, man kann ihr natürlich die verschiedensten Namen geben, der Chemiker nennt sie aber Affinität. Affinität, mitwirkende Ursache.

Die Bedingung des Zustandes der Bewegung liegt in einer Reihe von Veränderungen, welche die Nahrungsmittel in dem Organismus erleiden, in Folge also von Zersetzungprocessen, welche die Nahrungsmittel an und für sich, oder die daraus entsprungenen Gebilde, oder Bestandtheile der Organe erleiden.

Der Hauptcharakter des vegetativen Lebens ist ein steter Uebergang des in Bewegung gesetzten Stoffes in den Zustand des statischen Gleichgewichtes. So lange die Pflanze lebt, ist kein Stillstand in der Zunahme bemerklich, kein Theil eines Organs der Pflanze nimmt an Masse ab. Wenn eine Zersetzung erfolgt, so ist sie eine Folge der Assimilation. In einer Pflanze verliert kein Theil ihrer Gebilde, durch eine in ihrem Organismus vorhandene Ursache, den Zustand des Lebens und geht in formlose Verbindungen über, in ihr findet kein Verbrauch Statt. In der Pflanze kein Verbrauch an Stoff durch innere Ursachen.

Der Verbrauch im Thier ist eine Aenderung des Zustandes und der Zusammensetzung gewisser Bestandtheile des Thierkörpers, er geht mithin vor sich in Folge chemischer Actionen. Der Einfluß der Gifte, der Arzneimittel auf den lebenden thierischen Körper zeigt auf evidente Weise, daß der Act der chemischen Zersetzung und Verbindung im Thierkörper, der sich uns in der Form von Lebenserscheinungen zu erkennen geben, durch ähnlich wirkende chemische Kräfte gesteigert, durch entgegengesetzt wirkende verlangsamt und aufgehoben werden kann, daß wir auf jeden Theil eines Organs durch Stoffe, die eine bestimmte chemische Action besitzen, eine Wirkung auszuüben vermögen. Einfluß chemischer Actionen auf den Thierkörper.

Ähnlich also wie in der geschlossenen galvanischen Säule durch gewisse Veränderungen, welche ein anorganischer Körper, ein Metall, bei seiner Berührung mit einer Säure, erleidet, ein gewisses Etwas für unsere Sinne wahrnehmbar wird, was wir mit einem Strome elektrischer Materie bezeichnen, entstehen in Folge von Umsetzungen und Veränderungen von Materien, die früher Theile von Organismen waren, gewisse Bewegungs- und Thätigkeitsäußerungen, die wir Leben nennen.

Der elektrische Strom giebt sich uns zu erkennen durch gewisse Erscheinungen der Anziehung und Abstoßung, welche andere, an und für sich bewegungslose Materien durch ihn empfangen, durch Erscheinungen der Bildung und Zersetzung chemischer Verbindungen, die sich überall äußern, wo der Widerstand die Bewegung nicht aufhebt.

Von diesem Standpunkte allein und von keinem andern aus darf die Chemie die Lebenserscheinungen studiren. Wunder finden wir überall; die Bildung eines Krystalls, eines Octaëders ist nicht minder unbegreiflich, wie die Entstehung eines Blattes oder einer Muskelfaser, und die Entstehung des Zinnobers aus Quecksilber und Schwefel ist ein ebenso großes Räthsel, wie die Bildung eines Auges aus der Substanz des Blutes.

Aufnahme von Nahrungsmitteln und Sauerstoff sind die ersten Bedingungen des thierischen Lebens.

Sauerstoff-
aufnahme.

In jedem Zeittheilchen seines Lebens nimmt der Mensch durch die Organe der Respiration Sauerstoff auf; nie ist, so lange das Thier lebt, ein Stillstand bemerklich.

Die Beobachtungen der Physiologen zeigen, daß der Körper eines erwachsenen Menschen nach 24 Stunden, bei hinlänglicher Nahrung, an Gewicht weder zu- noch abge-

nommen hat, dennoch ist die Menge von Sauerstoff, die in dieser Zeit in seinen Organismus aufgenommen wurde, höchst beträchtlich.

Nach Lavoisier's Versuchen werden von einem erwachsenen Manne in einem Jahre 746 Pfd., nach Menzies 837 Pfd. Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in seinen Körper aufgenommen, und dennoch finden wir sein Gewicht zu Anfang und Ende des Jahres entweder ganz unverändert, oder die Ab- und Zunahme bewegt sich um wenige Pfunde¹⁾.

Wo ist, kann man fragen, dieses enorme Gewicht an Sauerstoff hingekommen, was ein Individuum im Verlaufe eines Jahres in sich aufnimmt?

Der Sauerstoff bleibt nicht im Körper.

Diese Frage ist mit befriedigender Sicherheit gelöst; kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form einer Kohlenstoff- oder einer Wasserstoffverbindung wieder aus.

Der Kohlenstoff und Wasserstoff von gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers haben sich mit dem durch die Haut und Lunge aufgenommenen Sauerstoff verbunden, sie sind als Kohlenäure und Wasserdampf wieder ausgetreten.

Tritt aus als Wasser und Kohlenäure

Mit jedem Athemzuge, in jedem Lebensmomente trennen sich von dem Thierorganismus gewisse Mengen seiner Bestandtheile, nachdem sie mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft eine Verbindung in dem Körper selbst eingegangen sind.

Wenn wir, um einen Anhaltspunkt zu einer Rechnung zu haben, mit Lavoisier und Seguin annehmen, daß der erwachsene Mensch täglich 65 Loth Sauerstoff. (46037 Cubitzoll = 15661 Gran fr. Gew.) in sich aufnimmt, und wir seine Blutmasse zu 24 Pfund, bei einem Wassergehalt

von 80 pCt. annehmen, so ergiebt sich aus der bekannten Zusammensetzung des Blutes, daß zu einer völligen Verwandlung des Kohlenstoff und Wasserstoff im Blute in Kohlensäure und Wasser 64103 Gran Sauerstoff nöthig sind, die in 4 Tagen und 5 Stunden in den Körper eines erwachsenen Menschen aufgenommen werden ²⁾).

Gleichgültig, ob der Sauerstoff an die Bestandtheile des Blutes tritt oder an andere kohlen- und wasserstoffreiche Materien im Körper, es kann dem Schlusse nichts entgegenge-
setzt werden, daß dem menschlichen Körper, welcher 65 Loth Sauerstoff täglich einathmet, in 4 Tagen und 5 Stunden so viel an Kohlenstoff und Wasserstoff in seinen Nahrungsmitteln wieder zugeführt werden muß, als nöthig wäre, 24 Pfund Blut mit diesen Bestandtheilen zu versehen, vorausgesetzt, daß das Gewicht des Körpers sich nicht ändern, daß er seine normale Beschaffenheit behaupten soll.

Speise.

Diese Zufuhr geschieht durch die Speisen.

Aus der genauen Bestimmung der Kohlenstoffmenge, welche durch die Speisen in den Körper aufgenommen wird, so wie durch die Ausmittelung derjenigen Quantität, welche durch die Faeces und den Urin unverbrannt, oder wenn man will, in einer andern Form, als in der Form einer gasförmigen Sauerstoffverbindung, wieder austritt, ergiebt sich, daß ein erwachsener Mann, im Zustande mäßiger Bewegung, täglich 27,8 Loth Kohlenstoff verzehrt ³⁾).

Quantität des
als Kohlen-
säure austre-
tenden Sauer-
stoff.

Diese $27\frac{8}{10}$ Loth Kohlenstoff entweichen aus Haut und Lunge in der Form von kohlen-saurem Gas.

Zur Verwandlung in kohlen-saures Gas bedürfen diese 27,8 Loth Kohlenstoff 74 Loth Sauerstoff.

Nach den analytischen Bestimmungen von Boussin-
gault athmet ein fünfmonatliches Schwein von $64\frac{4}{10}$ Pfd.

täglich $22\frac{1}{2}$ Loth, ein achtmonatliches Schwein von 120 Pfd. täglich $42\frac{1}{3}$ Loth Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure (für gleiche Gewichte nahe dieselbe Menge) aus, ein Pferd verzehrt in derselben Zeit $158\frac{1}{5}$ Loth Kohlenstoff, eine milchgebende Kuh $141\frac{1}{2}$ Loth ⁴⁾).

Da kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs in einer andern Form als in der einer Kohlenstoff- oder Wasserstoff-Wiederherstellung des Gleichgewichts. Verbindung wieder aus dem Körper tritt, da ferner bei normalem Gesundheitszustande der ausgetretene Kohlenstoff und Wasserstoff wieder ersetzt wird durch Kohlenstoff und Wasserstoff, den wir in den Speisen zuführen, so ist klar, daß die Menge von Nahrung, welche der thierische Organismus zu seiner Erhaltung und zum Gleichbleiben seines Körpergewichtes bedarf, in geradem Verhältnisse steht zu der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs.

Zwei Thiere, die in gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Sauerstoff durch Haut und Lunge in sich aufnehmen, verzehren in einem ähnlichen Verhältnisse ein ungleiches Gewicht von der nämlichen Speise.Nicht nach dem Sauerstoffverbrauch.

In gleichen Zeiten ist der Sauerstoffverbrauch ausdrückbar durch die Anzahl der Athemzüge; es ist klar, daß bei einem und demselben Thiere die Menge der zu genießenden Nahrung wechselt, je nach der Stärke und Anzahl der Athemzüge ^{In einem Individuum abhängig von der Anzahl der Athemzüge.} *).

Ein Kind, dessen Respirationswerkzeuge sich in größerer Thätigkeit befinden, muß häufiger und verhältnißmäßig mehr Nahrung zu sich nehmen, als ein Erwachsener, es kann den Hunger weniger leicht ertragen. Ein Vogel stirbt bei Man-

*) Siehe das classische Werk Vierordt's: Physiologie des Athmens. Carlstruhe.

gel an Nahrung den dritten Tag; eine Schlange, die in einer Stunde, unter einer Glasglocke athmend, kaum so viel Sauerstoff verzehrt, daß die davon erzeugte Kohlensäure wahrnehmbar ist, lebt drei Monate und länger ohne Nahrung.

Athemzüge,
abhängig von
der Bewegung.

Im Zustande der Ruhe beträgt die Anzahl der Athemzüge weniger, als im Zustande der Bewegung und Arbeit. Die Menge der in beiden Zuständen nothwendigen Nahrung muß in dem nämlichen Verhältniß stehen.

Ein Ueberfluß von Nahrung und Mangel an eingeathmetem Sauerstoff (an Bewegung), so wie starke Bewegung (die zu einem größeren Maaß von Nahrung zwingt) und schwache Verdauungsorgane sind unverträglich mit einander.

Die Menge des Sauerstoffs, welche ein Thier durch die Lunge aufnimmt, ist aber nicht allein abhängig von der Anzahl der Athemzüge, sondern auch von der Temperatur und der Dichtigkeit der eingeathmeten Luft.

von der Tem-
peratur und
Dichtigkeit
der Luft.

Die Brusthöhle eines Thieres hat eine unveränderliche Größe, mit jedem Athemzuge tritt eine gewisse Menge Luft ein, die in Beziehung auf ihr Volumen als gleichbleibend angesehen werden kann. Aber ihr Gewicht und damit das Gewicht des darin enthaltenen Sauerstoffs bleibt sich nicht gleich. In der Wärme dehnt sich die Luft aus, in der Kälte zieht sie sich zusammen. In einem gleichen Volum kalter und warmer Luft haben wir ein ungleiches Gewicht Sauerstoff. Im Sommer enthält die atmosphärische Luft Wassergas, im Winter ist sie trocken; der Raum, den das Wassergas in der warmen Luft einnimmt, wird im Winter durch Luft eingenommen, d. h. sie enthält bei gleichem Volum im Winter mehr Sauerstoff.

Im Sommer und Winter, am Pole und Aequator-athmen wir ein gleiches Luftvolumen ein. Die kalte Luft erwärmt sich beim Einathmen in der Luftröhre und den Lungenzellen, und nimmt die Temperatur des Körpers an. Um ein gewisses Sauerstoffvolumen in die Lunge zu bringen, ist im Winter ein geringerer Kraftaufwand nöthig, als im Sommer; für denselben Kraftverbrauch athmet man im Winter mehr Sauerstoff ein.

Sauerstoffverbrauch im Winter größer als im Sommer.

Es ist einleuchtend, daß wir bei einer gleichen Anzahl von Athemzügen an dem Ufer des Meeres eine größere Menge von Sauerstoff verzehren, als auf Bergen; daß die Menge der austretenden Kohlensäure, so wie das eingesaugte Sauerstoffgas, mit dem Barometerstande sich ändert.

Am Ufer des Meeres größer als auf Bergen.

Das aufgenommene Sauerstoffgas tritt im Sommer und Winter in ähnlicher Weise verändert wieder aus, wir athmen in niederer Temperatur und höherem Luftdrucke mehr Kohlenstoff aus, als in höherer, und wir müssen in dem nämlichen Verhältniß mehr oder weniger Kohlenstoff in den Speisen genießen, in Schweden mehr, als in Sicilien, in unseren Gegenden im Winter ein ganzes Achtel mehr, als im Sommer.

Selbst wenn wir in gleichen Zuständen, dem Gewichte nach gleiche Quantitäten Speise in kalten und warmen Gegenden genießen, so hat eine unendliche Weisheit die Einrichtung getroffen, daß diese Speisen höchst ungleich in ihrem Kohlenstoffgehalte sind. Die Früchte, welche der Südländer genießt, enthalten im frischen Zustande nicht über 12 pCt. Kohlenstoff, während der Speck und Thran des Polarländers 66 bis 80 pCt. Kohlenstoff enthalten.

Es ist keine schwere Aufgabe, sich in warmen Gegenden der Mäßigkeit zu besleißigen, oder lange Zeit den Hunger

unter dem Aequator zu ertragen, allein Kälte und Hunger reiben in kurzer Zeit den Körper auf.

Quelle der thierischen Wärme.

Die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen und des durch die Blutcirculation im Körper verbreiteten Sauerstoffs ist die Quelle der thierischen Wärme.

III.

Wärmentwidelung.

Alle lebenden Wesen, deren Existenz auf einer Einsaugung von Sauerstoff beruht, besitzen eine von der Umgebung unabhängige Wärmequelle.

Diese Wahrheit bezieht sich auf alle Thiere, sie erstreckt sich auf den keimenden Samen, auf die Blüthe der Pflanze und auf die reife Frucht.

Nur in den Theilen des Thieres, zu welchen arterielles Blut, und durch dieses der in dem Athmungsproceß aufgenommene Sauerstoff gelangen kann, wird Wärme erzeugt. Haare, Wolle, Federn besitzen keine eigenthümliche Temperatur.

Ueberall wo der Sauerstoff eine Verbindung eingeht.

Diese höhere Temperatur des Thierkörpers oder, wenn man will, Wärmeausscheidung ist überall und unter allen Umständen die Folge der Verbindung einer brennbaren Substanz mit Sauerstoff.

Unabhängig von der Form der Producte.

In welcher Form sich auch die brennbaren Elemente mit Sauerstoff verbinden mögen, der Act der Verbindung kann nicht vor sich gehen, ohne von Entwicklung von Wärme begleitet zu sein, gleichgültig, ob sie langsam oder rasch erfolgt, ob sie in höherer oder niederer Temperatur vor sich geht, stets bleibt die freigewordene Wärmemenge eine unveränderliche Größe.

Wenn wir uns denken, daß sich der Kohlenstoff der Speis-

sen im Thierkörper in Kohlensäure verwandelt, so muß eben- Die Anzahl der Wärme- grade ist unab- hängig von der Zeit.
 so viel Wärme dadurch entwickelt werden, als wenn er in
 der Luft oder im Sauerstoff direct verbrannt worden wäre;
 der einzige Unterschied ist der, daß die erzeugte Wärmemenge
 sich auf ungleiche Zeiten vertheilt; in reinem Sauerstoffgas
 geht die Verbrennung schneller vor sich, die Temperatur ist
 höher, in der Luft langsamer, die Temperatur ist niedriger,
 sie hält aber länger an.

Es ist klar, daß mit der Menge des in gleichen Zeiten Es steht in
graden Ver-
hältnis zu dem
verzehrten
Sauerstoff.
 durch den Athmungsproceß zugeführten Sauerstoffs die An-
 zahl der freigewordenen Wärmegrade zu- oder abnehmen
 muß. Thiere, welche rasch und schnell athmen und demzu-
 folge viel Sauerstoff verzehren vermögen eine größere Anzahl
 von Wärmegraden an die Umgebung abzugeben, wie an-
 dere, die in derselben Zeit, bei gleichem Volum des zu
 erwärmenden Körpers, weniger in sich aufnehmen; ein
 Kind mehr (39°), als ein erwachsener Mensch (37,5°),
 ein Vogel mehr (40 bis 41°), als ein Säugethier (37 bis
 38°), als ein Fisch oder Amphibium, dessen Eigentemperatur
 sich 1½ bis 2° über das umgebende Medium erhebt ⁵⁾. Alle
 Thiere sind warmblütig, allein nur bei denen, welche durch
 Lungen athmen und deren ganze Blutmasse ihren Weg durch
 die Lunge nimmt, ist die Eigenwärme ganz unabhängig von
 der Temperatur der Umgebung.

Das in den Thierkörper in einer gegebenen Zeit auf- Grenze der
Wärmeaus-
scheidung.
 nehmbar Sauerstoffquantum ist begrenzt durch die Sauer-
 stoffmenge, welche mit dem Blute, und der Blutmenge,
 welche mit dem Sauerstoff in Berührung gelangen kann,
 beide sind ausdrückbar durch die Anzahl der Athemzüge und
 der Pulsationen des Herzens; mit diesen zusammengenom-
 men steht die freigewordene Anzahl von Wärmegraden. im

Verhältnisse, und es ist darnach einleuchtend, woher es kommt, daß die Wärme, welche ein Individuum in einer gewissen Zeit an die Umgebung abgeben kann, eine bestimmte Grenze nicht überschreitet. In welcher Weise die Verbundung, die Abkühlung durch Strahlung und die im Organismus vor sich gehende Gasbildung (der Uebergang der Bestandtheile der Speisen in luftförmige Verbindungen) zusammenwirken, um in jedem Individuum die Eigenwärme (die Höhe der Temperatur) hervorzubringen, ist gänzlich unbekannt.

Die Tempera-
tur der Men-
schen überall
dieselbe.

Die zuverlässigsten Beobachtungen beweisen, daß in allen Klimaten, in der gemäßigten Zone sowohl als am Aequator oder an den Polen, die Temperatur des Menschen, sowie die aller sogenannten warmblütigen Thiere, niemals wechselt; allein wie verschieden sind die Zustände, in denen sie leben.

Der Thierkörper ist ein erwärmter Körper, der sich zu seiner Umgebung verhält, wie alle warmen Körper; er empfängt Wärme, wenn die äußere Temperatur höher, er giebt Wärme ab, wenn sie niedriger ist, als seine eigene Temperatur.

Wir wissen, daß die Schnelligkeit der Abkühlung eines warmen Körpers wächst mit der Differenz seiner eigenen Temperatur und der des Mediums, worin er sich befindet, d. h. je kälter die Umgebung ist, in desto kürzerer Zeit kühlt sich der warme Körper ab.

Wie ungleich ist aber der Wärmeverlust, den ein Mensch in Palermo erleidet, wo die äußere Temperatur nahe gleich ist der Temperatur des Körpers, und der eines Menschen, der am Pole lebt, wo die Temperatur 40 bis 50 Grade niedriger ist.

Trotz diesem so höchst ungleichen Wärmeverlust zeigt die Erfahrung, daß das Blut des Polarländers keine niedrigere Temperatur besitzt, als das des Südländers, der in einer so verschiedenen Umgebung lebt.

Unabhängig
bis zu einer
gewissen Grenze
von der äußeren
Temperatur.

Diese Thatsache, ihrer wahren Bedeutung nach anerkannt, beweist, daß die nach außen hin abgegebene Wärme in dem Thierkörper mit großer Schnelligkeit ersetzt wird; im Winter erfolgt diese Erneuerung schneller als im Sommer, am Pole rascher als am Aequator.

Der Verlust
wird ersetzt mit
Schnelligkeit.

In verschiedenen Klimaten wechselt nun die Menge des durch die Respiration in den Körper tretenden Sauerstoffs nach der Temperatur der äußeren Luft; mit dem Wärmeverlust durch Abkühlung steigt die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs; die zur Verbindung mit diesem Sauerstoff nöthige Kohlenstoff- oder Wasserstoffmenge muß in einem ähnlichen Verhältniß zunehmen.

Mitwirkende
äußere Bezu-
gungen des
Erfolges der
Wärme.

Es ist klar, daß der Wärmeersatz bewirkt wird durch die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen und des eingeathmeten Sauerstoffs, die sich mit einander verbinden. Um einen trivialen, aber deswegen nicht minder richtigen Vergleich anzuwenden, verhält sich in dieser Beziehung der Thierkörper, wie ein Ofen, den wir mit Brennmaterial versehen. Gleichgültig, welche Formen die Speisen nach und nach im Körper annehmen, welche Veränderungen sie auch erleiden mögen, die letzte Veränderung, die sie erfahren, ist eine Verwandlung ihres Kohlenstoffs in Kohlenäure, ihres Wasserstoffs in Wasser; der Stickstoff und der unverbrannte Kohlenstoff, sie werden in dem Urin und den festen Excrementen abgeschieden. Um eine constante Temperatur im Ofen zu haben, müssen wir, je nach der äußeren Temperatur wechselnd, eine ungleiche Menge von Brennmaterial einschleppen.

Wodurch der
Ersatz bewirkt
wird.

In Beziehung auf den Thierkörper sind die Speisen das Brennmaterial; bei gehörigem Sauerstoffzutritt erhalten wir die durch ihre Drydation freierwerdende Wärme. Im Winter, bei Bewegung in kalter Luft, wo die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs zunimmt, wächst in dem nämlichen Verhältnis das Bedürfnis nach kohlen- und wasserstoffreichen Nahrungsmitteln, und durch die Befriedigung dieses Bedürfnisses erhalten wir den wirksamsten Schutz gegen die grimmigste Kälte. Ein Hungernder friert. Jedermann weiß, daß die Raubthiere der nördlichen Klimate an Gefräßigkeit weit den in südlichen Gegenden lebenden voranstehen.

In der kalten und temperirten Zone treibt uns die Luft, die ohne Aufhören den Körper zu verzehren strebt, zur Arbeit und Anstrengung, um uns die Mittel zum Widerstande gegen diese Einwirkung zu schaffen, während in heißen Klimaten die Anforderungen zur Herbeischaffung an Speise bei weitem nicht so dringend sind.

Einfluß der
Kleidung auf
die Quantität
der Nahrung.

Unsere Kleider sind in Beziehung auf die Temperatur des Körpers Äquivalente für die Speisen; je wärmer wir uns kleiden, desto mehr vermindert sich bis zu einem gewissen Verhältnis das Bedürfnis zu essen, eben weil der Wärmeverlust, die Abkühlung und damit der nöthige Ersatz an Wärme durch Speisen kleiner wird.

Singen wir nackt, wie der Indianer, oder wären wir beim Jagen und Fischen denselben Kältegraben ausgesetzt, wie der Samojebe, so würden wir 10 Pfund Fisch oder Fleisch und noch obendrein ein Duzend Talglichter bewältigen können, wie uns warmbekleidete Reisende mit Verwunderung erzählt haben; wir würden dieselbe Menge Branntwein oder Thran ohne Nachtheil genießen können, eben weil ihr Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt dazu dient, um

ein Gleichgewicht mit der äußeren Temperatur hervorzu-
bringen.

Die Menge der zu genießenden Speisen richtet sich, nach Die Menge der zu genießenden Speise. den vorhergehenden Auseinandersetzungen, nach dem Sauerstoffverbrauche, der in einer bestimmten Beziehung steht zu der Anzahl der Athemzüge, zu der Temperatur der Luft, die wir einathmen, und zu dem Wärmequantum, was wir nach außen hin abgeben.

Keine isolirte, entgegenstehende Thatsache kann die Wahrheit dieses Naturgesetzes ändern.

Die Abkühlung des Körpers, durch welche Ursache es Bedingt durch Abkühlung und Bewegung. auch sei, bedingt ein größeres Maaß von Speise. Der bloße Aufenthalt in freier Luft, gleichgültig, ob im Kesswagen oder auf dem Verdecke von Schiffen, erhöht durch Strahlung und gesteigerte Verdunstung den Wärmeverlust, selbst ohne vermehrte Bewegung; er zwingt uns mehr, als gewöhnlich, zu essen. Dasselbe muß für Personen gelten, welche gewohnt sind, große Quantitäten kaltes Wasser zu trinken, welches auf 37° erwärmt wieder abgeht, es vermehrt den Appetit, und schwächliche Constitutionen müssen durch anhaltende Bewegung den zum Ersatz der an das kalte Wasser abgegebenen Wärme nöthigen Sauerstoff dem Körper hinzuführen. Starkes und anhaltendes Sprechen und Singen, Sprechen und Singen. das Schreien der Kinder, feuchte Luft, alles dieses übt einen bestimmten nachweisbaren Einfluß auf die zu genießenden Speisen aus.

Der ungleiche Wärmeverlust im Sommer und Winter, in einem warmen oder kalten Klima, ist nur eine einzige der Bedingungen, welche ungleiche Maaße von Nahrung nöthig machen. Der Ersatz an verbrauchtem Stoff, die Menge des in einer gegebenen Zeit in den Körper aufge-

Legte und
Hauptbezüg-
ung des Sauer-
stoffverbrauchs.

nommenen Sauerstoffs, bestimmen in allen Jahreszeiten, in allen Klimaten der Welt, das zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes nöthige Maaß der Speisen. Während der Arbeiter bei gleichem Kraft- und Sauerstoffverbrauche, im Winter dem Verluste an Wärme durch wärmende Kleidung (schlechte Wärmeleiter) vorbeugen muß, arbeitet er im Sommer in Schweiß gebadet. Ist der Verbrauch an Nahrung und Sauerstoff in beiden Fällen gleich, so ist auch die Menge der entwickelten Wärme gleich; in dem einen Falle zeigt sich der Wärmeverlust als eine einfache Abkühlung durch Strahlung und Verdunstung, in dem andern zugleich noch überdies in der größeren Menge Wasser, welche ohne Erhöhung der Körpertemperatur Gasform annimmt.

IV.

Wichtige Rolle
des Wasserstoffs.

In dem Vorhergehenden ist angenommen worden, daß vorzüglich der Kohlenstoff und Wasserstoff zur Verbindung mit dem Sauerstoff und zur Hervorbringung der animalischen Wärme dient; die einfachsten Beobachtungen zeigen in der That, daß der Wasserstoff der Speisen eine nicht minder wichtige Rolle als der Kohlenstoff spielt.

Der ganze Respirationsproceß erscheint in völliger Klarheit, wenn wir den Zustand eines Menschen oder Thieres, bei Enthaltung aller Speise, in's Auge fassen. Die Athembewegungen bleiben ungeändert, es wird nach wie vor Sauerstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und Kohlensäure und Wasserdampf ausgeathmet. Wir wissen mit unzweifelhafter Bestimmtheit, woher der Kohlenstoff und Wasserstoff stammt, denn mit der Dauer des Hungers sehen wir den Kohlenstoff und Wasserstoff des Körpers sich vermindern.

Die erste Wirkung des Hungers ist ein Verschwinden des Fettes; dieses Fett ist weder in den sparsamen Faeces, 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 gebient. Wirkung des Hungers.

Sieben Tag tritt Sauerstoff ein und nimmt beim Austreten einen Theil von dem Körper des Hungernden mit. (Currie sah einen Kranken, der nicht schlucken konnte, während eines Monates über 100 Pfd. an seinem Gewichte verlieren, und ein fettes Schwein, welches durch einen Bergsturz verschüttet wurde, lebte 160 Tage ohne Nahrung, und hatte über 120 Pfd. am Gewichte verloren. Martell in den Transactions of the Linnéan Soc. Vol. XI. p. 411.)

Das Verhalten der Winterschläfer, so wie die periodenweise Ansammlung von Fett bei anderen Thieren, von Fett, was in anderen Perioden ihres Lebens wieder verschwindet, ohne eine Spur zu hinterlassen, das Austreten des in den weingeistigen Getränken genossenen Alkohols in der Form von Kohlensäure und Wasser, alle diese wohlbekanntes Thatsachen beweisen, daß der Sauerstoff in dem Respirationproceß keine Auswahl unter den Stoffen trifft, die sich zu einer Verbindung mit ihm eignen. Der Sauerstoff verbindet sich, wenn seiner Wirkung keine Hindernisse entgegenstehen, mit Allem, was ihm dargeboten wird. Thatsachen.

Das Vorhandensein des Fettes, was Menschen und Thiere in ihrer Nahrung genießen, das Austreten des Alkohols in der Form von luftförmigen Verbindungen, alle diese Erscheinungen geben zu erkennen, daß ihre der Verbindung mit dem Sauerstoff fähigen Elemente und damit auch der Wasserstoff Antheil an dem Respirationproceß nehmen.

Das Verhalten
der athmenden
Thiere gegen
die Luft.

Die Luft, in welcher ein Thier athmet, in dessen Leibe der aufgenommene Sauerstoff in Kohlensäure übergeht, kann in ihrem Volumen keine Aenderung erfahren, eben weil die eingeathmete Sauerstoff- und die ausgeathmete Kohlensäuremenge ein gleiches Volum Sauerstoffgas enthalten. Ebenso viel Sauerstoff als das Blut aus der Luft aufgenommen hat, wird derselben in der Form von Kohlensäure wieder zurückgegeben.

Die Luft, in welcher ein Thier athmet, in dessen Leibe der aufgenommene Sauerstoff sich mit Wasserstoff zu Wasser verbindet, muß auf der andern Seite eine Verminderung in ihrem Volumen erfahren. Der aus der Luft in das Blut eingetretene und in Wasser übergegangene Sauerstoff ist nur durch eine Raumabnahme der Luft meßbar, insofern sich der eintretende Sauerstoff zu flüssigem Wasser verdichtet.

Die Raumver-
minderung be-
weist, daß
Wasser gebildet
wird.

Die vorhandenen Beobachtungen stimmen darin auf das Vollkommenste überein, daß die Luft, in welcher ein Thier athmet, stets und unter allen Umständen an Volumen abnimmt, und die Beziehung dieser Raumabnahme zu der Nahrung giebt auf das Bestimmteste zu erkennen, daß sie in geradem Verhältnisse zu der an Fett, oder allgemeiner ausgedrückt, zu der an Wasserstoff-reichen Nahrung steht.

Beobach-
tun-
gen.

Von den Pflanzenfressern werden von 10 Volumen Sauerstoff, welche durch das Blut in ihren Körper treten, nur 9 Volum, von den Fleischfressern nur sechs bis fünf Volum in der Form von Kohlensäure zurückgegeben (Dulong, Desprez). Der Genuß alkoholhaltiger Getränke bewirkt eine bedeutende Abnahme der Kohlensäureausscheidung (Vierordt).

Außer einer kleinen Menge Schwefel enthält der Thier-

organismus als brennbares Element, mit welchem sich der Sauerstoff verbinden könnte, nur Wasserstoff, und es muß als eine ausgemachte Thatsache gelten, daß in dem Körper eines pflanzenfressenden Thieres, welches von zehn Volum Sauerstoff nur neun Volum in der Form von Kohlensäure ausathmet, das zehnte Volum, in dem Körper eines fleischfressenden Thieres hingegen vier- bis fünfmal mehr Sauerstoff zur Wasserbildung verwendet wird.

Die genauere Analyse des Vorgangs der Respiration wird darthun, daß die Kohlensäureerzeugung abhängig ist von einer Wasserbildung, daß beide von einander getrennt nicht gedacht werden können. Es wird sich daraus von selbst ergeben, daß der Verbrauch an Kohlenstoff im Thierkörper oder die Bestimmung der in einer begrenzten Zeit ausgeathmeten Kohlensäuremenge, kein Maaß abgeben kann, zur Beurtheilung des Respirationsprocesses, daß zuletzt alle Versuche, in denen die Beziehung der Nahrung zum ganzen Sauerstoffverbrauch nicht in Rechnung genommen werden, mangelhaft sind und nur einen relativen Werth besitzen.

Bei Hungernden verschwindet aber nicht allein das Fett, sondern nach und nach alle der Edßlichkeit fähigen, festen Stoffe. In dem völlig abgeehrten Körper der Verhungerten sind die Muskeln dünn und mürbe, der Contractibilität beraubt, alle Theile des Körpers, welche fähig waren, in den Zustand der Bewegung überzugehen 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 dem Drydationsproceß, es erfolgt Wahnsinn, Irrereden und der Tod, d. h. aller Widerstand hört völlig auf, es tritt der chemische Proceß der Verwesung

ein, alle Theile des Körpers verbinden sich mit dem Sauerstoff der Luft.

Zeit, in welcher ein Verhungernder stirbt.

Die Zeit, in welcher ein Verhungernder stirbt, richtet sich nach dem Zustande der Fettleibigkeit, nach dem Zustande der Bewegung (Anstrengung und Arbeit), nach der Temperatur der Luft, und ist zuletzt abhängig von der Gegenwart oder Abwesenheit des Wassers. Durch Haut und Lunge verdunstet eine gewisse Menge Wasser, durch deren Austreten, als Bedingung aller Vermittelung von Bewegungen, der Tod beschleunigt wird. Es giebt Fälle, wo bei ungeschmärlertem Wassergenuß der Tod erst nach 20, in einem Fall erst nach 60 Tagen erfolgte.

Respirationsproceß. Ursache des Todes.

In den meisten 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 Respirationsprocesses bestimmt sind, wenn die Organe des Kranken ihre Function versagen, wenn sie die Fähigkeit verlieren, zu ihrem eigenen Schutz die genossenen Speisen in den Zustand zu versetzen, in dem sich ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden vermögen, so wird ihre eigene Substanz, das Fett, das Gehirn, die Substanz der Muskeln und Nerven dazu verwendet *).

Die von außen wirkende 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 Lebens-

*) In Beziehung auf den wahren Vorgang verweise ich auf die Betrachtung des Stoffwechsels in dem Körper der Carnivoren (s. im Folgenden).

thätigkeit. Die Flamme geht aus, weil das Oel verzehrt ist; es ist der Sauerstoff der Luft, der es verzehrt hat.

In manchen Krankheitszuständen erzeugen sich Stoffe, die zur Assimilation nicht verwendbar sind, durch bloße Enthaltung von Speisen werden sie aus dem Körper entfernt, sie verschwinden, ohne eine Spur zu hinterlassen, indem ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft in Verbindung treten.

*Danger als
Heilmittel.*

Von dem Augenblicke an, wo die Function der Haut oder Lunge eine Störung erleidet, erscheinen kohlenstoffreichere Stoffe im Urin, der seine gewöhnliche Farbe in braun umändert. Von der ganzen Oberfläche des menschlichen Körpers wird Sauerstoff aus der Luft aufgenommen, der sich mit allen Materien verbindet, die seiner Action keinen Widerstand entgegensetzen; an allen Stellen des Körpers, wo der Zutritt des Sauerstoffs gehemmt ist, unter den Achselhöhlen und an den Füßen z. B., bemerken wir eine Ausscheidung von Stoffen, die sich durch ihren Zustand oder durch den Geruch den Sinnen zu erkennen geben.

Die Respiration ist das fallende Gewicht, die gespannte Feder, welche das Uhrwerk in Bewegung erhält, die Athemzüge, die Pulsationen des Herzens sind die Pendelschläge, die es reguliren. Wir kennen bei unseren gewöhnlichen Uhren mit mathematischer Schärfe die Aenderungen, welche durch die Länge des Pendels oder durch äußere Temperaturen ausgeübt werden auf ihren regelmäßigen Gang; allein nur von Wenigen ist in seiner Klarheit der Einfluß erkannt, den Luft und Temperatur auf den Gesundheitszustand des menschlichen Körpers ausüben, und doch ist die Ausmittelung der Bedingungen, um ihn im normalen Zustande zu erhalten, nicht schwieriger, als bei einer gewöhnlichen Uhr.

Die Ansicht, die in dem Vorhergehenden über die Wirkung, welche der Sauerstoff im Organismus ausübt, entwickelt worden ist, kann in ihrer Wahrheit durch sein gewöhnliches Verhalten zu Fett oder zu thierischen Substanzen außerhalb des Körpers nicht gefährdet erscheinen.

Art der Wirkung des Sauerstoffs.

Nur in wenigen Fällen verbindet sich der atmosphärische Sauerstoff direct und unmittelbar mit den Stoffen, zu denen er Verwandtschaft besitzt; um eine Verbindung derselben mit Sauerstoff hervorzubringen, dazu gehören noch gewisse andere Bedingungen, welche entweder, wie die Wärme z. B., dazu beitragen, die gegenseitige Verwandtschaft zu erhöhen, oder welche nöthig sind, um die Widerstände zu beseitigen, die sich der Aeußerung seiner chemischen Kraft entgegensetzen.

Er wirkt im flüssigen oder festen Zustande.

Es giebt nicht viele Körper, deren Verwandtschaft zum Sauerstoff so groß ist, wie die der schwefligen Säure, und dennoch ist es unmöglich, beide in gewöhnlichem Zustande zu Schwefelsäure zu vereinigen; bringt man aber in das Gemisch von beiden Gasen höchst fein zertheiltes Platin, durch welches der Sauerstoff in Folge einer Flächenanziehung seinen Gaszustand verliert, so verbinden sie sich so gleich zu Schwefelsäure. Dasselbe tritt ein, wenn schweflige Säure zu Wasser gesetzt wird, welches aufgelöste Luft, d. h. Sauerstoff, in flüssigem Zustande enthält, oder wenn im Wasser gelöste (d. h. flüssige) schweflige Säure mit Luft in Berührung gelassen wird. So hat der Sauerstoff der Luft auf Schwefelblei keine oxydirende Wirkung, wenn aber diese Substanz mit Wasserstoffhyperoxyd in Berührung gebracht wird, was bekanntlich die Hälfte seines Sauerstoffs so schwach gebunden enthält, daß dieselbe durch bloßes Schütteln mit einem fremden Gase in Freiheit gesetzt wird, so

verwandelt sich das schwarze Schwefelblei sogleich in weißes schwefelsaures Bleioxyd.

Der Grund der Verschiedenheit der Wirkung des Sauerstoffs innerhalb und außerhalb des Körpers ist hiernach klar. In dem Blute ist der Sauerstoff nicht in Gasform, sondern nicht als Gas. in flüssigem oder festem und zwar in dem losesten Zustande der Verbindung enthalten, der ihm gestattet, seine oxydirende Wirkung in voller Stärke auszuüben, so wie dies von dem flüssigen und festen Sauerstoff in Verbindungen ähnlicher Art durch zahllose Erfahrungen bekannt ist.

V.

Der feste oder flüssige Zustand des im Blute enthaltenen Sauerstoffs ist nicht die einzige im Organismus wirkende Zustand des Sauerstoffs nicht die einzige Bedingung. Bedingung zum Uebergang brennbarer Materien in Sauerstoffverbindungen, eine andere ist die außerordentlich vergrößerte Oberfläche, in welcher bei der äußerst feinen Vertheilung des Blutes in den Capillarströmen Substanzen, die Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, seiner Wirkung im Organismus dargeboten werden.

Der Einfluß der Oberfläche auf den Vorgang der chemischen Verbindung ist Jedermann bekannt. Die reine, blankte, mit Wasser befeuchtete Oberfläche eines Stückes Eisen nimmt an der Luft in jedem Zeitmomente Sauerstoff auf und verbindet sich damit zu einem Dryde, nach Tagen oder Wochen sehen wir es mit Rost bedeckt. Bringt man aber metallisches Einfluß der Oberfläche. Eisen in dem schwammigen und porösen Zustande größter Bertheilung, so wie es bei der Reduction von Eisenoxyd durch Wasserstoffgas bei möglichst niedriger Temperatur erhalten wird, an die Luft, so entzündet es sich nach einigen

Augenblicke von selbst, es wird glühend und verbrennt zu Eisenoryd (Magnus).

Nicht minder ausgezeichnet verhalten sich in dieser Beziehung die organischen Körper und unter diesen namentlich die festen und flüssigen Fette; damit getränkte Wolle, Haare oder Zeuge absorbiren aus der Luft mit großer Begierde Sauerstoffgas, es wird Wärme frei, welche in größeren Massen bis zur Entzündungstemperatur sich steigert.

Berührung
mit einem Kör-
per, der sich im
Zustand der
Sauerstoffauf-
nahme befindet.

Von nicht minder großem Einflusse auf den Vorgang der Verbindung vieler nicht leicht verbrennlichen Materien mit Sauerstoff ist die Berührung derselben mit anderen, die sich bereits im Zustande der Sauerstoffaufnahme befinden. Wenn man mit Wasser verdünnten Branntwein in einem geschlossenen Gefäße, durch welches ein schwacher Luftstrom bei 35 bis 36° circulirt, über Holzspäne fließen läßt, so bleiben die Eigenschaften des Alkohols im Branntwein ungeändert; trotz der vergrößerten Oberfläche, in welcher der Alkohol dem Sauerstoff der Luft dargeboten wird, tritt keine Drydation, keine Essigbildung ein. Wird aber dem Branntwein ein Hunderttausendtheil Essig, Bier oder Wein zugesetzt, die sich im Zustande der Säuerung, der Sauerstoffaufnahme, befinden, so verschwindet mit großer Schnelligkeit der Alkohol und verwandelt sich durch Sauerstoffaufnahme in eine entsprechende Menge Essigsäure. In dem Gefäße geht die Oberfläche der Holzspäne selbst, sehr bald in den Zustand der Sauerstoffaufnahme über, und von diesem Augenblicke an wird der Branntwein auch ohne Zusatz einer fremden Substanz zu Essig; das sich oxydirende Holz übernimmt die Rolle derselben. Diese sogenannten Essigbilder, wie man sie in jeder Essigfabrik sieht, geben ein, wenn auch nur rohes Bild von dem Drydationsproceße, der im thierischen Körper vor sich

geht, wie in diesem erhält sich eine höhere Temperatur über die der Umgebung auch ohne weitere Mitwirkung von zugeführter Wärme.

Das schönste Beispiel der Uebertragung einer chemischen Thätigkeit bietet das verwesende Holz und das Wasserstoffgas dar. Der Wasserstoff und Sauerstoff gehören zu den Körpern, welche die größte Verwandtschaft zu einander haben, aber in dem gewöhnlichen Gaszustande vereinigen sie sich nicht mit einander; ein glühender Metalldraht, ein elektrischer Funke, ein Stück reines Platinblech reichen hin, um beide Gase mit einander zu Wasser zu verbinden; das Merkwürdigste ist nun, daß dieser Effect ganz auf gleiche Weise durch verwesendes feuchtes Holz, Seide, Baumwolle, Gartenerde, überhaupt durch organische Materien, die sich im Zustande der Sauerstoffaufnahme befinden, hervorgebracht werden kann.

Beispiele der Uebertragung von Aufständen.

Wenn man diese Substanzen unter eine mit Luft oder Sauerstoffgas gefüllte und mit Quecksilber gesperrte Glocke bringt, so verschwindet allmählig aller Sauerstoff und an seiner Stelle findet sich ein gleiches Volumen kohlen-saures Gas, d. h. das Quecksilber steigt und fällt nicht in der Glocke. Wenn man aber dem Sauerstoffgas oder der Luft ein bekanntes Volum Wasserstoffgas zusetzt, so zeigt sich sehr bald in dem meßbaren Steigen der sperrenden Flüssigkeit eine Raumverminderung der Gase, die bis zum Verschwinden alles Wasserstoffgases in der Glocke zunimmt.

Aus der Volumabnahme des Gasgemisches in der Glocke ergiebt sich, daß nicht bloß das Wasserstoffgas unter diesen Umständen verschwindet, sondern mit demselben eine gewisse Menge Sauerstoffgas, was keine Kohlensäure bildet; beide Gase verschwinden in dem Volumverhältnisse, in welchem sie

Wasser bilden, so daß nicht der geringste Zweifel darüber obwalten kann, daß der Wasserstoff sich mit dem Sauerstoff zu Wasser verbunden hat.

Die Wirkung der verwesenden Substanz auf das Gemenge von Wasserstoffgas mit Sauerstoffgas hat mit den Wirkungen der Electricität oder einer höheren Temperatur keine Aehnlichkeit. Wenn durch einen elektrischen Funken oder einen glühenden Draht die Verbindung auch des kleinsten Theilchens dieses Gasgemisches bewirkt wird, so pflanzt sich die Entzündung durch alle Theile desselben plötzlich und mit Explosion fort, aber durch das verwesende Holz geht die Verbindung beider Gase nur ganz allmählig vor sich und der Grund davon kann kein anderer sein, als daß jedes Theilchen des Gasgemisches, um zu Wasser sich zu verbinden, mit dem verwesenden Körper in Berührung kommen muß. Die Bildung der Essigsäure aus Weingeist, in Folge der Berührung mit verwesendem Holz, beruht auf derselben Ursache, ja es hat sich herausgestellt, daß auch die eigenthümlichen Erscheinungen der Gährung und Fäulniß von einer gleichen Ursache bedingt werden.

Unterschied
von chemischen
Actionen, die
nicht an Zeit
gebunden sind.

Diese Zersetzungs- und Umsetzungsproceße gehen vor sich in einer Menge von zusammengesetzten Substanzen bei ihrer Berührung mit anderen, deren Atome sich in einem Zustande der Umsehung und Bewegung befinden, und sie unterscheiden sich von allen chemischen Proceßen dadurch, daß sie nicht bei der bloßen Berührung in einem unmeßbaren Zeittheilchen sich einstellen und vollenden, sondern daß sie einen bestimmten an die Zeit gebundenen Verlauf haben, und dieser Verlauf ist genau begrenzt durch das Zerfallen oder durch die Vollendung der Umsehung des Erregers des Proceßes, der Hefe z. B. oder des verwesenden Holzes.

Diese Erscheinungen geben zu erkennen, daß sich der eine Körper, das Wasserstoffgas z. B., genau verhält, wie wenn es ein Bestandtheil des zweiten Körpers, des verwesenden Holzes z. B., wäre, dessen Theilchen sich in dem Zustande einer Thätigkeit befinden. Ganz so verhalten sich Zucker und ähnliche Substanzen in Berührung mit anderen, die sich in irgend einem Zustande der Fäulniß oder Gährung befinden, ihre Atome spalten sich in einer dem Zustande der Spaltung des Erregers ganz ähnlichen Weise, oder was hier das Nämliche ist: eine und dieselbe Substanz veranlaßt im Zuckerwasser die Bildung einer Reihe ganz verschiedener Producte; in dem ersten Anfange der Veränderung, welche in einer thierischen Membran bei Befeuchtung mit Wasser und bei Berührung mit der Luft vor sich geht, verursacht sie die Umwandlung des Zuckers in Milchsäure, in einer darauf folgenden Periode bewirkt sie das Zerfallen des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol, später die Zersetzung desselben in Kohlensäure, Buttersäure und Wasserstoffgas.

Die nämliche Materie, die im Rübensafte eine wahre geistige Gährung hervorbringt, sie bewirkt in einer anderen Periode ihrer Zersetzung die Verwandlung des Zuckers in Gummi, Manit und Milchsäure.

Aus allem diesem geht hervor, daß zu den verschiedenen so mannichfaltigen Bedingungen, durch welche die chemischen Kräfte in Thätigkeit versetzt und ihre Effecte vermittelt werden, als eine neue und mächtige Ursache der Einfluß gerechnet werden muß, den ein im Zustande der Thätigkeit befindlicher Körper auf den Zustand und das Verhalten eines zweiten, ihn berührenden, ausübt, auf die Fähigkeit der kleinsten Theilchen dieses zweiten Körpers, sich unter einander zu neuen Gruppen zu ordnen oder mit einem dritten Kör-

per eine Verbindung einzugehen, die ohne diese mitwirkende Ursache unter den gegebenen Verhältnissen nicht gebildet worden wäre.

38 im Respi-
rationsproceß
thätig

Niemand wird leugnen können, daß diese Ursache nicht bloß im Respirationproceße thätig ist, sondern an allen Vorgängen im thierischen Körper einen gewissen Antheil nimmt, und wenn durch weitere Untersuchungen bestätigt wird, daß in der geistigen Gährung das Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure abhängig ist von der Entwicklung niederer Vegetabilien, daß also eine Umsetzung in einem zusammengesetzten Atome, die Bildung von neuen Producten bewirkt werden kann in Folge seiner Berührung mit gewissen Theilchen, die sich im Zustande vitaler Thätigkeit befinden, so ist klar, daß damit der Weg zur Einsicht in die räthselhaften Proceße der Ernährung und Secretion gebahnt ist.

und in allen
organischen
Proceßen.

Jeder Theil und Bestandtheil des Thierkörpers befindet sich in einem ihm eigenthümlichen Zustande der Thätigkeit, die als Bildungs-, Zerfalls- oder Umsetzungserscheinung wahrgenommen wird, alle erzeugen und reproduciren sich aus einer und derselben Flüssigkeit, aus dem Blute in Folge der nämlichen Thätigkeit. Die Elemente des Blutes verhalten sich in Berührung mit diesen Körpertheilen, wie wenn sie Bestandtheile derselben wären, sie gehen Verbindungen ein oder sie ordnen oder spalten sich je nach dem Zustande des auf sie einwirkenden thätigen Körpers in neue Producte.

In allen diesen Erscheinungen ist einerlei Ursache thätig, und es ist unstreitig als ein Fortschritt der Zeit zu betrachten, daß diese Ursache als eine ganz allgemein wirkende in einer großen Anzahl von chemischer Verbindungs- und Zerfallsproceßen erkannt worden ist.

VI.

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

Niemand wird ernstlich den Antheil leugnen, welchen die Nervenapparate an dem Respirationsproceß nehmen, Einfluß der Nervenapparate. keine Art von Zustandsänderung kann im Thierkörper vor sich gehen ohne die Nerven; durch sie, durch ihre Mitwirkung produciren die Eingeweide die Stoffe, welche zur Hervorbringung der animalischen Wärme dienen, durch sie erhalten sie die Form und Fähigkeit, sich in einer gegebenen Zeit mit Sauerstoff zu verbinden, und mit dem Aufhören ihrer Functionen muß der ganze Act der Sauerstoffaufnahme eine andere Form annehmen.

Wenn man bei zwei Thieren das verlängerte Mark durchschneidet und bei dem einen derselben das Athmen und zugleich den Herzschlag und Kreislauf des Blutes durch Einblasen von Luft künstlich unterhält, und die Abnahme der Wärme in beiden beobachtet, so zeigt sich die Temperatur des fortathmenden Thieres eine Zeitlang dauernd höher, Beispiele. obwohl durch den Luftwechsel in der Lunge die Verdunstung und damit die Abkühlung beschleunigt werden sollte, die

Temperatur beider nimmt gleichwohl ab. Abgesehen von der Unvollkommenheit dieser Art von Versuchen ist dieser Erfolg leicht erklärlich.

Erläuterung. Wenn die Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit den Bestandtheilen des Blutes die einzige Bedingung der Wärmeerzeugung im Thierkörper wäre, so würde in diesen Versuchen die Temperatur des Thieres nicht sinken können, ja durch einfaches Schütteln des Blutes mit Sauerstoff würde man eine höhere Temperatur hervorbringen und erhalten müssen, der Unterschied wäre nur der, daß das Gefäß in dem einen Falle z. B. aus Glas, in dem andern aus den Blutkanälen selbst bestünde. Aber nur die eine Bedingung, die Zufuhr von Sauerstoff zum Blute würde in diesen Versuchen erfüllt, denn der in das Blut aufgenommene Sauerstoff findet auf seinem Wege die Stoffe in der geeigneten Form nicht vor, mit dem er sich im normalen Zustande verbunden haben würde, und an diesem hat offenbar, dies beweisen die Versuche, das Nervensystem einen ganz bestimmten Antheil. Durch die Aufnahme des Sauerstoffs in das Blut wurde eine gewisse Wärmemenge frei, aber weit weniger als das Thier durch Abkühlung und Strahlung in derselben Zeit verlor, der Uebergang des Sauerstoffs in die normalen Sauerstoffverbindungen war gehindert.

Ähnliche
Befundung der
Nervenappa-
rate auf die
Verdauung.

Ähnlich wie bei Durchschneidung der pneumogastrischen Nerven die Bewegung des Magens und die Secretion des Magensaftes aufgehoben und damit dem Verdauungsproceß eine unmittelbare Grenze gesetzt wird, ändert die Lähmung der Bewegungsorgane des Unterleibes den Respirationsproceß; beide stehen in dem engsten Zusammenhange mit einander; eine jede Störung des Nervensystems, der Verdauungsner-

ven übt rückwärts einen wahrnehmbaren Einfluß auf den Respirationsproceß aus.

Man hat zuletzt die Beobachtung gemacht, daß durch die Contraction der Muskeln Wärme erzeugt wird, ähnlich wie ^{Contraction der Muskeln}erzeugt Wärme. in einem Stücke Kautschuck, was man, rasch auseinander gezogen, sich wieder contrahiren läßt. Man ist so weit gegangen, einen Theil der thierischen Wärme den mechanischen Bewegungen im Körper zuzuschreiben, als ob die Bewegungen selbst entstehen könnten, ohne einen gewissen Aufwand von Kraft, welche durch diese Bewegungen verzehrt wird. Durch was aber, kann man hier fragen, wird diese Kraft erzeugt?

Durch verbrennenden Kohlenstoff, durch Auflösung eines Metalls in einer Säure, durch die Vereinigung der beiden Electricitäten entsteht Wärme. Gleichermaßen entsteht Wärme, wenn wir zwei Stücke eines festen Körpers mit einer gewissen Geschwindigkeit auf einander reiben.

Durch eine Menge in ihren Aeußerungen höchst ver- ^{verschiedene Ursachen bringen einerlei Effect hervor.} schiedener Ursachen können wir einerlei Effect hervorbringen. Wir haben in der Verbrennung und in der Electricitäts-erzeugung einen Stoffwechsel, oder, wie in der Reibungswärme, die Verwandlung einer vorhandenen Bewegung in eine neue, die auf eine andere Weise auf unsere Sinne wirkt. Wir haben ein Substrat, etwas Gegebenes, was die Form eines andern Substrates annimmt, in allen Fällen eine Kraft und eine Wirkung. Wir können durch Feuer unter einer Dampfmaschine alle möglichen Arten von Bewegungen, und durch ein gegebenes Maaß von Bewegung Feuer hervorbringen.

Ein Stück Zucker, das wir auf einem Reibeisen reiben, erleidet an den Berührungsflächen des Eisens die nämliche

Veränderung, wie durch eine hohe Temperatur, und zwei Stücke Eis schmelzen an den Punkten, wo sie sich reibend berühren.

Man muß sich nur erinnern, daß die ausgezeichnetsten Physiker die Erscheinungen der Wärme nur als Bewegungsercheinungen gelten lassen, eben weil der Begriff der Erzeugung einer Materie, wenn auch einer gewichtslosen, schlechterdings nicht vereinbar ist mit ihrer Entstehung durch mechanische Ursachen, wie durch Reibung und Bewegung.

Alles zugegeben, was von elektrischen und magnetischen Strömungen in dem Thierkörper Antheil nehmen mag an den Functionen seiner Organe, die letzte Ursache aller dieser Thätigkeiten ist ein Stoffwechsel, ausdrückbar durch einen in einer gewissen Zeit stattfindenden Uebergang der Bestandtheile der Speisen in Sauerstoffverbindungen; diejenigen unter ihnen, welche diesen allmäligen Verbrennungsproceß nicht erfahren, sie werden unverbrannt oder unverbrennlich in der Form von Excrementen ausgestoßen.

Es ist nun schlechterdings unmöglich, daß eine gegebene Menge Kohlenstoff oder Wasserstoff, welche verschiedene Formen sie auch im Laufe der Verbrennung annehmen mögen, mehr Wärme hervorbringen, als sie liefern, wenn sie im Sauerstoffgas oder in der Luft direct verbrannt werden.

Wenn wir Feuer unter eine Dampfmaschine machen und die erhaltene Kraft benutzen, um durch Reibung Wärme hervorzubringen, so kann diese in keiner Weise jemals größer sein als die Wärme, die wir nöthig gehabt haben, um den Dampfkessel zu heizen, und wenn wir in einer galvanischen Säule den Strom zur Hervorbringung von Wärme benutzen, so ist diese unter allen Umständen nicht größer, als wir sie

haben können durch die Verbrennung des Zinks, was sich in der Säure auflöst.

Die Contraction der Muskeln erzeugt Wärme, die hierzu nöthige Kraft hat ihren Angriffspunkt in den Organen der Bewegung, sie wird aber erzeugt durch den Stoffwechsel. Die Ursache der durch Contraction erzeugten Wärme kann natürlich nur dieser Stoffwechsel sein.

Durch die Auflösung eines Metalls in einer Säure entsteht ein elektrischer Strom; durch einen Draht geleitet, wird dieser zu einem Magneten, durch den wir verschiedene Effecte hervorzubringen vermögen. Die Ursache aller erzeugten Erscheinungen ist der Magnetismus, die Ursache der magnetischen Wirkungen suchen wir in dem elektrischen Strome, und die letzte Ursache dieses elektrischen Stromes, wir finden sie in einem Stoffwechsel, in einer chemischen Action.

Es giebt verschiedene Ursachen der Kräfteerzeugung; eine gespannte Feder, ein Luftstrom, eine fallende Wassermasse, Feuer, was unter einem Dampfkessel brennt, ein Metall, was sich in einer Säure löst, durch alle diese verschiedenen Ursachen der Bewegung läßt sich einerlei Effect hervorbringen.

In dem thierischen Körper erkennen wir aber als die letzte Ursache aller Kräfteerzeugung nur eine, und diese ist die Wechselwirkung, welche die Bestandtheile der Speisen und der Sauerstoff der Luft auf einander ausüben. Die einzige bekannte und letzte Ursache der Lebensthätigkeit im Thiere sowohl wie in der Pflanze ist ein chemischer Proceß; schließen wir ihn aus, so stellen sich die Lebensäußerungen nicht ein, oder sie hören auf, wahrnehmbar zu sein; hindern wir die chemische Action, so nehmen die Lebenserscheinungen andere Formen an.

Nach den berichtigten Versuchen von Dulong (6) über

Die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs. die Wärmemenge, welche der Kohlenstoff bei seinem Uebergange in Kohlensäure entwickelt, ergiebt sich, daß unter diesen Umständen mit einem Gewichtstheile Kohlenstoff die Temperatur von 8558 Gewichtstheilen Wasser von 0° auf 1° erhöht wird, so daß also 1 Loth Kohlenstoff bei seiner Verbrennung so viel Wärme entwickelt, daß damit 108 $\frac{1}{3}$ Loth Eis geschmolzen oder ebenso viel Wasser von 0° auf die Temperatur von 79° erhoben werden können.

Die Kohlenstoffverbrauch. Die 27,8 Loth Kohlenstoff, welche sich in dem Körper eines Soldaten in Kohlensäure verwandeln, entwickeln demnach eine Wärmemenge, womit 74 $\frac{1}{3}$ Pfund Wasser zum Sieden erhitzt oder 11 $\frac{3}{10}$ Pfund Wasser verdampft werden können.

Wenn wir nun annehmen, daß die Ausdünstung durch Haut und Lunge in 24 Stunden 48 Unzen (3 Pfund) betrage, so bleibt, die hierzu nöthige Wärmemenge abgezogen, ein Wärmequantum übrig, womit täglich 143 Pfund Wasser von seinem Gefrierpunkte bis auf 37 Grade erhoben werden können.

Die Verbrennungswärme des Wasserstoffs. Wenn man nun in Erwägung zieht, daß 1 Liter Sauerstoff bei seiner Verbindung mit Wasserstoff zu Wasser im Mittel 6228 Wärmegrade hervorbringt, während dasselbe Volum Sauerstoff bei seinem Uebergange in Kohlensäure nur 4624 Wärmegrade entwickelt, wenn nicht geleugnet werden kann, daß der zehnte Theil des von Pflanzenfressern und die Hälfte des von Fleischfressern eingeathmeten Sauerstoffs in Wasser und nicht in Kohlensäure verwandelt wird, und die hierdurch hervorgebrachte Wärme mit in die Rechnung aufnimmt, wenn man sich zuletzt erinnert, daß die specifische Wärme der Knochen, des Fettes, der Substanz der Organe weit geringer ist, als die des Wassers, daß sie also, um auf 37° erwärmt

und der Wasserstoffverbrauch

zu werden, weit weniger Wärme bedürfen, als ein gleiches Gewicht Wasser, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß, alle diese Verhältnisse berücksichtigt, die durch den Verbrennungsproceß erzeugte Wärme vollkommen hinreicht, um die constante Temperatur des Körpers und die Verdunstung zu erklären. erklären die constante Temperatur des Körpers.

In Versuchen, in welchen man die Kohlensäuremenge bestimmte, die ein Mensch in einer gegebenen Zeit ausathmet, hat sich herausgestellt, daß ein erwachsener Mann im Mittel 10 bis 11 Gramme Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure an die Atmosphäre abgiebt. Denkt man sich, daß die Verhältnisse, in denen diese Versuche angestellt wurden, während 24 Stunden ungeändert geblieben wären, so berechnet sich für das Individuum, was zu diesem Versuche gebient hat, ein täglicher Verbrauch von 16 bis 17 Loth Kohlenstoff. Aber es läßt sich aus der Kohlensäuremenge, die ein Individuum in der gegebenen kurzen Zeit eines Versuches ausathmet, nicht einmal ein Schluß auf die Totalmenge der in 24 Stunden ausgeathmeten Kohlensäuremenge machen, da der Zustand des Körpers sich in dieser Zeit nicht gleich bleibt, noch viel weniger läßt sich hieraus schließen, wie viel Sauerstoff das Individuum im Ganzen verbraucht hat. Bestimmung der Kohlensäure allein, ohne Rücksicht auf die anderen Materien, werthlos für die Physiologie. Nach den hierüber vorhandenen Beobachtungen ist die ausgeschiedene Kohlensäuremenge im wachenden Zustande größer, als im Schlafe; die äußere Temperatur und Dichtigkeit der Luft, die Qualität der Speisen und der Zustand des Hungers oder der Sättigung, sowie Anstrengung und Bewegung des Körpers üben einen ganz entschiedenen Einfluß auf den Sauerstoffverbrauch im Athmungsproceße aus, und verursachen einen steten Wechsel in der Menge der ausgeathmeten Kohlensäure. Die Gefangenen im Zuchthause zu

Marienschloß (welche mit körperlicher Arbeit beschäftigt werden) verbrauchen in ihren Speisen für die Unterhaltung des Respirationsprocesses nicht über 21 Loth Kohlenstoff, die in dem Arresthause zu Gießen, denen alle Bewegung mangelt, nicht über 17 Loth und in einer mir bekannten Haushaltung verzehrten 9 Personen (4 Kinder und 5 Erwachsene) durchschnittlich nicht über 19 Loth Kohlenstoff.

VII.

Nervenleben. Wenn wir die Erzeugung von Kraft, mit Bewegung und Nervenleben, und den Widerstand, den Zustand des statischen Gleichgewichts mit vegetativem Leben bezeichnen, so ist klar, daß im jugendlichen Alter bei allen Thierklassen das letztere, nämlich das vegetative Leben, das Nervenleben überwiegt.

Der Uebergang des in Bewegung befindlichen Stoffs in den Zustand der Ruhe zeigt sich in einer Zunahme an Masse, in einem Ersatz an verbrauchtem Stoffe; die Bewegung selbst, die Kräfteerzeugung stellt sich dar als ein Verbrauch an Stoff.

Verbrauch im jugendlichen Thiere kleiner als im erwachsenen.

In dem jugendlichen Thiere ist der Verbrauch kleiner als die Zunahme, und diesen Zustand eines intensiveren vegetativen Lebens behält das weibliche Thier bis zu einem gewissen Lebensalter unverändert bei, es erreicht nicht, wie beim männlichen Thiere, mit der Ausbildung aller Organe eine Grenze.

Im weiblichen Thiere.

Das weibliche Thier, das menschliche Weib, ist zu gewissen Perioden des Jahres der Fortpflanzung fähig; durch theils äußere Bedingungen, Temperatur, Nahrung ic., aus theils näher unbekanntem typisch wiederkehrenden Ursachen wird das vegetative Leben in seinem Organismus gesteigert,

er producirt mehr als er verwendet; diese Fähigkeit zeigt sich in der Fortpflanzung. Eine wunderbare Weisheit hat in seinen Körper die Fähigkeit gelegt, bis zu einem bestimmten Lebensalter alle Bestandtheile seiner Organe in größerer Menge zu erzeugen, als sie zur Reproduction der umgesetzten Gebilde erforderlich sind; wird dieses Erzeugniß nicht zur Bildung eines neuen Wesens verwendet, so wird es periodenweise aus dem Körper abgeschieden. Mit der Befruchtung des Eies hört diese Abscheidung auf, jeder Tropfen des mehrerzeugten Blutes formt sich zu einem der Mutter ähnlichen Organismus.

Durch Bewegung und Anstrengung wird die Menge des abgeschiedenen Blutes geringer, und bei krankhafter Unterdrückung der Menstruation zeigt sich das vegetative Leben in einer gesteigerten Fettbildung. Wird das Gleichgewicht des vegetativen und Nervenlebens bei dem Manne gestört, wird die Intensität des letzteren, wie bei den Castraten, verringert, so zeigt sich das Uebergewicht des ersteren in einer gleichen Form, in einer gesteigerten Fähigkeit der Fettbildung.

VIII.

Wenn wir festhalten, daß die Zunahme an Masse in dem thierischen Körper, daß die Ausbildung seiner Organe und ihre Reproduction aus dem Blute, d. h. aus den Bestandtheilen des Blutes, geschieht, so können nur diejenigen Materien Nahrungsmittel genannt werden, welche fähig sind, zu Blut zu werden. Die Untersuchung der Stoffe, die sich hierzu eignen, beschränkt sich hiernach auf die Ausmittelung der Zusammensetzung der Nahrungsmittel und ihre

Erläuterung
des Begriffs
von Nahrungs-
mitteln.

Vergleichung mit der Zusammensetzung der Bestandtheile des Blutes.

Blut.

Das in dem thierischen Körper circulirende Blut erscheint dem bewaffneten Auge als ein mechanisches Gemenge von festen durchscheinenden rundlich scheibenförmigen Körperchen von rother Farbe, die in einer farblosen oder schwach gelbbraunlichen durchsichtigen Flüssigkeit schwimmen.

Zwei Materien sind als Hauptbestandtheile dieser Flüssigkeit vorzüglich in Betracht zu ziehen. Die eine davon scheidet sich augenblicklich aus dem Blute ab, sobald es aus der Circulation genommen wird. Jedermann weiß, daß das Blut in diesem Falle gerinnt, es trennt sich in eine gelbliche Flüssigkeit, in Blutserum, und in eine gallertartige Masse, den Blutkuchen, der ein Netzwerk von feinen, farblosen durchscheinenden Fäden darstellt, welche die Blutkörperchen einschließen. Die Substanz dieser Fäden ist das Blutfibrin.

Wenn das Blut während des Gerinnens mit einem Stabe gepeitscht und geschlagen wird, so bildet sich kein Blutkuchen, die feinen Fäden des Blutfibrins, welche die Blutkörperchen mechanisch einschließen, werden zerrissen und zertheilt, sie kleben zu gröberem elastischen weichen Massen zusammen, während die Blutkörperchen in dem Serum schwimmend bleiben und ihm ihre eigenthümliche Farbe ertheilen.

Die von allen anderen Materien befreite Muskelfaser ist in ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung identisch mit dem Blutfibrin.

Der Hauptbestandtheil des Blutserums ertheilt dieser Flüssigkeit alle Eigenschaften des weißen Theils des Hühnereies, indem er identisch mit diesem Bestandtheil aller Eier ist. Er gerinnt in der Hitze zu einer weißen elastischen

Masse; dieser gerinnende Bestandtheil hat den Namen **Albumin** erhalten.

Durch einen Gehalt von Schwefel unterscheiden sich **Fibrin** und **Albumin**, die Hauptbestandtheile des Blutes, von allen anderen organischen Substanzen, sie enthalten im Ganzen sieben chemische Elemente, Schwefel, Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Phosphor (in der Form von Phosphorsäure) und Kalk. In dem Serum befinden sich Kochsalz und Salze in Auflösung, welche Kali, Natron als Basen enthalten; sie sind mit Kohlensäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure verbunden. Die Blutkörperchen enthalten **Fibrin** und **Albumin**, sowie eine Substanz von rother Farbe, in welcher Eisen einen nie fehlenden Bestandtheil ausmacht. Außer diesen enthält das Blut noch einige fette Körper in geringer Menge, die sich von den gewöhnlichen Fetten durch verschiedene Eigenschaften unterscheiden.

Die chemische Analyse hat zu dem merkwürdigen Resultate geführt, daß **Fibrin** und **Albumin** einerlei organische Elemente und zwar in dem nämlichen Gewichtsverhältniß enthalten, in der Art also, daß, wenn man zwei Analysen, die eine von **Fibrin**, die andere von **Albumin** neben einander stellt, wir keinen größeren Unterschied in der procentischen Zusammensetzung wahrnehmen, als in zwei Analysen von **Fibrin**, oder in zwei Analysen von **Albumin**.

In beiden Bestandtheilen sind offenbar, dies zeigt ihr verschiedener Zustand, die Elemente auf verschiedene Weise geordnet, allein ihrer Zusammensetzung nach sind sie identisch.

Dieser Schluß ist neuerdings aufs Schönste dadurch bestätigt worden, daß es einem ausgezeichneten Physiologen (**P. Denis**) gelang, **Fibrin** theilweise in den Zustand von **Albumin** künstlich überzuführen, ihm also die Löslichkeit

und Gerinnbarkeit zu geben, die das Eiweiß charakterisirt *).

Uebergießt man feuchtes frisches Fibrin mit seinem zehnfachen Volum Wasser, dem man $\frac{1}{2}$ Tausendtheil Salzsäure zugefetzt hat, so quillt es in der Wärme zu einer dicken Gallerte auf, die bei fortgesetzter Einwirkung der Hitze vollkommen flüssig wird. Eine kleine Menge Kochsalz, Salpeter, Glaubersalz macht diese Auflösung zu einer dem coagulirten Eiweiß oder Käse sehr ähnlichen weißen Masse gerinnen.

Neben der gleichen Zusammensetzung haben sie noch die chemische Eigenschaft mit einander gemein, daß sie sich beide in starker Salzsäure, bei Gegenwart von Luft, zu einer intensiv indigoblauen Flüssigkeit lösen, welche gegen alle Materien, die man damit zusammenbringt, ein ganz gleiches Verhalten zeigt.

Uebersicht der
Zusammenset-
zung der
Thiergebilde.

Wenn wir die Zusammensetzung aller Gebilde des Thierkörpers mit den in allen seinen Theilen circulirenden schwefel- und stickstoffhaltigen Verbindungen mit Fibrin und Albumin vergleichen, so ergeben sich folgende Beziehungen.

Schwefel- und
stickstoffhal-
tige.

Die Muskelfaser, die feste Substanz, der Knorpel des Ohrs, der Nase, der Gelenke und Rippenknorpeln, sowie die der Knochen junger Thiere vor der Ossification, die feste Substanz der Haare und des Horns, sowie unter den Flüssigkeiten des Körpers, die Galle enthalten Schwefel.

Stickstoffhal-
tige.

Alle diese, sowie die Membranen, Nerven, die Zellsubstanzen, der Speichel und die Samenmaterie enthalten Stickstoff.

*) Das chemische Verhalten des Thierfibrins, -Albumins und -Caseins und ihre gegenseitige Beziehung zu einander ist in Dr. Jos. Scherer's wichtiger Abhandlung in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 40, S. 1 u. f. mit großer Gründlichkeit beschrieben.

Die Hauptbestandtheile des Blutes enthalten auf 1 Aequivalent Stickstoff 8 Aequivalente Kohlenstoff, kein Bestandtheil des Thierkörpers, dem eine eigenthümliche Form zukommt, enthält auf 8 Aequivalente Kohlenstoff weniger als ein Aequivalent Stickstoff.

Die entscheidendsten Versuche und Beobachtungen haben bewiesen, daß der thierische Organismus durchaus unfähig ist, ein chemisches Element, Schwefel, Kohlenstoff, Stickstoff aus Materien zu erzeugen, in denen diese Körper fehlen, und es ist hiernach einleuchtend, daß die Nahrungsmittel, die zur Blutbildung dienen sollen, Schwefel und Stickstoff, diejenigen, welche zur Bildung von Fetten und Membranen sich eignen, jedenfalls eine gewisse Menge Stickstoff enthalten müssen.

Der thierische Körper enthält in der Nerven- und Gehirns-Substanz Albumin und außer diesem zwei eigenthümliche fette Säuren, die sich von allen anderen Fetten durch einen Gehalt von Phosphor (=säure?) unterscheiden (Fremy). Eins dieser Fette enthält Stickstoff.

Wasser und Fett machen die stickstofffreien Bestandtheile des Thierkörpers aus, beide sind für sich formlos und nehmen insofern Antheil an dem Lebensproceß, als durch sie alle Lebensfunctionen vermittelt werden. Die fehlende Bestandtheile des Thierkörpers sind zuletzt Eisen, Kalk, Bittererde, Kochsalz, sowie die Alkalien.

IX.

Die Ernährung der Fleischfresser nimmt unter allen Thierklassen die einfachste Form an; sie leben vom Blut und Fleisch der gras- und körnerfressenden Thiere, allein dieses Blut

und Fleisch ist identisch in allen seinen Eigenschaften mit ihrem eigenen Blut und Fleisch: weder chemisch, noch physiologisch ist ein Unterschied wahrnehmbar.

Die Nahrung der fleischfressenden Thiere ist aus Blut entstanden, sie wird in ihrem Magen flüssig und überführbar in andere Körpertheile, sie wird in ihrem Leibe wieder zu Blut, und aus diesem Blute erzeugen sich alle Theile ihres Körpers wieder, die eine Veränderung oder Umsehung erlitten haben.

Bis auf Klauen, Haare, Federn und Knochenerde ist kein Bestandtheil der Nahrung der Carnivoren unassimilirbar.

In chemischem Sinne kann man also sagen, daß das fleischfressende Thier zur Erhaltung seiner Lebensprocesse sich selbst verzehrt.

Dasjenige, was zu seiner Ernährung dient, ist identisch mit den Bestandtheilen seiner Organe, welche erneuert werden sollen.

Des jugendlichen Thieres.

Nicht minder einfach erscheint die Ernährung des jugendlichen Thieres, dessen Entwicklung und Zunahme an die Aufnahme einer Flüssigkeit gebunden ist, die von dem Leibe der Mutter in der Form von Milch abgefondert wird.

Milch.
Casein.

Die Milch enthält einen schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheil, den sogenannten Käsestoff, Casein, der für sich im Wasser kaum löslich ist, aber durch Alkalien und manche phosphorsaure Salze eine außerordentliche Löslichkeit erlangt. Verbunden mit diesen Stoffen ist das Casein in der Milch enthalten, welche durch sie eine schwach alkalische Beschaffenheit erhält. In dieser Verbindung unterscheidet sich das Casein von dem Albumin durch seine Nichtgerinnbarkeit in der Wärme; beim Kochen und Abdampfen scheidet sich Käsestoff in Form der sogenannten Milchhaut an der

Oberfläche der Flüssigkeit ab, Zusatz von Säuren oder Alkohol scheiden Casein als weißes Gerinnsel aus der Milch ab. Außer dem Casein enthält die Milch keinen andern Schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheil.

Die chemische Untersuchung des Caseins hat ergeben, daß dieser Körper ebenfalls identisch ist in seiner Zusammensetzung mit den Hauptbestandtheilen des Blutes, mit Fibrin und Albumin. Zusammensetzung des Caseins.

In dem Casein empfängt demnach das junge Thier, seinem Hauptbestandtheile nach, das Blut seiner Mutter, zu seinem Uebergange in Albumin und Fibrin ist kein dritter Stoff erforderlich, und keins der organischen Elemente dieser beiden Körper trennt sich davon im Leibe der Mutter bei ihrem Uebergange in Casein.

In chemischer Verbindung enthält das Casein der Milch eine größere Quantität Knochenerde in gelöstem Zustande, überführbar also in alle Körpertheile, in ihr beobachtet wir einen nie fehlenden Eisengehalt.

Auch in der frühesten Periode ihres Lebens sehen wir, daß die Ausbildung und Entwicklung der Träger der Lebensthätigkeit im jungen Thiere an die Aufnahme einer Flüssigkeit gebunden ist, welche als Hauptbestandtheil einen mit den Hauptbestandtheilen seines Blutes in der Zusammensetzung gleichen Körper enthält.

Ganz anders stellt sich dem Anschein nach der Ernährungsproceß der erwachsenen pflanzenfressenden Thiere dar; ihre Nahrung besteht aus Vegetabilien, die ihrer Hauptmasse nach keine Aehnlichkeit mit der Nahrung der Fleischfresser besitzen. Ernährung der pflanzenfressenden Thiere.

Aus welchen Stoffen, kann man fragen, entsteht bei ihnen das Blut, aus dem sich ihre Organe entwickeln?

Diese Frage läßt sich mit genügender Sicherheit beantworten.

Nahrung. Die chemischen Untersuchungen haben dargethan, daß alle Theile von Pflanzen, welche Thieren zur Nahrung dienen, gewisse Bestandtheile enthalten, welche Schwefel und Stickstoff enthalten, und die gewöhnlichsten Erfahrungen beweisen, daß die Thiere zu ihrer Erhaltung und Ernährung der Quantität nach um so weniger Futter bedürfen, je reicher dieses an schwefel- und stickstoffhaltigen Stoffen ist; sie können nicht mit Materien ernährt werden, worin sie fehlen.

**Bestandtheile
der Nahrung.**

In vorzüglicher Menge sind diese Erzeugnisse der Pflanzen in den Samen der Getreidearten, der Erbsen, Linsen, Bohnen, in Wurzeln und in den Säften der sogenannten Gemüsepflanzen enthalten, sie fehlen übrigens in keiner einzigen Pflanze, in keinem ihrer Theile.

Diese schwefel- und stickstoffhaltigen Nahrungstoffe lassen sich im Ganzen auf drei Materien zurückführen, die ihrem Vorkommen nach leicht von einander zu unterscheiden sind.

Wenn man frisch ausgepresste Pflanzensäfte sich selbst überläßt, so tritt nach wenigen Minuten eine Scheidung ein, es sondert sich ein gelatinöser Niederschlag ab, gewöhnlich von grüner Farbe, welcher, mit Flüssigkeiten behandelt, die den Farbestoff lösen, eine grauweiße Materie hinterläßt. Diese Substanz ist unter dem Namen grünes Sazmehl der Pflanzensäfte den Pharmaceuten wohl bekannt. Dies ist der eine von den stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln der Thiere; er hat den Namen Pflanzenfibrin erhalten. Der Saft der Gräser ist vorzüglich reich an diesem Bestandtheil, er ist in reichlichster Menge in dem Weizenfamen, sowie überhaupt in den Samen der Cerealien enthalten, und kann aus dem Weizenmehl durch eine mechanische Operation ziem-

**Pflanzenfibrin
oder Kleber.**

lich rein erhalten werden. In diesem Zustande heißt er Kleber, allein die klebenden Eigenschaften gehören ihm nicht an, sondern einer geringen Menge eines beigemischten Fettes und eines fremden Körpers.

Wie sich aus der Art seiner Darstellung ergibt, ist das Pflanzenfibrin im Wasser nicht löslich, obwohl man nicht zweifeln kann, daß es in der lebenden Pflanze im Saft gelöst vorhanden war, aus dem es sich, ähnlich wie das Fibrin aus Blut, erst später abschied.

Der zweite schwefel- und stickstoffhaltige Nahrungsstoff Pflanzenalbumin. ist in dem Saft der Pflanzen gelöst, er scheidet sich daraus bei gewöhnlicher Temperatur nicht ab, wohl aber, wenn der Pflanzenaft zum Sieden erhitzt wird.

Bringt man den ausgepreßten klaren Saft, am besten von Gemüsepflanzen, von Blumenkohl, Spargel, Kohlrüben, Kartoffeln, weißen Rüben u. s. w. zum Sieden, so entsteht darin ein Coagulum, welches in seiner äußeren Beschaffenheit und seinen Eigenschaften kaum zu unterscheiden ist von dem Körper, der sich als Gerinnsel abscheidet, wenn man mit Wasser verdünntes Blutserum oder Eiweiß der Siedehitze aussetzt. Dies ist das Pflanzenalbumin; ein dem Pflanzenalbumin in seinem Verhalten ähnlicher, wie-wohl in der Zusammensetzung abweichender Körper, findet sich in gewissen Samen, in Nüssen, Mandeln und anderen, in denen das Amylon der Getreidesamen sich vertreten findet durch Del oder Fett.

Der dritte stickstoffhaltige Nahrungsstoff, den die Pflanzen Pflanzenca- produciren, das Pflanzencafein sein. *), findet sich haupt-

*) Was den Namen Pflanzencafein betrifft, so bemerkt Braconnot, der Entdecker desselben, in seiner Abhandlung über das Cafein der

sächlich in den Samenlappen der Erbsen, Linsen und Bohnen.

Zerreibt man Erbsen oder Bohnen; die man vorher in Wasser aufquellen ließ, zu einem feinen Brei, verdünnt denselben mit Wasser und läßt diese Mischung durch ein feines Sieb fließen, so bleiben die Hülsen zurück und man erhält eine milchähnliche Flüssigkeit, aus der sich sehr bald das aufgeschlämmte Stärkemehl auf dem Boden absetzt. Gießt man die darüber stehende Flüssigkeit ab, so fährt sie fort, sich zu trüben, und es scheidet sich von jetzt an ein neuer Niederschlag in feinen aufgequollenen zusammenhängenden Flocken ab. In den Pflanzensäften und Hülsenfrüchten ist dieser Körper mit Alkalien und Salzen mit alkalischen Basen verbunden, denen er seine Löslichkeit im Wasser verbankt. Durch Berührung mit der Luft wird in diesen Pflanzensäften sehr rasch die Bildung einer organischen Säure (meistens Milchsäure) herbeigeführt, welche, indem sie das Alkali neutralisirt, die Scheidung des aufgelösten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheils herbeiführt, der für sich im Wasser nicht löslich ist. Durch Zusatz von Säuren wird die Abscheidung dieses Körpers aus den Flüssigkeiten, in denen er gelöst vorkommt, augenblicklich bewirkt. Weinsäure und Oxalsäure lösen den entstehenden Niederschlag aus verdünnten Auflösungen wieder auf, und in diesen Flüssigkeiten entsteht

Thiermilch (Ann. de chem. et de phys. T. XLIII, p 327) Folgendes:
 »Ich muß hier das Geständniß ablegen, daß ich in meiner Untersuchung der Samen der Leguminosen, ehe ich also die Eigenschaften des Thiercaseins kannte, in einen Irrthum gefallen sein kann, indem ich als einen Stoff eigener Art das Legumin beschrieb, eine Substanz, die mir jetzt dem Casein sehr analog zu sein scheint.«
 Die Angabe von Mulder (s. Versuch einer physiologischen Chemie S. 303), daß das Pflanzencasein aus Erbsen keinen Schwefel enthält, beruht auf einem Irrthum.

alsdann durch Schwefelsäure oder Salzsäure ein neuer Niederschlag.

Die Auflösung des Pflanzencaseins, so wie man sie direct aus Erbsen oder Bohnen erhält, gerinnt nicht beim Kochen, wie das in Pflanzensäften gelöste Pflanzenalbumin, und beim Abdampfen zieht sie an der Oberfläche eine Haut, ähnlich wie das Casein in der Thiermilch.

Die Schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Säfte und Samen der Gewächse kommen niemals oder nur höchst selten für sich allein in denselben vor. So findet sich in dem Saft der Kartoffeln durch Säuren fällbares Pflanzencasein und in den Samen der Leguminosen und der Cerealien ist stets durch Hitze gerinnbares Pflanzenalbumin enthalten *).

Als eine Regel ohne Ausnahme hat die chemische Untersuchung erkannt, daß die Nahrung der pflanzenfressenden Thiere stets eine oder die andere dieser schwefel- und stickstoffhaltigen Substanzen enthält; es hat sich herausgestellt, daß bei Ausschluß derselben keine andere Nahrung ihren Lebensproceß zu unterhalten vermag. Den anderen im Pflanzenreiche vorkommenden zahlreichen stickstoffhaltigen Verbindungen Zusammenfassung derselben.

*) Ich bin sehr zweifelhaft darüber, ob man das Pflanzenfibrin im Kleber als einen Stoff besonderer Art gelten lassen kann. Bei Behandlung von Weizenmehl mit verdünnter Schwefelsäure in der Wärme bis zur Ueberführung alles Amylons in Zucker bleibt der Kleber in einem Zustande zurück, in welchem er von Pflanzencasein nicht zu unterscheiden ist. Auch sind die Producte der Gährung derselben, worunter namentlich das sogenannte Käseoryd, identisch mit denen des thierischen Käse. Der Weizensamen enthält bekanntlich einbasisches phosphorsaures Alkali, die Erbsen, Bohnen hingegen dreibasisches phosphorsaures Alkali, das erste reagirt sauer, das andere alkalisch, was die Unlöslichkeit des Pflanzencaseins im Weizenmehle und die Löslichkeit in den Samen der Leguminosen erklären dürfte.

dungen, wie den Stoffen in den Gift- und Medicinalpflanzen, fehlt der Schwefel und die scharfen reizenden schwefelhaltigen Bestandtheile mancher Samen, Knollen und Wurzeln werden entweder von den Thieren nicht genossen oder nehmen in der Form, die sie besitzen, keinen Antheil an der Blutbildung.

Sie sind gleich
zusammengesetzt

Die chemische Untersuchung des Pflanzenalbumins, =Fibrins und =Caseins hat zu dem interessanten Resultate geführt, daß sie einerlei organische Elemente in dem nämlichen Gewichtsverhältniße enthalten, und, was noch weit merkwürdiger ist, es hat sich ergeben, daß sie identisch sind in ihrer Zusammensetzung mit den Hauptbestandtheilen des Blutes, mit Fibrin und Albumin. Sie lösen sich alle drei in concentrirter Salzsäure mit der nämlichen indigblauen Farbe auf, und auch in den meisten ihrer physikalischen Eigenschaften haben Thierfibrin und Thieralbumin, Pflanzenfibrin und Pflanzenalbumin die größte Aehnlichkeit mit einander.

und identisch
in ihrer Zusammensetzung
mit den Blutbestandtheilen.

Verhalten.

Wenn die Auflösung von Thierfibrin, =Albumin oder =Casein in kauftischer Kalilauge eine Zeit lang im Sieden erhalten wird, so bringt die Uebersättigung mit einer Säure bei allen eine Entwicklung von Schwefelwasserstoff zuwege; durch einen Zusatz von einem Tropfen essigsauren Bleioroxyds zu der alkalischen Flüssigkeit entsteht ein schwarzer Niederschlag von Schwefelblei. Ganz dasselbe Verhalten zeigen Pflanzen-casein und =Albumin.

Das Vorhandensein in den vegetabilischen Nahrungstoffen von Materien, welche mit dem Fibrin und Albumin, den Hauptbestandtheilen des Blutes, in ihrer Zusammensetzung identisch sind, ist nicht die einzige Bedingung zur Erzeugung von Blut. Es ist erwähnt worden, daß in den Blutkörperchen das Eisen ein nie fehlender Bestandtheil ist, wir finden

Eisen in den
Pflanzen.

ferner in dem Fibrin, Albumin und Casein einen Gehalt von phosphorsaurem Kalk (Knochenerde); das Blut selbst ist eine schwach alkalisch reagirende Flüssigkeit, es enthält Kochsalz und Salze mit alkalischen Basen, namentlich phosphorsaure Alkalien, durch deren Gegenwart die Eigenschaften des Blutes bedingt und vermittelt werden *).

Die Untersuchung derjenigen Pflanzentheile, welche wie ^{Phosphorsaure Salze in der Pflanzennahrung, nothwendig zur Blutbildung.} die Samen der Cerealien, wie Erbsen, Bohnen, Linsen, reich sind an den zur Blutbildung dienenden schwefel- und stickstoffhaltigen Substanzen, hat nun ergeben, daß sie die nämlichen unverbrennlichen Bestandtheile enthalten, wie das Blut; es hat sich herausgestellt, daß die Menge dieser Blutbestandtheile in einem Pflanzentheile in einem ganz bestimm-

*) Die Abwesenheit der kohlen-sauren Alkalien in dem Blute (des Menschen) geht aus folgendem Verhalten hervor. Vermischt man 3 bis 4 Pfund Blut mit dem gleichen Gewichte Wasser, erhitzt die Mischung zum Sieden und unterwirft die geronnene Masse einer starken Pressung, so erhält man eine klare, grünlich gefärbte Flüssigkeit von alkalischer Reaction. Enthielte das Blut kohlen-saure Alkalien, so müßten sie in dieser Flüssigkeit enthalten und nachweisbar sein. Wird sie in einer Retorte bis auf ein kleines Volum (auf 20 bis 30 Cubiccentimeter z. B.) abgedampft und in diesem concentrirten Zustande über Quecksilber mit kohlen-saurem Gas zusammengebracht, so absorbirt sie ihr drei- bis vierfaches Volum von diesem Gase. Wäre nun diese Absorption abhängig gewesen von der Gegenwart von kohlen-saurem Alkali, was in doppelt kohlen-saures Salz unter diesen Umständen übergeht, so müßte ein gleiches Volumen der alkalischen nicht mit Kohlen-säure behandelten Flüssigkeit ihr zwei- bis dreifaches Volum entwickeln, wenn sie in demselben Apparate mit einer Säure übersättigt wird; der Versuch zeigt nun, daß beim Hinzubringen einer Säure im Ueberschuß, keine meßbare Gasblase aus dieser alkalischen Flüssigkeit entwickelt wird, und die nähere Untersuchung zeigt, daß die alkalische Reaction und das Vermögen derselben, Kohlen-säuregas zu absorbiren, von phosphorsaurem Natron herrührt.

ten Verhältnisse zu der Menge von phosphorsauren Salzen in eben diesem Pflanzentheile selbst steht. Ein Samen, der wie die Bohnen oder Erbsen besonders reich an diesen Blutbestandtheilen ist, enthält eine bestimmbar größere Menge von phosphorsauren Alkalien und alkalischen Erden (phosphorsaurem Kalk und Bittererde), als Weizensamen, dieser letztere mehr, als Roggen. In diesen Samen findet sich mit den alkalischen Basen keine organische Säure verbunden, sie hinterlassen nach dem Verbrennen keine kohlensauren Alkalien und ihre Asche verhält sich in dieser Beziehung ganz wie die Asche des Blutes.

Sind nothwendig für das Pflanzenleben.

Die Erfahrungen in der Landwirthschaft geben zu erkennen, daß in den Pflanzen die Erzeugung der schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile ihrer Samen und Säfte auf's Engste geknüpft ist an die Gegenwart von phosphorsauren Salzen.

Wenn die phosphorsauren Alkalien oder alkalischen Erden im Boden fehlen, oder wenn sie im Dünger ausgeschlossen werden, so bildet sich der Samen nicht aus. Wenn die übrigen Bedingungen des Lebens der Pflanze als gegeben vorausgesetzt werden, so läßt sich nach den vorliegenden Erfahrungen mit Bestimmtheit der Schluß ziehen, daß ihre Entwicklung und ihr Gehalt an Blutbestandtheilen in geradem Verhältniß zu der Menge der dargebotenen und aufgenommenen phosphorsauren Salze steht.

Von den einfachen Verbindungen an, welche der belebte Keim der Pflanze zu seiner Entwicklung bedarf, bis zu den zusammengesetztesten, woraus der Thierorganismus entsteht, sehen wir eine ununterbrochene Kette von Bedingungen; die phosphorsauren Salze, als nothwendige Vermittler der Blutbildung und alles thierischen Lebens, sie sind ebenso noth-

wendige Bedingungen des Bestehens und der Fortpflanzung aller vegetabilischen Wesen.

Es ist erwähnt worden, daß es Denis gelungen ist, das Thierfibrin (des venösen Blutes durch Digestion mit Salpeterlösung in der Wärme) in eine durch Wärme ganz wie Blutsferum coagulirbare Auflösung überzuführen; ein ähnlicher Uebergang des Blutfibrins in Albumin zeigt sich, wenn es bei Gegenwart von Wasser und Zutritt der Luft der Fäulniß überlassen wird, und es erscheint von wesentlicher Bedeutung für den Ernährungsproceß der pflanzenfressenden Thiere zu sein, daß das unlösliche Pflanzenfibrin in dem Weizen, der Gerste u., sowie Pflanzencasein in den Erbsen u. in Folge der Veränderungen, welche diese Samen beim Keimen erleiden, in lösliches coagulirbares Albumin übergeführt werden.

In welcher bewundernswürdigen Einfachheit erscheint nach diesen Entdeckungen der Bildungsproceß im Thiere, die Entstehung seiner Organe, der Hauptträger der Lebensthätigkeit. Die Pflanzenstoffe, welche in den Thieren zur Blutbildung verwendet werden, enthalten die Hauptbestandtheile des Blutes, fertig gebildet allen ihren Elementen nach; alle Pflanzen enthalten noch überdies eine gewisse Menge Eisen, was wir im Blutfarbestoff wiederfinden. Pflanzenfibrin und Thierfibrin, Pflanzenalbumin und Thieralbumin sind kaum der Form nach verschieden; wenn diese Stoffe in der Nahrung der Thiere fehlen, so hört die Ernährung der Thiere auf, und wenn sie darin gegeben werden, so empfängt das pflanzenfressende Thier die nämlichen Materien, auf welche die fleischfressenden zu ihrer Erhaltung angewiesen sind.

Zusammenhang der Pflanze mit dem Thiere.

Die Pflanzen erzeugen in ihrem Organismus die Hauptbestandtheile des Blutes aller Thiere, denn in dem Blute

und Fleische der pflanzenfressenden verzehren die fleischfressenden im eigentlichen Sinne nur die Pflanzenstoffe, von denen die ersteren sich ernährt haben; Pflanzensibrin und =Albumin nehmen in dem Magen des pflanzenfressenden Thieres genau die nämliche Form an, wie Thiersibrin und Thieralbumin in dem Magen der Carnivoren.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die Entwicklung der Organe eines Thieres, ihre Vergrößerung und Zunahme an Masse, an die Aufnahme gewisser Stoffe geknüpft ist, die identisch sind mit den Hauptbestandtheilen ihres Blutes.

In diesem Sinne kann man sagen, daß der Thierorganismus sein Blut nur der Form nach schafft, daß ihm die Fähigkeit mangelt, es aus anderen Stoffen zu erzeugen, die nicht identisch sind mit seinen Hauptbestandtheilen. Damit kann freilich nicht behauptet werden, daß ihm die Fähigkeit, andere Verbindungen zu erzeugen, abgehe, wir wissen im Gegentheil, daß sein Organismus eine große Reihe von Verbindungen hervorbringt, die von seinen Blutbestandtheilen in ihrer Zusammensetzung abweichen; aber den Anfangspunkt der Reihe, seine Blutbestandtheile, diese bildet er sich nicht.

Der Thierkörper ist ein höherer Organismus, dessen Entwicklung mit der Aufnahme der zusammengesetzten Producte des vegetabilischen Lebens beginnt, und unter diesen mit Materien, wie die Samenbestandtheile, mit deren Erzeugung das Leben der gewöhnlichen Pflanze aufhört; sobald diese Samen getragen hat, stirbt sie ab, oder es hört damit eine Periode ihres Lebens auf.

In der unendlichen Reihe von Verbindungen, welche mit den Nahrungstoffen der Pflanzen, mit Kohlensäure und Ammoniak und Wasser anfängt, bis zu den zusammengesetztesten

Bestandtheilen des Gehirns im Thierkörper finden wir keine Lücke, keine Unterbrechung. Der erste Nahrungstoff des Thieres ist das Product der schaffenden Thätigkeit der Pflanze.

Die Substanz der Zellen und Membranen, der Nerven und des Gehirns erzeugt die Pflanze nicht.

Das Wunderbare in der schaffenden Thätigkeit der Pflanze verliert sich, wenn man erwägt, daß die Erzeugung der Blutbestandtheile nicht auffallender erscheinen kann, als wenn wir Ochsentalg und Hammelstalg (in den Cacaobohnen), oder Menschenschmalz (im Olivenöl), oder die Hauptbestandtheile der Kuhbutter (Palmbutter) auf Bäumen wachsend finden, daß wir das Pferdefett und den Fischthran in den ölreichen Samen entstehen sehen.

X.

So wenig man nun auch, wie sich aus dem Vorhergehenden ergibt, über die Art und Weise in Ungewißheit sein kann, wie die Zunahme in der Masse der Organe eines Thieres vor sich geht, so bleibt immer noch eine überaus wichtige Frage zu lösen, die Rolle nämlich auszumitteln, welche die stickstofffreien Substanzen in dem thierischen Körper spielen.

Die Rolle der stickstofffreien Bestandtheile der Nahrung.

Keine Thierklasse kann ohne diese Materien leben, ihre Nahrung muß eine gewisse Menge davon enthalten, und wir sehen ihrem Leben ein rasches Ziel gesetzt, wenn sie in ihr fehlen.

Die Nahrung der Fleischfresser enthält stets eine gewisse Menge Fett, die Milch enthält Butter und Milchsucker, die Wurzeln, Kräuter, Samen und Knollen, welche pflan-

zenfressende Thiere genießen, enthalten Amylon, Zucker, Gummi oder Pectin.

Wozu dient nun aber das Fett, die Butter, der Milchzucker, das Amylon, der Zucker, das Pectin, das Gummi? Was ist der Grund, warum sie zu dem Leben der jungen Thiere unentbehrlich sind?

Bis auf das Amylon der Getreidearten, welches einen Bruchtheil eines Procentes phosphorsauren Kalkes enthält und das Gummi und Pectin, welche nach dem Verbrennen eine gewisse Quantität alkalischer Basen als Asche hinterlassen, enthalten Zucker, Fett, Butter und Milchzucker keine fixen Basen, keinen Kalk, kein Natron, kein Kali; der Milchzucker besitzt eine den gewöhnlichen Zuckerarten, dem Amylon, dem Gummi ähnliche Zusammensetzung; sie bestehen aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers, und zwar genau in dem nämlichen Verhältnisse, wie im Wasser.

Durch diese stickstofffreien Stoffe ist also ihren stickstoffhaltigen eine gewisse Menge von Kohlenstoff, oder, wie in der Butter, dem Fett, von Kohlenstoff und Wasserstoff zugesetzt, ein Ueberschuß von Elementen also, der zur Bildung der schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile nicht dienen kann, eben weil die Nahrung diese Bestandtheile in der Beschaffenheit und Zusammensetzung schon enthält, wie sie der Organismus bedarf.

Sie dienen zur
Respiration.

Man kann, wie aus den folgenden Betrachtungen sich ergeben wird, kaum einen Zweifel hegen, daß dieser Ueberschuß an Kohlenstoff allein, oder an Kohlen- und Wasserstoff in letzter Form zur Hervorbringung der animalischen Wärme, daß er zum Widerstand gegen die äußere Einwirkung des Sauerstoffs verwendet wird.

XI.

Betrachten wir zuvörderst, um zu einer klareren Einsicht <sup>stoffreich ist in dem fleisch-
freßenden Thiere</sup> in das Wesen des Ernährungsprocesses in den beiden Thierarten zu gelangen, die Veränderungen, welche die schwefel- und stickstoffhaltige Nahrung des fleischfressenden Thieres in seinem Organismus erfährt.

Wir geben einer erwachsenen Schlange eine Ziege, ein Kaninchen oder einen Vogel zu verzehren und finden, daß die Haare, Klauen, Federn, Knochen dieser Thiere scheinbar unverändert ausgeworfen werden, denn sie haben ihre Form und natürliches Aussehen behalten, sie sind aber zerbrechlich, weil sie von allen nur den der Auflösung fähigen Bestandtheil (Eiweißsubstanz) verloren haben.

Das Fleisch, das Fett, das Blut, die Gehirn- und Nervensubstanz des verzehrten Thieres, alles Uebrige ist, wenn die Schlange ihr ursprüngliches Gewicht wieder erhalten hat, verschwunden.

Als das Hauptexcrement finden wir eine Materie, welche ^{Harnsäure.} durch die Harnwege ausgeleert wird; im trockenen Zustande ist sie blendend weiß wie Kreide, sie ist sehr reich an Stickstoff und enthält nur kohlenfauren und phosphorsauren Kalk beigemischt.

Den Schwefel der schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung finden wir in dem Harn als Schwefelsäure, in der Form also einer Sauerstoffverbindung.

Dieses Excrement ist harnsaures Ammoniak, eine chemische Verbindung, in welcher sich der Stickstoff zum Kohlenstoff in dem nämlichen Verhältniß befindet, wie im sauren kohlen-

sauren Ammoniak, sie enthält auf 1 Aeq. Stickstoff 2 Aeq. Kohlenstoff.

Die Muskelfaser, das Blut, die Membranen und Häute enthielten aber auf die nämliche Quantität Stickstoff viermal so viel Kohlenstoff, nämlich 8 Aequivalente, und wenn man hierzu den Kohlenstoff des genossenen Fettes, der Nerven- und Gehirns substanz hinzurechnet, so ist klar, daß die Schlange auf 1 Aeq. Stickstoff weit mehr als 8 Aeq. Kohlenstoff verzehrt hat.

Wenn wir nun annehmen, daß das harnsaure Ammoniak allen Stickstoff des verzehrten Thieres enthält, so sind offenbar im geringsten Falle 6 Aeq. Kohlenstoff, die mit diesem Stickstoff verbunden waren, in einer andern Form ausgetreten, wie die übrigen zwei die wir im harnsauren Ammoniak wiederfinden.

Wir wissen nun mit zweifelloser Gewißheit, daß dieser Kohlenstoff aus Haut und Lunge ausgetreten ist, und zwar konnte dies nur geschehen in der Form einer Sauerstoffverbindung.

Die Excremente eines Buffards, der mit Rindfleisch gefüttert worden, aus der Kloake genommen, bestanden der Untersuchung nach (L. Smelin u. Tiedemann) aus harnsaurem Ammoniak. Ebenso sind die Faeces bei Löwen und Tigern sparsam und trocken, sie enthalten der Hauptsache nach Knochenerde und nur Spuren von kohlenstoffhaltigen Materien, aber ihr Harn enthält kein harnsaures Ammoniak, sondern Harnstoff, eine Verbindung, welche Stickstoff und Kohlenstoff im Verhältniß, wie im neutralen kohlen sauren Ammoniak, enthält.

Angenommen, daß ihre Nahrung (Fleisch etc.) Stickstoff und Kohlenstoff in dem Verhältniß wie 1 : 8 enthielt, so finden wir in dem Harn beide nur in dem Verhältniß wie

1 : 1 wieder, ein kleineres Verhältniß von Kohlenstoff also, als bei den Schlangen, in denen der Respirationssact bei weitem weniger thätig ist.

Aller Kohlenstoff und Wasserstoff, den die Blutbestandtheile der Nahrung dieser Thiere mehr enthielten, als wir in ihren Excrementen wiederfinden, sie sind, als Kohlensäure und Wasser, durch den Respirationssproceß verschwunden.

Hätten wir das verzehrte Thier in einem Ofen verbrannt, so würde die vorgegangene Veränderung nur der Form der Stickstoffverbindungen nach eine andere gewesen sein.

Den Stickstoff würden wir als kohlen-saures Ammoniak, den übrigen Kohlenstoff als Kohlensäure, den übrigen Wasserstoff als Wasser wiederbekommen haben. Es würden die unverbrennlichen Theile als Asche, die unverbrannten als Ruß übrig geblieben sein. Die festen Excremente der Fleischfresser sind aber nichts Anderes, als die im Thierkörper unverbrennlichen oder unvollkommen verbrannten Theile der Nahrung.

In dem Vorhergehenden ist angenommen worden, daß die Bestandtheile der von dem Thiere genossenen Nahrungsmittel in seinem Organismus, in Folge des durch Lunge und Haut aufgenommenen Sauerstoffs, ihr Kohlenstoff in Kohlensäure, ihr Wasserstoff und ihr Stickstoff in eine chemische Verbindung, welche die Elemente des kohlen-sauren Ammoniaks enthält, übergehen.

Diese Voraussetzung ist nur der äußeren Erscheinung ^{Verbrauch und Ersatz im erwachsenen Thiere.} nach wahr, in der That erlangt nach einer gewissen Zeit der Thierkörper sein ursprüngliches Gewicht wieder, sein Gehalt an Kohlenstoff und den anderen Elementen hat in seinem Körper nicht zugenommen; es ist genau so viel Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff u. wieder ausgetreten, als ihm davon in der Speise zugeführt wurde. Aber nichts kann gewisser

sein, als daß der ausgetretene Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff nicht von der Speise herrührt, wenn sie auch, der Quantität nach, den dadurch zugeführten gleich waren.

Es wäre aller Vernunft entgegen, wenn man annehmen wollte, die Stillung des Hungers, das Bedürfniß nach Speise habe keinen andern Zweck, als die Erzeugung von Harnstoff, Harnsäure, Kohlenäure und der anderen Excremente, von Materien, die der Körper ausstößt, in seiner Haushaltung also zu nichts verwendet.

Die Speisen dienen zum Ersatz der ausgetretenen Körperbestandtheile.

Die Speisen dienen in dem erwachsenen Thiere zum Ersatz an verbrauchtem Stoff, gewisse Theile der Organe haben ihren Zustand des Lebens verloren, sie sind aus der Substanz der Organe ausgetreten, sie haben sich zu neuen und zwar formlosen Verbindungen umgesetzt.

Sie dienen zur Blutbildung.

Die Speise des Fleischfressers wurde zur Blutbildung verwendet, und aus dem neuerzeugten Blute haben sich die umgesetzten Organe wieder neu gebildet. Der Schwefel, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff der Nahrung sind zu Bestandtheilen des Organismus geworden.

Ebenso viel Schwefel, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, als die Organe abgegeben haben, genau so viel ist ihnen durch das Blut und in letzter Form durch die Speise wieder ersetzt worden.

Wo sind denn aber, kann man fragen, die neuen Verbindungen hingekommen, welche durch die Umsetzung der Bestandtheile der Organe, der Muskelfaser, der Substanz der Membranen und Zellen, der Nerven- und Gehirnschubstanz, entstanden sind?

Diese neuen Verbindungen konnten keinen Moment, insofern sie löslich waren, an dem Plage beharren, wo sie

entstanden sind, denn eine sehr wohlbekannte Thätigkeit, die Blutcirculation nämlich, widersteht sich diesem Beharren.

Die flüssigen
Produkte der
Nahrung ge-
langen in den
Blutkreislauf.

Durch die Thätigkeit des Herzens, in welchem sich zwei Systeme von Kanälen vereinigen, die sich in ein unendlich feines Netzwerk von Röhrchen verzweigen, wird die in diesen Kanälen enthaltene Flüssigkeit nach der einen Seite des Herzens hin in Bewegung gesetzt, und eine Eigenschaft, welche allen von Flüssigkeiten durchdringlichen Scheidewänden und namentlich den organischen angehört, bewirkt, daß alle in den Flüssigkeiten des Körpers gelösten Materien in das Röhrsystem der Blutkanäle gelangen und der Blutbewegung folgen können.

Die letztere Eigenschaft besteht darin, daß die gelösten Stoffe zweier Flüssigkeiten, die sich durch eine thierische Membran, durch eine Zellenwand z. B., getrennt finden, sich gegenseitig mit einander zu mischen, dadurch nicht gehindert sind. Die Bestandtheile der einen Flüssigkeit lassen sich sehr bald in der andern nachweisen, es findet aber kein gegenseitiger Austausch zwischen beiden Statt, wenn die nämlichen Flüssigkeiten einerlei Materien in gleicher Menge enthalten. Der Durchgang der Flüssigkeiten und der darin gelösten Stoffe durch die trennende Membran wird bedingt durch eine Ungleichheit in der Beschaffenheit und Zusammensetzung dieser Flüssigkeiten.

In Folge einer
chemisch-physi-
kalischen Ei-
genschaft der
Membranen.

Die ungleiche Fähigkeit der Flüssigkeiten, die Zellenwände zu befeuchten, äußert auf den Durchgang oder Austausch derselben einen entschiedenen Einfluß, nicht minder groß ist der Antheil, den die chemische Verwandtschaft an diesem Durchgange nimmt, insofern die Quantität des Austausches nach der einen oder andern Seite dadurch bestimmt erscheint. Das Befeuchtungsvermögen und die chemische Verwandtschaft

äußern sich beide als Anziehung, die in diesem Falle am einfachsten mit einem mechanischen Drucke vergleichbar ist.

Alle löslichen
Substanzen
verhalten sich
ähnlich.

Es ist klar, daß in Folge dieser Thätigkeiten alle Flüssigkeiten und die darin gelösten Substanzen eine Bewegung nach dem Herzen hin empfangen müssen.

Die Aufnahme gelöster fremder Materien in das Blut, die sogenannte Aufsaugung derselben, ist ein chemisch-physikalischer Act, der sich, wie bemerkt, auf flüssige Stoffe jeder Art, Salzaufösungen, Gifte u. erstreckt.

Sie bewegen
sich nach dem
Herzen hin.

Es ist nun einleuchtend, daß durch das Einströmen des arteriellen Blutes in die Capillargefäße alle dort vorhandenen Flüssigkeiten, sagen wir die löslichen Verbindungen, die durch Umsehung der Gebilde entstanden sind, eine Bewegung nach dem Herzen hin empfangen müssen.

Sie gelangen in
die Venen.

Diese Materien können zur Neubildung der nämlichen Organe, aus denen sie entstanden sind, nicht verwendet werden; sie gelangen durch das Saug- und Lymphgefäßsystem in die Venen, wo ihre Anhäufung dem Ernährungsproceß eine sehr rasche Grenze setzen würde, wenn sich dieser Ansammlung nicht zwei, ganz besonders zu diesem Zwecke eingerichtete, Apparate widersetzen würden.

Nehmen ihren
Weg durch die
Leber und
Nieren

Ein Theil des venösen Blutes nimmt, ehe es zum Herzen gelangt, seinen Weg durch die Leber; ein Theil des arteriellen Blutes geht durch die Nieren, welche alle für den Ernährungsproceß untauglichen Stoffe davon scheiden.

und werden in
Gefalt von
Galle und
Harn abge-
schieden.

Von den neuentstandenen Verbindungen sammelt sich ein Theil in der Harnblase an, eine andere Portion derselben wird von der Leber in der Form von Galle abgeschieden.

Ueber den Ursprung der Bestandtheile des Harns und der Galle können die Physiologen nicht im Zweifel sein. Selbst bei Enthaltung aller Speise findet Gallensecretion

Statt; in dem Körper der Verhungerten finden wir die Gallenblase straff und voll.

Wir beobachten Galle und Harnsecretion bei den Winterschläfern, wir wissen, daß der Harn der Thiere (Hunde), die während achtzehn bis zwanzig Tagen keine andere Nahrung als reinen Zucker bekommen, ebenso viel Harnstoff enthält, als im gesunden Zustande (Marchand, Erdm. J. XIV. S. 495).

Galle und
Harnsecretion
bei Enthaltung
der Speise.

Der Harn der Säugethiere, Vögel oder Amphibien enthält Harnsäure oder Harnstoff, der Koth der Weichthiere, der Insecten, der Canthariden, des Seidenwurm-Schmetterlings enthält harnsaurer Ammoniak.

Der Harnstoff, die Harnsäure, das Ammoniak sind Stickstoffverbindungen, alle belebten Körpertheile enthalten Stickstoff.

Der Hauptbestandtheil der Galle enthält Schwefel und Stickstoff, bis auf die Membranen und Zellensubstanzen enthalten alle übrigen Bestandtheile des Thierkörpers Schwefel.

Es ist klar, die Bestandtheile des Harns, sowie der Hauptbestandtheil der Galle sind Producte der Umsetzung des Blutes und der organischen Gebilde; die Elemente des Harnstoffs, der Harnsäure, der Galle, sie waren Bestandtheile der belebten Körpertheile, die in dem Lebensproceß durch auf sie einwirkende Ursachen den Zustand des Lebens eingebüßt haben.

Die stickstoffhaltigen Producte, welche in Folge der Umsetzung der Gebilde entstanden, wir wissen, daß sie durch die Nieren von dem Blute geschieden, als einer weiteren Veränderung durchaus unfähig, aus dem Körper treten.

Aber das andere stickstoffhaltige Hauptproduct, in welchem wir den Schwefel der umgesetzten Gebilde wieder fin-

den, und was reich an Kohlenstoff ist, es kehrt während des Verdauungsprocesses als Galle in den Körper zurück, in welchem es allmählig ganz oder theilweise verschwindet.

Galle als
Respirations-
mittel.

Wenn man die Zusammensetzung der Galle mit der Beschaffenheit und Zusammensetzung der Materien vergleicht, welche durch den Darmkanal entleert werden, so ergiebt sich mit Evidenz, daß die brennbaren Elemente der Galle, ganz abgesehen von der wichtigen Rolle, die sie im Verdauungsacte spielt, in letzter Form als Sauerstoffverbindungen aus dem Körper zu treten und vollkommen geeignet sind zur Respiration verwendet zu werden.

Die Galle
enthält koh-
len-saurer Na-
tron.

Die Galle enthält Schwefel, sie ist eine Natronverbindung.

Die Faeces
enthalten kein
kohlen-saurer
Natron.

Die Faeces der fleischfressenden Thiere, der Schlangen, der Hunde, die mit Fleisch und Knochen ernährt werden, enthalten sehr geringe Mengen von organischen Excretionen, welche den Durchgang der im Verdauungsproceß nicht aufgenommenen Stoffe durch den Darmkanal vermitteln, sie bestehen zum größten Theil aus Knochenerde und hinterlassen nach dem Einäschern nur Spuren von löslichen Salzen, aber darunter kein kohlen-saures Natron, was die Galle hinterläßt.

Es ist vollkommen gewiß, daß das Natron der Galle in den Organismus wieder zurückgekehrt ist.

Von der äußerst geringen Menge organischer Substanz, welche die Faeces der Hyänen und anderer fleischfressenden Thiere enthalten, hat man eine ziemlich genaue Vorstellung, wenn man in Betracht zieht, daß die Excremente dieser Thiere, welche vor Jahrtausenden gelebt haben, ihrer Form nach erkennbar sind.

Wir finden das Natron, den Schwefel der Galle, das

eine als Natronsalz, den andern als schwefelsaures Salz im Harn wieder.

Die eigenthümliche Eigenschaft der Gefäße des Darmkanals, lösliche Substanzen aller Art, insofern sie mit der organischen Substanz derselben keine unlösliche Verbindung einzugehen vermögen, aufzusaugen und in das Blut überzuführen, ist Jedermann bekannt.

Eine Kochsalzlösung (1 Th. Kochsalz und 80 Th. Wasser) ^{Essliche Salze gehen in den Darn über, nicht aber Galle.} in einem Klystiere genommen, verschwindet in dem Mastdarme, wie reines Wasser, ohne daß der Kochsalzgehalt der nach einer Stunde folgenden Faecalausleerung im mindesten erhöht erscheint. Der Kochsalzgehalt des Harnes nimmt aber in geradem Verhältnisse zu. So erscheint durch den Mastdarm in gleicher Weise eingeführtes Blutlaugensalz, Sodkaliüm, in kurzer Zeit im Harn und das Verschwinden eines gallehaltigen Klysters im Mastdarme, ohne daß nach der Hand die Galle durch die bekannten Reactionen im Harn nachweisbar ist, beweist nicht bloß den Uebergang oder Rückgang derselben in's Blut, sondern auch ihre Verwendbarkeit im Respirationproceß.

Wenn wir die letzten Formen in's Auge fassen, in denen uns die Nahrung des fleischfressenden Thieres wieder erscheint, so ist gewiß, daß sie identisch ist mit den Hauptbestandtheilen seines Körpers; die Metamorphosen, welche seine Gebilde erfahren, sie müssen identisch sein mit den Veränderungen, welche in seinen Lebensacten die genossenen Nahrungsmittel erleiden. Die Galle, der Harnstoff, die Harnsäure, das Ammoniak, die Kohlensäure, eine gewisse Menge Wasser, sie stammen von den Nahrungsmitteln ab, die Bestandtheile des Harns und der Galle, sie sind Producte der Metamorphose der in

der Nahrung enthaltenen Schwefel- und stickstoffhaltigen Verbindungen.

In letzter Form giebt das verzehrte Fleisch und Blut die Hauptmasse seines Kohlenstoffes zur Unterhaltung des Respirationprocesses her, seinen Stickstoff erhalten wir als Harnstoff oder Harnsäure, seinen Schwefel als Schwefelsäure wieder.

Ehe aber diese letzte Veränderung erfolgt, wird das todte Fleisch und Blut zu lebendigem Fleische und Blute, und es sind im eigentlichen Sinne die brennbaren Elemente der durch die Umsehung lebender Gebilde entstandenen Verbindungen, welche mit anderen, näher zu erwähnenden, zur Hervorbringung der animalischen Wärme dienen.

Die Speise des Fleischessers verwandelt sich in Blut, das Blut ist bestimmt zur Reproduction der Organe, durch die Blutcirculation wird ein Strom von Sauerstoff allen Theilen des Körpers zugeführt. Die Träger dieses Sauerstoffes, die Blutkörperchen, welche nachweisbar keinen Antheil an dem Nutritionprocess nehmen, geben ihn beim Durchgang durch die Capillargefäße wieder ab.

Der Sauerstoff des arteriellen Blutes tritt in Verbindung mit den Producten der Umsehung der belebten Körpertheile; eine seiner Quantität genau correspondirende Menge trennt sich von diesen Verbindungen in der Form von Kohlensäure und Wasser; die in einer gegebenen Zeit vorhandene active Sauerstoffmenge ist abhängig von der Quantität, welche das Blut bei seinem Wege durch die Lunge aufgenommen hat, sie ist offenbar nicht hinreichend, um die Elemente der Producte der Umsehung auf einmal in die letzten und höchsten Sauerstoffverbindungen überzuführen.

Was in der gegebenen Zeit von diesen Producten übrig

bleibt, wird entweder als einer weiteren Veränderung unfähig aus dem Körper in der Form von Harn entfernt, oder sie kehren in den Körper als Galle zurück, um zu besonderen Processen und zu einer andern Zeit in letzter Form als Respirationsmittel zu dienen.

Ohne die Frage über den Antheil, den die Galle an den Lebensprocessen nimmt, hier einer erschöpfenden Erörterung zu unterwerfen, geht, wie bemerkt, aus der einfachen Vergleichung der assimilirbaren Bestandtheile der Nahrung eines fleischfressenden Thieres mit den letzten Producten, in die sie verwandelt wird, hervor, daß aller Kohlenstoff derselben, der sich nicht im Harn befindet, in der Form von Kohlensäure ausgetreten ist.

XII.

Es ist eine unbestreitbare Thatsache, daß in einem erwachsenen fleischfressenden Thiere, was an Gewicht von Tag zu Tag weder merklich zunimmt, noch abnimmt, Nahrung, Umsehung der Gebilde und Sauerstoffverbrauch in einem ganz bestimmten Verhältniß zu einander stehen.

Der Kohlenstoff der entwichenen Kohlensäure, der des Harnes, der Stickstoff des Harnes und der Wasserstoff, welcher als Ammoniak und Wasser austritt, diese Elemente zusammengenommen müssen dem Gewichte nach vollkommen gleich sein dem Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff der Nahrung.

Wäre dies nicht der Fall, so würde das Gewicht des Thieres sich nicht gleich bleiben können.

Wenn wir uns denken, daß der Körper eines fleischfressenden Thieres aus nichts Anderem bestände, als aus den schwefel- und stickstoffhaltigen Materien, die wir als Be-

Verhältniß des Sauerstoffverbrauch zur Nahrung im erwachsenen Thiere.

standtheile seiner Gebilde und seines Blutes kennen, so ist vollkommen gewiß, daß bei Enthaltung aller Speise im Zustande des Hungerns aller Kohlenstoff, der als Kohlensäure und als Harnstoff oder Harnsäure, und aller Wasserstoff, der als Wasser oder Ammoniak in einer gegebenen Zeit ausgeathmet wird, von dem Blute und von diesen Gebilden stammt. Die stete Abnahme des Gewichtes und Abmagerung des Körpers ist eine nothwendige Folge des Ueberganges der Körpertheile in Sauerstoffverbindungen und ihres Austretens aus dem Körper.

Gewichtsabnahme abhängig von der Sauerstoffaufnahme.

Es ist ferner gewiß, daß in diesem Falle die freigeordnete Wärme erzeugt worden ist durch den Uebergang desjenigen Theils der brennbaren Elemente dieser Körpertheile in Kohlensäure und Wasser, welche durch Haut und Lunge ausgetreten sind, und ihres übrigen Kohlenstoffs und Wasserstoffs in Harnsäure und Harnstoff, die als Bestandtheile des Harns erscheinen.

Wenn man ferner annimmt, daß die Berührung des im Blute zugeführten Sauerstoffs für sich nicht vermögend ist, den Zustand des Lebens der belebten Körpertheile aufzuheben und damit ihre Zusammensetzung zu ändern, so ist klar, daß der Sauerstoff sich nur mit den Producten der Umsetzung dieser Körpertheile zu verbinden vermag. In diesem Falle steht die Menge der zur Verbindung mit dem Sauerstoff geeigneten Elemente in geradem Verhältnisse zu der Menge der umgesetzten Gebilde.

Der Sauerstoffverbrauch steht in dem nämlichen Verhältnisse zum Sauerstoff.

Wenn auf der andern Seite vorausgesetzt wird, daß die in den belebten Körpertheilen thätige Kraft die Fähigkeit des im Blute zugeführten Sauerstoffs nicht aufhebt, sich mit den brennbaren Elementen derselben zu verbinden, so muß die Substanz derselben eine Veränderung erfahren, insofern

sie in Sauerstoffverbindungen übergeführt werden. In diesem Falle, d. h. bei Abwesenheit aller anderen Stoffe, welche die chemische Action des Sauerstoffs aufzuheben, d. h. sich mit ihm zu verbinden vermögen, steht der Umsatz der Gebilde in einer gegebenen Zeit in einem bestimmten Verhältnisse zu der Menge des in der nämlichen Zeit aufgenommenen Sauerstoffs.

Harnsäure und Harnstoff enthalten den Stickstoff der umgesetzten Gebilde, es sind die letzten Producte der Veränderung, welche die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile des Thierkörpers im Lebensproceß bei Mitwirkung des Sauerstoffs erleiden, es ist klar, daß die Quantität der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Harnes in geradem Verhältnisse steht zu der Menge der umgesetzten Gebilde.

Stoffwechsel
und Sauer-
stoffverbrauch
messbar durch
den Stickstoff-
gehalt des
Harns.

XIII.

In dem Vorhergehenden sind die Veränderungen betrachtet, welche die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung bei Mitwirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre in dem Thierkörper erleiden, allein es sind dies nicht die einzigen kohlenstoff- und wasserstoffhaltigen Verbindungen, welche der Thierkörper enthält und welche das fleischfressende Thier genießt.

Das Fett in
der Nahrung
der Fleisch-
fresser.

Ueberall und in allen Theilen des Thierorganismus findet sich in dem Fette eine Substanz, die vor allen anderen reich an den zur Verbindung mit dem Sauerstoff geeigneten Elementen ist.

Bei Enthaltung aller Speise verschwindet im gesunden Thierkörper das Fett, die Abmagerung desselben ist an den

Verschwindet
im Körper.

Es tritt in
Gasform aus.

jenigen Theilen zuerst sichtbar, deren Form von dem Fettgehalte mit bedingt wird. Da nun die Faeces und der Harn im natürlichen Zustande kein Fett enthalten, und wir außer diesen keinen andern Weg kennen, auf welchem die Elemente des Fettes aus dem Körper zu treten vermögen, als wie durch die Haut und Lunge, da durch Haut und Lunge der Kohlenstoff, mit Ausnahme der nur unbedeutenden Menge von Hauttalgschmiere, nur als Kohlensäure, der Wasserstoff nur als Wasser austreten kann, so folgt hieraus von selbst, daß in dem thierischen Körper die Bestandtheile des Fettes für den Respirationsproceß und damit zur Hervorbringung der animalischen Wärme verwendbar sind.

Dient zur Un-
terhaltung des
Respirations-
proceßes.

Im normalen Zustande der Ernährung genießt das fleischfressende Thier sowohl, wie alle anderen Thiere, eine größere Menge Kohlenstoff und Wasserstoff, als dem Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt der schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile ihrer Nahrung entspricht, und es muß demzufolge die Menge der Kohlensäure, die sie ausathmen, und die Menge des Sauerstoffs, den sie täglich in ihren Körper aufnehmen, mehr betragen, als der Kohlenstoff ihrer umgesetzten Gebilde bedarf, um in Kohlensäure und die letzten Producte ihrer Umsehung übergeführt zu werden.

Dieser Ueberschuß an Kohlenstoff und Wasserstoff ist in der Nahrung des fleischfressenden Thieres in der Form von Fett enthalten. Das Blut der Thiere enthält Fett, das von den sichtbaren Fetttheilchen befreite Muskelfleisch enthält in manchen Fällen die Hälfte der festen Substanz an Fett (Graham).

Es ergibt sich hieraus von selbst, daß im normalen Zustande der Gesundheit, bei dem erwachsenen fleischfressenden Thiere, dessen Gewicht von Tag zu Tag sich nicht

merklich ändert, das Gewicht des in der Form von Kohlensäure und Wasser austretenden Kohlenstoffs und Wasserstoffs gleich ist dem Gewichte dieser Elemente im Fett und dem Kohlen- und Wasserstoff der umgesetzten Gebilde, die zusammen in der Form von Kohlensäure und Wasser ausgetreten sind.

Wenn demnach der Zustand und die Gewichtsverhältnisse aller Theile des fleischfressenden Thieres sich gleich bleiben sollen, so muß demselben täglich ein gewisses Maas von schwefel- und stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln und von Fett zugeführt werden.

Das Gewicht der zugeführten Blutbestandtheile muß gleich sein den in der Form von Harnsäure, Harnstoff, von Kohlensäure und Wasser austretenden Blutbestandtheilen.

Das Gewicht des zugeführten Fettes muß gleich sein dem in der Form von Kohlensäure und Wasser austretenden Fette.

Aus dem Obigen ergibt sich, daß der Sauerstoffverbrauch in einer gegebenen Zeit kein Maas zur Beurtheilung des Umsatzes der lebendigen Gebilde abgeben kann.

Der Sauerstoffverbrauch drückt aus die Summe zweier Effecte. Der eine Effect ist der Uebergang der stickstofffreien, der andere der Uebergang der stickstoffhaltigen Bestandtheile in Sauerstoffverbindungen.

Wenn von diesen drei Größen zwei bekannt und ermittelt sind, so kann die dritte unbekanntes daraus erschlossen werden. Es ist mehrmals schon erwähnt worden, daß die Quantität der in Sauerstoffverbindungen übergegangenen schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile des Thierkörpers meßbar ist im gesunden Zustande durch den Stickstoffgehalt des Harns.

Bedingungen
des Gleichgewichts
des Körpers
ergewichte.

Der Gehalt an stickstofffreien Materien in der Nahrung, welche zur Hervorbringung der animalischen Wärme als Bedingungen der Zunahme an Masse und als Mittel zur Verminderung des Verbrauches im Thierkörper dienen, erscheint als eine Nothwendigkeit, wenn wir die Zusammensetzung der Nahrung, welche der Organismus selbst dem Säugling liefert, in's Auge fassen.

XIV.

Die Nahrung aller Thiere enthält stickstofffreie Materien.

Die Milch der fleischfressenden Thiere enthält neben dem Casein, woraus sich die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile seines Blutes bilden, Fett, die der grasfressenden enthält Fett und Milchzucker, von denen der letztere gänzlich in dem Körper des jungen Thieres verschwindet, und auch bei dem erwachsenen pflanzenfressenden Thiere beobachten wir, daß während ihrer ganzen Lebensdauer ihre Existenz an die Aufnahme von Stoffen geknüpft ist, die eine dem Milchzucker gleiche oder ähnliche Zusammensetzung besitzen. Allem, was sie genießen, ist jederzeit eine gewisse Quantität von Amylon (Stärke), oder Gummi, oder Zucker beigemischt.

Vorkommen des Amylons.

Die am meisten verbreitete Substanz dieser Klasse ist das Amylon; es findet sich in Wurzeln, Samen, in den Stengeln, in dem Holzkörper, abgelagert in der Form von rundlichen oder ovalen Körnchen, welche nur in der Größe, aber keineswegs in der chemischen Zusammensetzung¹¹⁾ von einander abweichen. Wir finden in einer und derselben Pflanze, in den Erbsen z. B., Stärkemehl von ungleicher Größe, in dem ausgepreßten Saft von Erbsenstengeln haben die sich absetzenden Stärkekörnchen einen Durchmesser von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{150}$ Millimeter, während die Stärkekörnchen der Samenlappen drei- bis viermal größer sind.

Vor allen anderen sind die Stärkelrüben der Pfeilwurzel und der Kartoffel ausgezeichnet durch ihre Größe, die des Reises und des Weizens durch ihre Kleinheit.

Es ist wohlbekannt, daß durch sehr verschiedene Einwirkungen das Stärkemehl übergeführt werden kann in Zucker; dies geschieht in dem Keimungsproceß (in dem Malzproceß), und namentlich durch die Einwirkung von Säuren. Die Ueberführung des Stärkemehls in Zucker wird, wie sich durch die Analyse darthun läßt, durch eine einfache Aufnahme der Bestandtheile des Wassers bewirkt ¹²).

Allen Kohlenstoff der Stärke, wir bekommen ihn in dem Zucker wieder, es ist keiner ihrer Bestandtheile ausgetreten, und außer den Elementen des Wassers ist kein fremdes Element hinzugetreten.

In sehr vielen, namentlich fleischigen Früchten, die im unreifen Zustande sauer und herbe, im reifen hingegen süß sind, wie in den Äpfeln und Birnen, entsteht der Zucker aus dem Amylon, was diese Früchte enthalten.

Wenn man unreife Äpfel oder Birnen auf einem Reibeisen in einen Brei verwandelt und diesen auf einem feinen Siebe mit Wasser auswäscht, so setzt sich aus der trüben ablaufenden Flüssigkeit ein höchst feines Stärkemehl ab, von dem man in den sogenannten reifen Früchten keine Spur mehr wahrnimmt. Manche von diesen Obstsorten werden auf dem Baume süß (Sommer-Birnen, Äpfel), andere hingegen erst einige Zeit nachher, wenn sie, vom Baume genommen, aufbewahrt werden. Dieses sogenannte Nachreifen, wie man dieses Sitfwerden nennt, ist ein rein chemischer Proceß, der mit dem Pflanzenleben nichts zu thun hat. Mit dem Aufhören der Vegetation ist die Frucht zur Fortpflanzung geeignet, d. h. der Kern ist völlig reif, allein die fleischige Hülle unterliegt von diesem Zeitpunkte an der

Amylon geht in Zucker über.

Durch Aufnahme der Elemente des Wassers.

Beim Reifen der Früchte.

Einwirkung der Atmosphäre, sie nimmt, wie alle verwesenden Substanzen, Sauerstoff auf, und es trennt sich von ihrer Substanz eine gewisse Menge kohlensaures Gas.

Ähnlich nun wie die Stärke in faulendem Kleister oder durch verwesenden Kleber in Zucker übergeführt wird, verwandelt sich das Amylon der genannten verwesenden Früchte in Traubenzucker, sie werden in dem Verhältnisse süßer, als sie mehr Stärke enthielten.

Zwischen Amylon und Zucker findet nach dem Borerwähnten ein ganz bestimmter Zusammenhang Statt; durch eine Menge chemischer Actionen, welche auf die Elemente des Amylons keine andere Wirkung äußern, als daß sie die Richtung ihrer gegenseitigen Anziehung ändern, sind wir im Stande, das Amylon in Zucker und zwar in Traubenzucker überzuführen.

Milchzucker.

Der Milchzucker¹³⁾ verhält sich in vielen Beziehungen ähnlich wie das Amylon; er ist für sich der weingeistigen Gährung nicht fähig, er erlangt aber die Eigenschaft, in Alkohol und Kohlensäure zu zerfallen, wenn er mit einer gährenden Materie (dem faulenden Käse in der Milch) bei Gegenwart von Wasser einer höheren Temperatur ausgesetzt wird. In diesem Falle verwandelt er sich zuerst in Traubenzucker; die nämliche Verwandlung erfährt der Milchzucker, wenn er mit Säuren, mit Schwefelsäure z. B., bei gewöhnlicher Temperatur in Berührung gelassen wird.

Gummi.

Das Gummi hat eine dem Rohrzucker gleiche procentische Zusammensetzung¹⁴⁾, es unterscheidet sich von den Zuckerarten und dem Amylon, insofern ihm die Fähigkeit abgeht, durch den Proceß der Fäulniß in Weingeist und Kohlensäure zu zerfallen; gährenden Substanzen zugesetzt, erleidet es keine merkliche Veränderung, woraus man mit einiger Wahrscheinlichkeit schließen kann, daß seine Elemente in der Ordnung, in welcher sie vereinigt sind, mit einer stärkeren Kraft zusammen-

gehalten sind, als die Elemente der verschiedenen Zuckerarten.

Einen gewissen Zusammenhang zeigt das Gummi übereinstimmend mit dem Milchzucker, beide geben nämlich bei Behandlung mit Salpetersäure einerlei Drybationsproducte, nämlich Schleimsäure, die sich unter denselben Bedingungen aus den Zuckerarten nicht darstellen läßt.

Säuren
Schleimsäure.

Wenn wir, um die Ähnlichkeit in der Zusammensetzung dieser verschiedenen Materien, welche in dem Ernährungsproceß der pflanzenfressenden Thiere eine so wichtige Rolle übernehmen, noch mehr hervortreten zu machen, 1 Aequivalent Kohlenstoff mit C (= 75,8 Kohlenstoff) und 1 Aequivalent Wasser mit aqu (= 112,4) bezeichnen, so erhalten wir für die Zusammensetzung der genannten Substanzen folgende Ausdrücke:

Zusammensetzung.

Amylon	= 12 C + 10 aq.
Rohrzucker	= 12 C + 10 aq. + aq.
Gummi	= 12 C + 10 aq. + aq.
Milchzucker	= 12 C + 10 aq. + 2 aq.
Traubenzucker	= 12 C + 10 aq. + 4 aq.

Auf die nämliche Anzahl von Aequivalenten Kohlenstoff enthält also das Amylon 10 Aeq. Wasser, der Rohrzucker und das Gummi 11 Aequivalente, der Milchzucker 12 und der krystallisirte Traubenzucker 14 Aequivalente Wasser, oder der Bestandtheile des Wassers.

Neben diesen Materien, welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten, empfängt das pflanzenfressende Thier in seiner Nahrung noch andere organische Verbindungen, namentlich gewisse Mengen von organischen Säuren, von Weinsäure, Citronensäure (in den Kartoffeln, Rüben), Oxalsäure (in Wurzeln, Rinden und Blättern) und anderen Säuren, sowie dem Wachs ähnliche Bestandtheile in den Blättern, flüssige und feste Fette (vorzüglich in Samen).

Organische Säuren.

XV.

Die stickstoff-
freien Bestand-
theile der Nahr-
ung dienen zur
Respiration.

In diesen verschiedenen Substanzen, welche in der Nahrung der pflanzenfressenden Thiere niemals fehlen, ist also den schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheilen derselben, woraus sich ihre Blutbestandtheile erzeugen, eine gewisse Menge Kohlenstoff, oder Kohlenstoff und Wasserstoff, zugesetzt, die in ihrem Organismus zur Erzeugung von Fibrin und Albumin nicht verwendet werden können, weil ihre stickstoffhaltigen Nahrungstoffe den zur Bluthildung erforderlichen Kohlenstoff schon enthalten und das Blut in dem Leibe der fleischfressenden Thiere erzeugt wird, ohne Mitwirkung dieses Ueberschusses von Kohlenstoff.

Auf eine klare und überzeugende Weise stellt sich der Antheil heraus, den diese stickstofffreien Materien an dem Nutritionsproceß der pflanzenfressenden Thiere nehmen, wenn wir die verhältnißmäßig so geringe Menge Kohlenstoff in Betrachtung ziehen, die sie in ihren stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln genießen; sie steht durchaus in keinem Verhältnisse zu dem durch Lunge und Haut aufgenommenen und verbrauchten Sauerstoff.

Ein achtmonatliches, ausschließlich mit Kartoffeln ernährtes Schwein von 120 Pfd. verzehrt täglich in 14 Pfd. Kartoffeln $1\frac{3}{20}$ Loth Stickstoff.

Wenn wir uns diesen Stickstoff als Pflanzenalbumin denken, so empfängt das Thier mit demselben nur $6\frac{1}{2}$ Loth Kohlenstoff.

In der Form von in Aether löslichen wachsartigen Bestandtheilen, die wir als Fett bezeichnen wollen, erhielt das Thier nur $\frac{1}{3}$ Loth Kohlenstoff, aber in der nämlichen Zeit

athmet es 42 Loth Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure aus (Boussingault, siehe Anhang).

Ein Pferd kann z. B. in vollkommen gutem Zustande erhalten werden, wenn ihm täglich 15 Pfd. Heu und $4\frac{1}{2}$ Pfd. Hafer zur Nahrung gegeben werden. Wenn wir uns nun den ganzen Gehalt dieser Nahrungstoffe an Stickstoff, so wie ihn die Elementaranalyse festgesetzt hat (Heu 1,5 pCt., Hafer 2,2 pCt.)¹⁵⁾ rückwärts in Blut, nämlich in Fibrin und Albumin, mit dem ganzen Wassergehalte des Blutes (80 pCt.) verwandelt denken, so empfängt das Pferd täglich nur $\frac{8}{10}$ Loth Stickstoff, welche etwas über 8 Pfd. Blut entsprechen. Mit diesem Stickstoff hat aber das Thier, von den anderen Bestandtheilen, welche damit verbunden waren, nur $\frac{28}{10}$, in der Form von in Aether löslichen Materien weitere 10 Loth Kohlenstoff, im Ganzen $\frac{38}{10}$ Loth Kohlenstoff empfangen. Nur $\frac{25}{10}$ Loth von diesen $\frac{38}{10}$ 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 Lothe und in der Form von Hippursäure 7 weitere Lothe wieder aus.

Ohne weitere Rechnung anzustellen, wird Jedermann zugeben, daß das Luftvolum, was ein Pferd ein- und ausathmet, daß die Menge des von ihm verzehrten Sauerstoffgases und in dessen Folge die Menge des ausgetretenen Kohlenstoffs weit größer ist, als beim Respirationsproceße des Menschen. Nun verbraucht aber ein erwachsener Mensch täglich nahe an 28 Loth Kohlenstoff, und die Bestimmung von Boussingault, wonach ein Pferd täglich 158 Loth ausathmet, kann von der Wahrheit nicht sehr entfernt sein.

In den stickstoffhaltigen Bestandtheilen ihrer Nahrung erhält das Pferd mithin nur etwas mehr, als den fünften,

daß Schwein nur den sechsten Theil des Kohlenstoffß, den ihr Organismus zur Unterhaltung des Respirationsproceßes bedarf, und wir sehen, daß die Weisheit des Schöpfers allen ihren Nahrungsmitteln ohne Ausnahme den übrigen Kohlenstoff, welcher in den stickstoffhaltigen Bestandtheilen fehlt, in mannichfältigen Formen, als Amylon, Zucker u. s. w. zugesetzt hat, welche das Thier, zur Erneuerung und Erhaltung seiner Temperatur und zur Verwandlung des in seinen Körper aufgenommenen Sauerstoffß in Sauerstoffverbindungen, nicht entbehren kann. Wenn diese Substanzen in seiner Nahrung gefehlt hätten, so würde bei gleichem Sauerstoffverbrauche sein eigener Körper die zu diesen Zwecken nöthigen Elemente haben liefern müssen.

Es ergibt sich aus diesen Betrachtungen, daß in der Nahrung des pflanzenfressenden Thieres das Fett, was im Körper des fleischfressenden zur Unterhaltung seiner Lebensproceße, sowie zum Respirationsproceße dient, sich durch Materien vertreten findet, die seine Rolle übernehmen. Diese Substanzen sind stickstofffrei, wie das Fett, sie enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, während das Fett sich betrachten läßt als Kohlenwasserstoff plus einer gewissen Menge Wasser.

XVI.

Beziehung der
Nahrung zur
Gewebbildung.

Vergleichen wir die Fähigkeit der Zunahme an Masse, die Kraft der Assimilation in den gras- und fleischfressenden Thieren, so führen die gewöhnlichsten Beobachtungen auf einen großen Unterschied.

Eine Spinne, welche mit dem größten Heißhunger das Blut der ersten Fliege ausfaugt, wird durch die zweite und

dritte Fliege in ihrer Ruhe nicht gestört; eine Kaze frisst die erste, vielleicht die zweite Maus, und wenn sie auch die dritte tödtet, sie wird von ihr nicht verzehrt. Ganz ähnliche Beobachtungen hat man an Löwen und Tigern gemacht; sie verzehren ihre Beute erst dann, wenn sich in ihnen das Bedürfniß des Hungers regt.

Wie ganz anders zeigt sich die Stärke und Intensität des vegetativen Lebens bei den pflanzenfressenden Thieren! Ein Schaf, eine Kuh auf der Weide, sie fressen mit geringer Unterbrechung, so lange die Sonne am Himmel steht. Ihr Organismus besitzt die Fähigkeit, alle Nahrung, die sie mehr genießen, als sie zur Reproduction bedürfen, in Bestandtheile ihres Körpers zu verwandeln.

Alles Blut, was mehr erzeugt wird, als zum Ersatz an verbrauchtem Stoff erforderlich ist, wird zur Zelle und Muskelfaser; das pflanzenfressende Thier wird bei gesteigerter Nahrung fleischig oder feist, während das Fleisch der meisten fleischfressenden ungenießbar, zähe und sehnenartig bleibt.

Denken wir uns nur einen Hirsch, ein Reh oder einen Hasen, welche ähnliche Nahrungsmittel genießen, wie das Rindvieh oder Schaf, so ist es evident, daß bei Ueberfluß an Nahrung ihre Zunahme an Masse (ihr Feistwerden) abhängig ist von der Masse des genossenen Pflanzen-Albumins, =Fibrins oder =Caseins. Bei einer freien ungehinderten Bewegung nehmen sie Sauerstoff genug auf, um den Kohlenstoff des genossenen Gummi's, des Amylons, des Zuckers und überhaupt aller löslichen stickstofffreien Nahrungsmittel verschwinden zu machen.

Ganz anders stellt sich dieses Verhältniß bei unseren Hausthieren, wenn wir bei reichlicher Nahrung die Abkühlung und Exhalationsproceße hindern, wenn wir sie in un-

Das Fett der
Herbivoren
entsteht aus
Amylon-Zu-
satz.

feren Ställen füttern, wo die freie Bewegung unterdrückt ist.

Das Thier, welches den Stall nicht verläßt, frist und ruht bloß, um zu verdauen, es nimmt in der Form von schwefel- und stickstoffhaltigen Stoffen weit mehr Nahrung auf, als es zur Reproduction bedarf, und in gleicher Zeit mit diesen genießt es weit mehr stickstofffreie Substanzen, als zur Unterhaltung des Respirationsprocesses und zum Ersatz an verlorener Wärme nöthig sind.

Einfluß der
Bewegung und
Temperatur
auf die Fett-
bildung.

Mangel an Bewegung und Abkühlung ist aber gleichbedeutend einem Mangel an Zufuhr von Sauerstoff; es nimmt, da diese vermindert sind, bei weitem weniger Sauerstoff auf, als zur Verwandlung des in der stickstofffreien Nahrung genossenen Kohlenstoffs in Kohlensäure erforderlich ist. Nur ein kleiner Theil dieses Ueberschusses von Kohlenstoff tritt aus dem Körper bei Pferden und dem Rindvieh in der Form von Hippursäure aus, alles Uebrige wird zur Erzeugung einer Materie verwendet, die sich nur in kleinen Quantitäten als Bestandtheil der Nerven und des Gehirns vorfindet.

Im normalen Zustande der Bewegung und Arbeit enthält der Urin des Rindviehes und Pferdes Benzoesäure (mit 14 At. Kohlenstoff), sobald es ruhig im Stalle steht, hingegen Hippursäure (mit 18 At. Kohlenstoff).

In dem Fleische der wilden Thiere, des Hirsches, des Rehes, der Hasen läßt sich durch das Auge kein Fett entdecken, die Hausthiere dagegen bedecken sich bei der Mästung mit Fett. Nur in gewissen Jahreszeiten ist das Fleisch der wilden Thiere fettreich.

Lassen wir das fette Thier in freier Luft sich bewegen oder schwere Lasten ziehen, so verschwindet wieder das Fett. Es ist offenbar, die Fettbildung im Thierkörper wird be-

dingt durch ein Mißverhältniß in der Menge der genossenen Nahrungsmittel und des durch Lunge und Haut aufgenommenen Sauerstoffs.

Ein Schwein wird bei Mästung mit schwefel- und stickstoffreichen Nahrungsmitteln feist; der Amylon- und Zuckergehalt des Futters erhöht den Fettgehalt seines Körpers. Die Milch einer Kuh, welche bei Stall-Fütterung eine reichliche Menge Butter enthält, wird auf freier Weide an Käsestoff reicher und an Fett und Milchezucker in dem nämlichen Verhältniß ärmer. Bei Biergenuß und amylohaltiger Nahrung wächst der Buttergehalt der Frauenmilch; Fleischnahrung giebt weniger, aber an Käsestoff reichere Milch.

Wenn man in Erwägung zieht, daß die Wurzeln und Kräuter, die eine milchgebende Kuh verzehrt, keine Butter enthalten, daß in dem Heu und der Nahrung des Rindviehes kein Ochsentalg, in der Kartoffelschlempe kein Schweinefett und in dem Futter der Gänse und des Geflügels kein Gänsefett oder Capaunenfett enthalten ist und die bestimmtesten Erfahrungen darthun, daß die in Aether löslichen fett- und wachsähnlichen Substanzen der genossenen Nahrung, von denen ein Theil sich in den Excrementen wieder findet, bei weitem nicht hinreichen, um die Fettzunahme des Körpers in einer gegebenen Zeit zu erklären.

Wenn man ferner erwägt, daß in der ganzen Thierklasse der Carnivoren, die außer dem verzehrten Fett kein stickstoffreiches Nahrungsmittel genießen, die Fettbildung im Körper höchst unbedeutend ist, daß sie auch bei diesen zunimmt (wie bei Katzen und Hunden), wenn sie gemischte Nahrung genießen, daß wir bei den anderen Hausthieren die Fettbildung steigern können und zwar durch Nahrungsmittel, welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten, so kann

Der Fettgehalt der Nahrung gemästeter Thiere erklärt nicht die Fettabhäufung in ihrem Körper.

Fleischfresser erzeugen kein Fett.

man kaum einen Zweifel hegen, daß die letzteren in einer ganz bestimmten Beziehung stehen müssen zur Fettbildung.

Dem natürlichen Gange der Naturforschung gemäß erschließen wir rückwärts aus den genossenen Nahrungsmitteln die entstandenen Gebilde, aus den stickstoffhaltigen Pflanzenstoffen die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Blutes, und es ist diesem Gange völlig angemessen, die Beziehungen der stickstofffreien Nahrungsmittel zu den stickstofffreien Bestandtheilen des Thierkörpers festzustellen; die neuesten Beobachtungen haben den Einfluß der genannten stickstofffreien Nahrungsmittel auf die Fettbildung dargethan, sie haben unzweifelhaft bewiesen, daß Amylon und die ihm ähnlich zusammengesetzten Substanzen in dem Leibe des Thieres im normalen Zustande der Ernährung und Gesundheit in Fett übergeführt werden.

XVII.

Der Alkohol
genossener geis-
tiger Getränke

Außer dem Fett oder den Materien, welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten, genießt der Mensch in dem Alkohol der geistigen Getränke noch eine andere Substanz, die sich in seinem Leibe genau verhält, wie die stickstofffreien Nahrungsmittel.

verschwindet
im Organis-
mus.

Der in der Form von Wein oder ähnlicher Getränke aufgenommene Alkohol verschwindet in dem Körper des Menschen.

Seine große
Verwandschaft
zum Sauerstoff.

Obwohl die Elemente des Alkohols für sich nicht die Fähigkeit haben, bei der Temperatur des Körpers Sauerstoff aufzunehmen und in Kohlensäure und Wasser überzugehen, so erhält er bei Berührung mit Substanzen, die sich im Zustande der Sauerstoffaufnahme befinden und die im Thier-

Körper niemals fehlen, dieses Vermögen dennoch in einem weit höheren Grade, als wie wir sie von Fett und den andern stickstofffreien Substanzen kennen *).

Bestimmte Versuche haben bewiesen, daß der Harn nach mäßigem Weingenuße keine nachweisbare Spur Alkohol enthält, es hat sich gezeigt, daß in diesem Zustande die beim Ausathmen durch einen Kühlapparat gewonnene verdichtbare Flüssigkeit (Perspiration der Lunge) völlig frei von Alkohol ist, und es läßt sich aus diesem Verhalten kein anderer Schluß ziehen, als daß die Elemente des aufgenommenen Weingeistes als Sauerstoffverbindungen, der Kohlenstoff als Kohlensäure, der Wasserstoff als Wasser, ausgetreten sind. Zieht man ferner in Betracht, daß nach Weingenuß die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure in einem gewissen (offenbar dem Wasserstoffgehalte des Alkohols entsprechenden) Verhältnisse abnimmt (s. Bierordt), so kann kein Zweifel bleiben, daß die Elemente des Alkohols zur Respiration verwendbar sind und hierzu verwendet werden.

Es ist klar, daß die Menge des Alkohols, welcher in der Form einer Sauerstoffverbindung in einer gegebenen Zeit aus dem Körper treten kann, abhängig ist von der Sauerstoffmenge, die in der nämlichen Zeit in den Körper aufgenommen worden oder überhaupt aufnehmbar ist. Ist die Menge des in der Form von Alkohol aufgenommenen Kohlenstoffs

*) Beim Genuß von Leberthran zeigt sich häufig bei Personen, welche gewohnt waren, täglich eine gewisse Menge Wein zu trinken, daß die Neigung zum Weingenuß sich vermindert, und zwar so, daß sie zuletzt keinen Wein mehr genießen können, offenbar weil sich Alkohol und Fett in diesem Falle gegenseitig am Austreten durch Haut und Lunge hinderten, indem der Körper das Fett nicht assimilirte. Darin mag es liegen, daß die meisten Personen Wein mit Fleischspeisen, aber nicht mit Mehlspeisen verträglich finden.

und Wasserstoffs größer, als die im Körper vorhandene, zu ihrer Ueberführung in Kohlensäure und Wasser nöthige Sauerstoffmenge, so wird der Ueberschuß des Alkohols als solcher oder in der Form einer niedrigeren Sauerstoffverbindung (als Essigsäure, Butteräure) aus dem Körper treten müssen oder sie müssen in den Körpertheilen nachweisbar sein *).

Sein Ausströmen
bei Mangel
an Sauerstoff.

XVIII.

Die stickstoff-
freien Bestand-
theile der
Pflanzen.

Alle stickstofffreie und sauerstoffhaltige Bestandtheile der Gewächse enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, sie enthalten ohne Ausnahme weniger Sauerstoff, als der darin enthaltene Kohlenstoff und Wasserstoff nöthig hatte, um in Kohlensäure und Wasser übergeführt zu werden.

Die in den Pflanzen vorkommende Drallsäure ist die einzige Verbindung, welche wasserfrei gedacht, keinen Wasserstoff enthält.

In vielen flüchtigen Delen, im Kautschuck u. fehlt aller Sauerstoff.

Ihr Kohlenstoff
stammt von
Kohlensäure,
ihr Wasserstoff
vom Wasser.

Wenn es nun keinem Zweifel unterliegt, daß aller Kohlenstoff der Pflanzen von der Kohlensäure der Atmosphäre und aller Wasserstoff von dem Wasser stammt, so können die Bestandtheile der Gewächse in keiner andern Weise ge-

*) In England erhalten die Dienstboten täglich eine gewisse Menge Bier, oder in Folge der Mäßigkeitsvereine das Aequivalent desselben in Geld; nach der Mittheilung eines meiner Freunde wurde in einer Haushaltung wahrgenommen, daß von dem Tage an, wo das Gesinde aufhörte, das Bier von seiner Herrschaft zu bekommen, der Brotverbrauch in entsprechendem Verhältnisse zunahm, so daß also das Bier zweimal bezahlt wurde, einmal in Geld und das andere mal in dem Aequivalent einer Nahrung von gleichem Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt.

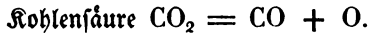
bildet worden sein, als durch Ausschcheidung des Sauerstoffs der Kohlensäure und durch Vertretung von einem Theile oder von allem Sauerstoff durch seine Aequivalente Wasserstoff.

Einem Pflanzenbestandtheile, der in einem Aequivalente vier, sechs, zwölf Aequivalente Kohlenstoff enthält, sind diese 4 bis 6 bis 12 Aeq. Kohlenstoff geliefert worden von 4 bis 6 bis 12 Aequivalenten Kohlensäure. Wenn ein Pflanzenbestandtheil 4 bis 6 bis 12 Aeq. Wasserstoff enthält, so stammen sie von 4 bis 6 bis 12 Aeq. Wasser.

Wenn wir uns nun die Constitution der Kohlensäure ähnlich denken, wie die der organischen Säuren, so besteht sie aus der Verbindung eines zusammengesetzten organischen Radicals, dem Kohlenoxyd mit Sauerstoff. Das chemische Verhalten des Kohlenoxyds steht in vollem Einklange mit dieser Betrachtungsweise.

Constitution
der Kohlen-
säure.

Die Zusammensetzung der Kohlensäure würde hiernach durch die folgende Formel ausdrückbar sein:



Wenn CO 1 Aeq. Radical ausdrückt, was wir mit R bezeichnen, so ist

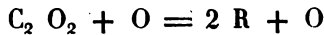


Wenn wir uns nun denken, daß in dem Organismus der Pflanze die Kohlensäure zerlegt und $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ ihres Sauerstoffgehaltes ausgeschieden worden sei, so läßt sich dies in einer Formel darstellen, in welcher das Radical um eine entsprechende Menge zugenommen hat. Wenn z. B. die Kohlensäure, um in Drallsäure überzugehen, $\frac{1}{4}$ ihres Sauerstoffgehaltes verliert, so läßt sich dies durch die Formel:

Uebergang der
Kohlensäure in
Drallsäure.



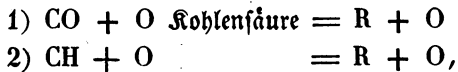
oder durch



ausdrücken.

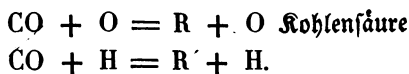
Wenn wir uns ferner denken, daß der Sauerstoff der Kohlensäure ausgeschieden und ersetzt worden sei durch seine Aequivalente an Wasserstoff, so erhalten wir Verbindungen von verschiedenen Eigenschaften, je nachdem der Sauerstoff in dem Radical, oder der Sauerstoff, den wir uns außerhalb denken, ersetzt und vertreten ist durch Wasserstoff.

Nehmen wir z. B. an, der Sauerstoff in dem Radical sei vertreten durch Wasserstoff, so haben wir

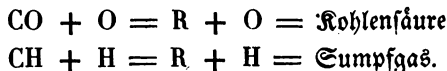


beide also von einer analogen Constitution, nur darin verschieden, daß das Radical der zweiten Verbindung ein dem Kohlenoxyde correspondirender Kohlenwasserstoff ist.

Denken wir uns, daß in der Kohlensäure der Sauerstoff außerhalb des Radicals vertreten sei durch Wasserstoff, so müssen nothwendig die Eigenschaften dieser Verbindung von denen der vorigen verschieden sein. War die erste eine Säure, so kann die zweite ein neutraler Körper sein.

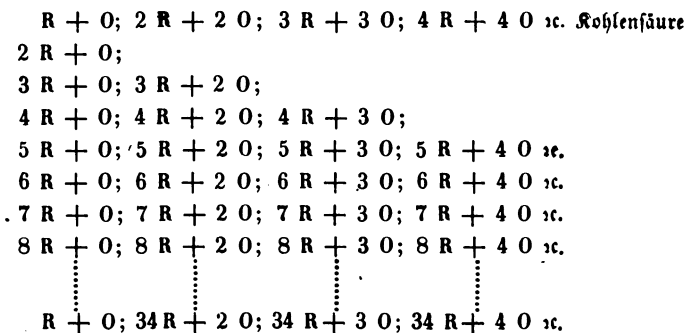


Denken wir uns, daß aller Sauerstoff inner- und außerhalb des Radicals der Kohlensäure ersetzt sei durch Wasserstoff, so haben wir eine der Kohlensäure analoge Kohlenwasserstoffverbindung, so wie sie wirklich in dem Sumpfgase existirt.



Alle organischen Verbindungen, welche Kohlenstoff und die

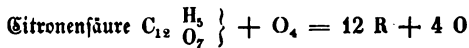
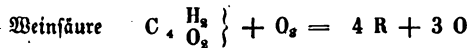
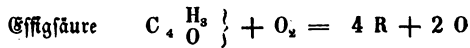
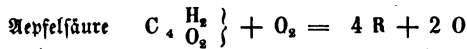
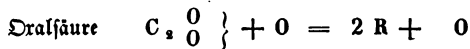
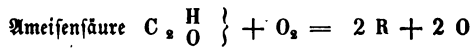
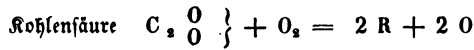
Elemente des Wassers enthalten, gehören als entstanden aus Uebergang der Kohlen- säure in andere organi- sche Säuren. Kohlen- säure, einer der folgenden Reihen an:



Ganz abgesehen von den Vorstellungen, die man sich über die Fähigkeit der organischen Säuren macht, die Basen zu neutralisiren und damit Salze zu bilden, haben wir Grund zu glauben, daß alle diese Verbindungen eine ähnliche Constitution haben, und das Natürlichste ist wohl die Annahme, daß sie ein zusammengesetztes Radical enthalten, von welchem der Wasserstoff einen Bestandtheil ausmacht, in der Art also, daß der Uebergang der Kohlen- säure in eine organische Säure vor sich gegangen ist durch Vertretung von einem Theile oder von allem Sauerstoff im Radical durch Wasserstoff.

In dieser Weise kann z. B. die Ameisensäure angesehen werden als das erste Glied der (obigen) zweiten Reihe, sie kann betrachtet werden als Kohlen- säure, in deren Radical die Hälfte Sauerstoff durch Wasserstoff ersetzt worden ist.

Nicht minder einfach stellt sich unter diesem Gesichtspunkte ihre Beziehung zur Kohlen- säure. die Zusammensetzung der am häufigsten vorkommenden organischen Säuren, der Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure und Essigsäure dar.

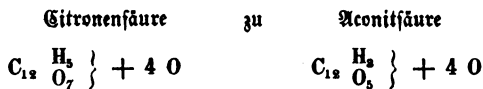
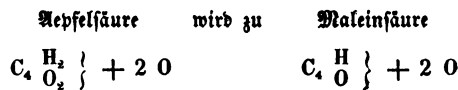


Die Formeln der Essigsäure und Aepfelsäure entsprechen, wie man leicht bemerkt, der Dralsäure, die Weinsäure ist Kohlensäure, in welcher die Hälfte Sauerstoff im Radical vertreten ist durch Wasserstoff, während ein Viertel Sauerstoff außerhalb des Radicals sich abgeschieden hat.

Uebergang der
Aepfelsäure in
Fumarsäure u.
Maleinsäure.

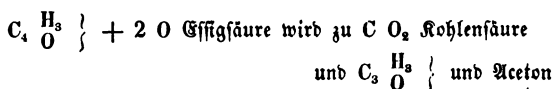
Die Aepfelsäure liefert durch den Einfluß der Wärme Fumarsäure und Maleinsäure, die Citronensäure liefert Aconitsäure, eine neue Reihe von Säuren, die im Pflanzenreiche verbreitet sind.

Diese Uebergänge werden ganz einfach durch Ausscheidung von Wasser oder durch ein Austreten von Wasserstoff und Sauerstoff aus den Elementen des Radicals der Säure vermittelt.

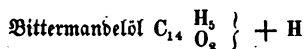
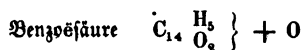


So trennt sich durch die Einwirkung der Wärme von

den Elementen der Essigsäure 1 Aeq. Kohlensäure und man erhält eine neutrale brennbare Flüssigkeit, das Aceton.



In dieser Weise, sowie dadurch, daß die Vertretung des Sauerstoffs in der Kohlensäure durch Wasserstoff nicht Äquivalent für Äquivalent, sondern in ungleichen Verhältnissen vor sich geht, indem z. B. beim Abscheiden des Sauerstoffs innerhalb und außerhalb des gedachten Radicals, ein Äquivalent davon austritt, ohne allen Ersatz durch Wasserstoff oder insofern für 2 bis 3 bis 4 Äquivalente Sauerstoff, welcher ausgeschieden wird, und ein Äquivalent Wasserstoff an seine Stelle tritt, entstehen neue Reihen von Verbindungsstufen, deren Radical verschieden von dem Kohlenoxyde (dem Radical der Kohlensäure) ist, so gehören Benzoesäure und Bittermandelöl keiner der oben erwähnten Reihen an, sie enthalten ein neues Radical, was aus dem Kohlensäureradical entstanden ist durch Austrreten der Hälfte Sauerstoff und durch Vertretung von einem Theile der andern Hälfte durch 5 Aeq. Wasserstoff.



Wenn wir die Formeln der Apfelsäure und Weinsäure, Uebergang der organischen Säuren in neutrale Körper. der am häufigsten vorkommenden organischen Säuren, näher in's Auge fassen, und uns erinnern, daß sie aus Kohlensäure entstanden sind, durch Austrreten von Sauerstoff und durch Aufnahme einer gewissen Menge Wasserstoff; wenn wir ferner festhalten, daß diese Säuren in dem Organismus der

Pflanze durch die nämlichen Ursachen, wodurch die Zerlegung der Kohlensäure bewirkt worden ist, eine weitere Veränderung zu erleiden fähig sind, so ergiebt sich von selbst, daß durch einfaches Austreten von einer neuen Quantität Sauerstoff diese Säuren ihren Charakter allmählig verlieren und in andere neutrale Körper übergehen müssen, welche Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnisse, wie im Wasser, enthalten, in einem ähnlichen Verhältnisse also, wie beide Elemente im Zucker, Gummi, im Amylon und der Holz-
faser enthalten sind.

Wenn von der Zusammensetzung der Aepfelsäure sich 2, von der der Weinsäure sich 3 Aeq. Sauerstoff trennen, so behalten wir die Körper



und durch ein einfaches Hinzutreten von einem, ein und ein Drittel, ein und zwei Drittel oder 2 Aequivalenten Wasser erhalten wir alsdann die Zusammensetzung des Holzes, Amylons, des Gummi's oder Traubenzuckers.

Die meisten der oben angeführten organischen Säuren enthalten in ihrem Radicale Wasserstoff und Sauerstoff, und zwar beide entweder in dem Verhältnisse, wie im Wasser, oder sie enthalten mehr Sauerstoff, als diesem Verhältnisse entspricht.

Die Essigsäure und alle fetten Säuren enthalten in ihrem Radicale eine größere Menge Wasserstoff, von der Essigsäure aufwärts ist in keiner derselben der Sauerstoff hinreichend, um mit allem Wasserstoff Wasser zu bilden.

Die verbreitetsten fetten Säuren lassen sich für sich (als Säurehydrate) betrachten als Verbindungen des Sauerstoffs mit dem Kohlensäureradical, in welchem aller Sauerstoff ver-

Beziehungen
der fetten
Säuren unter
einander.

treten ist durch seine Aequivalente an Wasserstoff. Im wasserfreien Zustande gedacht würde in jeder derselben 1 Aeq. Sauerstoff unvertreten geblieben sein (Dumas).

Uebersicht der Zusammensetzung der verbreitetsten
fetten Säuren,

für sich als Säurehydrate R = CH		in ihren Salzen
Buttersäure	8 R + 4 O	$C_4 \begin{matrix} H_7 \\ O \end{matrix} \} + 2 O$
Baldriansäure	10 R + 4 O	$C_{12} \begin{matrix} H_9 \\ O \end{matrix} \} + 2 O$
Capronsäure	12 R + 4 O	$C_{12} \begin{matrix} H_{11} \\ O \end{matrix} \} + 2 O$
Caprylsäure	16 R + 4 O	$C_{16} \begin{matrix} H_{15} \\ O \end{matrix} \} + 2 O$
Laurinsäure	} 24 R + 4 O	$C_{24} \begin{matrix} H_{23} \\ O \end{matrix} \} + 2 O$
Pichurimsäure		
Cocinsäure	26 R + 4 O	$C_{26} \begin{matrix} H_{25} \\ O \end{matrix} \} + 2 O$
Aethalsäure	} 32 R + 4 O	$C_{32} \begin{matrix} H_{31} \\ O \end{matrix} \} + 2 O$
Palminsäure		
Margarinsäure	34 R + 4 O	$C_{34} \begin{matrix} H_{33} \\ O \end{matrix} \} + 2 O$
Elsäure	2 (34 R) + 7 O	$2 \left(C_{34} \begin{matrix} H_{33} \\ O \end{matrix} \right) + 3 O$

Es dürfte kaum nöthig sein, besonders hervorzuheben, daß die eben aufgeführte Reihe den Zweck nicht hat, um die Constitution dieser Säuren festzustellen; was in diesem Werke erreicht werden soll, ist, den Ursprung, die Aehnlichkeit in der Zusammensetzung und die gegenseitigen Beziehungen dieser Körper zu verfinnlichen.

Die einfachste Betrachtung giebt zu erkennen, daß ein organischer Körper um so höher in der Reihe der organischen Verbindungen gestellt werden muß, je weiter sich seine Zu-

sammensetzung von dem ursprünglichen Typus, den die Kohlensäure repräsentirt, entfernt.

Unter den neutralen Stoffen des Pflanzenreichs steht der trockene Traubenzucker in seiner Zusammensetzung der Kohlensäure am nächsten, wiewohl die Art und Weise der Anordnung seiner Elemente nach seinem chemischen Verhalten verschieden sein muß.

Rohrzucker, das Gummi, das Amylon und die Holzfasern erscheinen als höhere organische Verbindungen.

	Rohrzucker.		
Traubenzucker	Gummi	Amylon	
Kohlensäure $C_{12} \begin{matrix} O_{12} \\ O_{12} \end{matrix} \}$;	$C_{12} \begin{matrix} H_{12} \\ O_{12} \end{matrix} \}$;	$C_{12} \begin{matrix} H_{11} \\ O_{11} \end{matrix} \}$;	$C_{12} \begin{matrix} H_{10} \\ O_{10} \end{matrix} \}$

Wenn demnach angenommen wird, daß das Amylon während der Verdauung in Traubenzucker übergeht, so beruht die Verwandlung des Traubenzuckers in Kohlensäure auf einem einfachen Ersatz des darin enthaltenen Wasserstoffs durch Sauerstoff.

Gährung des
Zuckers.

In dem eigenthümlichen Proceß, den man mit Gährung bezeichnet, trennt sich von den Elementen des Traubenzuckers eine gewisse Menge Kohlensäure, es ist klar, daß das andere Product der Gährung, der Alkohol, wieder einen Repräsentant der Kohlensäure darstellen muß. In der That enthält der Alkohol die nämliche Anzahl von Elementen, wie die Kohlensäure.

Kohlensäure	Alkohol
$C_6 \begin{matrix} O_6 \\ O_6 \end{matrix} \}$;	$C_6 \begin{matrix} H_{12} \\ O_4 \end{matrix} \}$

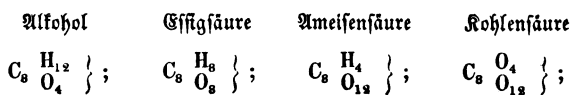
Der Zucker ist in der Pflanze entstanden aus Kohlensäure, durch Austreten von Sauerstoff und durch Eintreten von Wasserstoff an die Stelle dieses Sauerstoffs. Im Thier-

organismus findet das Umgekehrte Statt, der Wasserstoff wird im Thierleibe hinweggenommen und ersetzt durch Sauerstoff und auf diese Weise nimmt der Kohlenstoff die ursprüngliche Form wieder an.

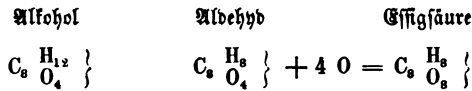
Dies ist im Allgemeinen der wesentliche Charakter des Verwesungs- oder Respirationsprocesses, es ist ein indirecter Die Respiration ein indirecter Verbrennungsproceß. Verbrennungsproceß, der bei niederer Temperatur und bei beschränktem Sauerstoffzutritt vor sich geht. Wir kennen keinen Fall, wo sich unter diesen Umständen der Kohlenstoff einer organischen Verbindung direct mit Sauerstoff zu Kohlensäure verbindet, es findet im eigentlichen Sinne keine Verbrennung des Kohlenstoffs Statt, sondern es wird der Wasserstoff derselben oxydirt und als Wasser ausgeschieden, während an seinen Platz ein Aequivalent Sauerstoff aufgenommen wird. Kohlenstoff verbrennt nicht. Wenn eine der intermediären Verbindungen, die durch den allmäligen Ersatz des Wasserstoffs durch Sauerstoff entstanden sind, für sich selbst Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, so werden für 1 Aeq. Wasserstoff mehrere Aequivalente Sauerstoff aufgenommen werden müssen.

Die Wärmeentwicklung in dem Respirationsproceße beruht also nicht auf der Drydation des Kohlenstoffs, sondern auf der Verwandlung des Wasserstoffs der Substanz in Wasser und auf dem Eintreten von einem oder mehreren Aequivalenten Sauerstoff an die Stelle dieses Wasserstoffs.

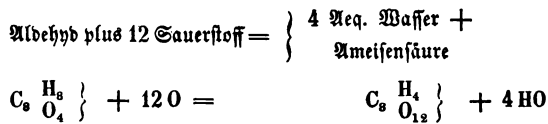
Der Uebergang des Alkohols in Kohlensäure, einer der am besten studirten Verwesungsproceße, dürfte den Vorgang des allmäligen Ersatzes des Wasserstoffs durch Sauerstoff am besten versinnlichen.



Wenn bei dem Uebergange des Alkohols in Essigsäure weniger Sauerstoff vorhanden, als nöthig ist, um den Wasserstoff zu ersetzen durch seine Aequivalente an Sauerstoff, so werden 4 Aeq. Wasserstoff hinweggenommen, ohne Ersatz, es entsteht die Zwischenstufe, das Aldehyd, welches direct durch Aufnahme von Sauerstoff in Essigsäure übergeht.



Aber das Aldehyd geht bei hinlänglichem Sauerstoff unmittelbar in Ameisensäure über, und in diesem Falle werden für 4 Aeq. Wasserstoff, welche oxydirt werden, nicht 4, sondern 8 Aeq. Sauerstoff aufgenommen:



Dies ist übrigens nicht die einzige Form des Verwesungsprocesses, es giebt eine andere, welche weit merkwürdiger ist, und diese zweite Form muß vorzüglich in Betracht gezogen werden beim Uebergange des Zuckers in Fett.

Glycerin in
den Fetten.

Die in Pflanzen und Thieren vorkommenden fetten Körper werden in der Chemie als eine besondere Art von Salzen betrachtet, die aus einem organischen Dryde, dem Glycerinoryd, und einer bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen oder festen Säure bestehen. Sie besitzen die gemeinschaftliche Eigenschaft, durch die meisten Metalloryde zerlegt (verseift) zu werden; in dieser Zersetzung tritt das Metalloryd an die Stelle des organischen Dryds. Wird das Metalloryd durch eine Säure hinweggenommen, so erhält man

das sogenannte Hydrat der fetten Säuren, in welcher das Metalloryd ersetzt ist durch ein Aequivalent Wasser.

Der gemeinschaftliche Charakter aller fetten Körper, welche Glyceroryd enthalten, besteht darin, daß sie bis zur Zersetzung erhitzt (bei der trockenen Destillation z. B.) ein höchst durchdringend riechendes, die Augen auf's Heftigste reizendes Product, das Acrolein, liefern, welches seine Entstehung dem Glyceroryd verdankt. Der gemeinschaftliche Charakter aller flüssigen Fette oder Oele muß außer der Bildung des Acroleins beim Erhitzen noch die Entstehung einer in manchen Eigenschaften der Benzoesäure ähnlichen, wiewohl in der Zusammensetzung verschiedenen krystallisirbaren, im Wasser löslichen Substanz, der sogenannten Fettsäure $C_{10}H_9O_4$ angesehen werden, sodann geht die, bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Delsäure durch Berührung mit salpetriger Säure in eine feste krystallisirbare Säure, in Elaidinsäure, über.

Die Zusammensetzung der Delsäure wird durch die Formel $C_{36}H_{34}O_4$ (Gottlieb) ausgedrückt; sie weicht von der Formel der übrigen fetten Säuren wesentlich ab; während diese letzteren im sogenannten freien oder Hydratzustande gleiche Aequivalente Kohlenstoff und Wasserstoff, in manchen Fällen sogar mehr Wasserstoff enthalten, enthält die Delsäure auf 36 Aeq. Kohlenstoff nur 34 Aeq. Wasserstoff. An der Luft nimmt sie sehr rasch ihr 20faches Volumen Sauerstoff auf, und geht in die Säure $C_{36}H_{33}O_5$ über. Die Elaidinsäure besitzt eine der Delsäure gleiche Zusammensetzung. Es ist sehr bemerkenswerth, daß durch die Einwirkung der Wärme auf die Delsäure unter anderen Producten Caprinsäure und Caprylsäure gebildet werden.

Wenn es als eine unleugbare Wahrheit angesehen wer-

Wachs entsteht
aus Zucker.

den muß, daß das Wachs in dem Körper der Bienen aus Zucker und das Fett in dem Körper der grasfressenden Thiere aus Amylon, oder da das Amylon nur als Zucker assimilirbar ist, aus Zucker bei der Mästung erzeugt wird, so ist vollkommen gewiß, daß der Uebergang des Zuckers in Fett nur in Folge einer gleichzeitig eintretenden Verwesung und Gährung erzeugbar ist. Mit anderen Worten will dies sagen, daß der Uebergang einer sauerstoffreichen in eine sauerstoffarme Substanz bedingt wird durch Spaltung des Zuckers in zwei Verbindungen, wovon die eine den überschüssigen Sauerstoff enthält.

Wie in dem Vorhergehenden entwickelt worden ist, tritt in den Verwesungsprocessen der Sauerstoff an den Wasserstoff der Substanz, und die in den Gährungsprocessen austretenden sauerstoffreichen Verbindungen sind Kohlensäure und Wasser.

Nach dieser Vorstellung geht die Verwandlung des Zuckers in Fett vor sich in Folge einer Drydation seines Wasserstoffs und des Austretens einer gewissen Menge seines Sauerstoffs in der Form von Kohlensäure und Wasser.

Bildung der
Buttersäure
aus Zucker.

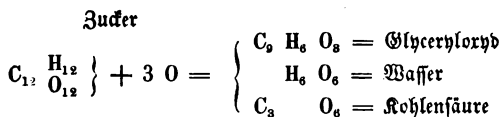
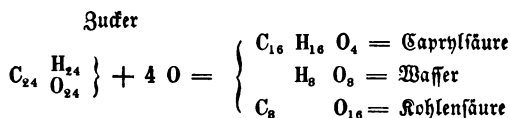
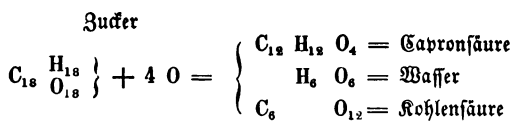
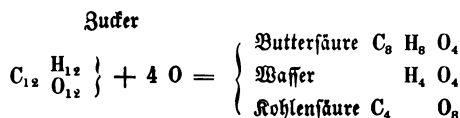
Wenn eine Auflösung von Zucker mit faulendem Käsestoff bei einer höheren Temperatur der Gährung überlassen wird, so trennt sich bei Ausschluß des Sauerstoffs der Luft von den Elementen des Zuckers eine gewisse Menge Kohlensäure und Wasserstoff, und man erhält bekanntlich eine fette Säure, die Buttersäure.

Es ist klar, daß bei der Bildung der nämlichen Säure im Organismus der Kuh, welche Buttersäure in der Butter liefert, kein Wasserstoff als solcher aus dem Zucker austreten kann, eben weil der Sauerstoff bei diesem Uebergange nicht ausgeschlossen ist; der Wasserstoff verbindet sich mit dem im

Blute zugeführten Sauerstoff und trennt sich von den Elementen des Zuckers in der Form von Wasser. In einer ganz ähnlichen Weise muß die Bildung der Capronsäure, Caprinsäure und der übrigen fetten Säuren vor sich gehen.

Die folgenden Formeln, welche die Bildung einiger fetten Säuren aus dem Zucker versinnlichen sollen, geben auf den ersten Blick zu erkennen, daß die Verminderung des Sauerstoffgehaltes in der fetten Säure in einer ganz bestimmten Beziehung zu der Menge des als Wasser und Kohlensäure austretenden Sauerstoffs steht.

Der Capron-
säure, der Ca-
prinsäure und
der Glycerin-
säure.



Es würde als ein müßiges Spiel mit Zahlen erscheinen, diese Beispiele weiter auszudehnen, da wir bis jetzt nicht im Stande sind, aus dem Zucker, mit Ausnahme der Buttersäure, eine andere fette Säure darzustellen. Man darf aber nicht vergessen, daß die Buttersäure wirklich aus Zucker darstellbar ist, und daß die fetten Körper aus Zucker in dem Leibe der

Thiere erzeugt werden. Die festen krystallisirbaren fetten Säuren gehören in Hinsicht auf ihre Constitution einerlei Typus an, bei ihrer Bildung müssen gleiche Ursachen auf ähnliche Weise in Thätigkeit gewesen sein.

Analogie der
Fettbildung
mit der Ver-
moderung.

Die Bildung und Erzeugung eines Fettes aus Zucker kann nicht gedacht werden ohne ein Austreten von Sauerstoff in der Form von Kohlensäure, ohne eine ähnliche Spaltung des Zuckeratoms, wie sie in den Gährungsproceß vor sich geht; sie kann nicht gedacht werden ohne eine entsprechende Verminderung seines Wasserstoffgehaltes, dessen Austreten aus dem Organismus in der Form von Wasser nur in Folge eines gleichzeitig eintretenden Verwesungsproceßes geschehen kann.

In diesen Beziehungen hat der Uebergang des Zuckers in Fett die größte Aehnlichkeit mit dem Verwesungsproceß der Holzfaser, und es verdient hier hervorgehoben zu werden, daß zuweilen in vermoderndem Holze eigenthümliche Verbindungen vorkommen, welche große Aehnlichkeit mit den Fetten besitzen.

XIX.

Wärmeerzeu-
gungsmittel der
Respiration.

Die Bestandtheile der Nahrung der Menschen und Thiere, welche unter Mitwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs in der Form von Kohlensäure und Wasser aus ihrem Körper treten, haben in Beziehung auf die Quantität der Wärme, die sie bei ihrer Verbindung mit dem Sauerstoff zu entwickeln oder hinsichtlich der Zeit, während welcher sie die Temperatur des Körpers constant zu erhalten vermögen, einen sehr ungleichen Werth.

Unter allen Körpern entwickelt der Wasserstoff bei seiner

Verbindung mit dem Sauerstoff die größte Wärmemenge, hängt von der Menge des darin enthaltenen verbrennbaren Wasserstoffs ab. und wenn der Uebergang einer kohlen- und wasserstoffhaltigen Substanz in Kohlensäure und Wasser auf der Verwandelung des darin nicht bereits in der Form von Wasser enthaltenen Wasserstoffs, in Wasser und auf dem Ersatze dieses Wasserstoffs durch ein oder mehrere Aequivalente an Sauerstoff beruht, so ist klar, daß diejenigen Substanzen den größten Respirationswerth besitzen, welche reich sind an verbrennbarem Wasserstoff und die zur Ueberführung des übrigen Kohlenstoffs und Sauerstoffs in Kohlensäure die größte Menge Sauerstoff nöthig haben.

Bei Berücksichtigung der Wärmemenge, welche durch Verbindung des Sauerstoffs mit Wasserstoff und Kohlenstoff entwickelt wird, und bei der Annahme, daß die Verbrennungswärme verschiedener Verbindungen in geradem Verhältnisse zu der Sauerstoffquantität steht, welche sie zur Ueberführung in Kohlensäure und Wasser bedürfen, ergeben sich für Rohrzucker, Milchwasser (trockenen Traubenzucker), Amylon, Alkohol, Fett und Fleisch folgende Beziehungen:

1 Pfund Milchwasser verbindet sich mit 187 Maas Sauerstoffgas		Sauerstoffmenge, welche Respirationsmittel zur vollkommenen Verbrennung bedürfen.
1 " Rohrzucker " " " 196½ " "		
1 " Amylon " " " 207 " "		
1 " Alkohol " " " 362¾ " "		
1 " Fett " " " 511¼ " "		

Diese verschiedenen Körper vermögen bei ihrer Verbindung mit Sauerstoff die folgende Anzahl von Pfd. Wasser zu erwärmen:

1 Pfund Milchwasser erwärmt	4012	Pfunde Wasser von 0° auf 1°
1 " Rohrzucker " "	4174	" " " " " "
1 " Amylon " "	4353	" " " " " "
1 " Alkohol " "	7837	" " " " " "
1 " Fett " "	10491	" " " " " "

Wärmerwerth,
nach den un-
gleichen Zeiten,
in welchen die
Verbrennung
gleicher Ge-
wichtsmengen
stattfindet.

Nimmt man den Wasserwerth eines Menschen, welcher 110 Pfund wiegt, zu 50 Pfund an, so vermag ein gleiches Gewicht dieser verschiedenen Substanzen die Temperatur desselben eine gewisse Anzahl von Stunden hindurch, bei sonst gleichen Bedingungen, constant zu erhalten. Wenn z. B. ein Gewichtstheil Milchzucker die Temperatur 33 Stunden lang constant erhält, so wird sie durch ein gleiches Gewicht Rohrzucker 35 Stunden lang, durch ein gleiches Gewicht Amylon 36, durch ein gleiches Gewicht Alkohol 65 und durch ein gleiches Gewicht Fett 87 Stunden lang erhalten.

Nach ihren Ge-
wichten bei
gleichem Sauer-
stoffverbrauch.

Die aufgeführten Gewichte der folgenden Reihe drücken die Quantitäten einiger Substanzen aus, welche bei gleichem Sauerstoffverbrauche zur Respiration verwendet werden.

100 Liter Sauerstoffgas verbinden sich mit: und erwärmen Pfunde
Wasser von 0° auf 37°:

133,7	Grammen Milchzucker	28,996	Pfunde
127,2	» Rohrzucker	28,704	»
120,2	» Amylon	28,356	»
68,9	» Alkohol	29,188	»
48,8	» Fett	27,674	»

Respirations-
werth des
Fleisches.

Denkt man sich, daß das von einem fleischfressenden Thiere genossene fettlose Muskelfleisch in seinem Leibe in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser übergeht, und nimmt man an, daß das Fleisch 74 Wasser und 26 feste Substanz enthält, so bedarf 1 Pfund frisches Fleisch zu dieser Ueberführung in Sauerstoffverbindungen 137,1 Liter Sauerstoff, oder 100 Liter Sauerstoff treten an 364 Gramme Fleisch. Mit einem Pfunde Fleisch würden demnach 1382 Pfd. Wasser von 0° auf 1° erwärmt werden.

Um gleiche Zeiten hindurch den Körper auf einerlei Temperatur zu erhalten, hat man nöthig

Wärmewerth
der Respiration
smittel für
gleiche Zeiten.

Rohrzucker	100 Theile	•
Traubenzucker	106	»
Amylon	97,2	»
Alkohol	53,8	»
Fett	40,2	»
Fleisch	309,7	»

Das reine Muskelfleisch besitzt hiernach den kleinsten, das Fett den höchsten Respirationswerth *).

XX.

Die Quantität von stickstofffreien Substanzen, welche die gras- und fleischfressenden Thiere in ihrer Nahrung genießen und zum Respirationproceß verbrauchen, ist sehr ungleich.

Die Nahrung
der Carnivoren,
ihr Gehalt an
Fett.

Die Kohlenstoffmenge, welche ein achtmonatliches Schwein bei Kartoffelnahrung in 24 Stunden ausathmet, beträgt 42 Loth, ein Pferd athmet 158 Loth Kohlenstoff aus.

Verhältniß des
Kohlenstoffge-
haltes der stick-
stofffreien und
stickstoffhaltigen
Nahrungsbe-
standtheile eines
Schweines und
eines Pferdes.

Bei dem ersten Thiere verhält sich die Kohlenstoffmenge, die es in der Form von Blutbestandtheilen genossen hat (aus dem Stickstoffgehalte der Nahrung berechnet), zu der ausgeathmeten Kohlenstoffmenge, wie 1 : 6, beim Pferde, wie

*) Berücksichtigt man in der Ermittlung der obigen Respirationswerthe die in der Chemie herrschenden Vorstellungen über die Constitution des Alkohols, Zuckers etc., namentlich in Beziehung auf den Wassergehalt desselben, so müssen obige Verhältnisse eine Aenderung erleiden, allein für den gegenwärtigen Zweck würde dies ohne alle Bedeutung sein, da der wahre Wärmewerth für keine dieser Substanzen mit Genauigkeit ermittelt ist und die aufgeführten Zahlen diesen Wärmewerth nur beziehungsweise ausdrücken.

1 : 5. Wenn demnach als günstigster Fall angenommen wird, daß aller Kohlenstoff der verzehrten Blutbestandtheile als Kohlenäure aus dem Körper dieser Thiere getreten wäre, so beträgt der zur Respiration verbrauchte jedenfalls das Vier- bis Fünffache derselben.

Für ein Pfund Kohlenstoff in den Blutbestandtheilen würden bei dem Schweine 5 Pfund Kohlenstoff im Amylon für den Respirationsproceß verbraucht worden sein, oder für ein Gewichtstheil des trockenen Blutbestandtheils (zu 53 pCt. Kohlenstoff) 6 Gewichtstheile Amylon.

Äquivalent
des Amylons
in Fett ausge-
drückt.

Sechs Gewichtstheile Amylon entsprechen als Respirationsmittel bei gleichem Sauerstoffverbrauch 2,4 Gew. Thl. Fett.

Äquivalent
des frischen
Pflanzenalbumins
in Fleisch
ausgedrückt.

1 Gewichtstheil trockenes Pflanzenalbumin (Blutbestandtheil) entspricht nahe 4 Gewichtstheilen frischem Fleische.

Vergleichung
der Nahrung
eines pflanzen-
fressenden
Thieres mit
der eines fleisch-
fressenden.

Es ist demnach klar, daß wenn der Respirationsproceß eines fleischfressenden Thieres in gleicher Weise vor sich ginge, wie beim Schweine, was mit Kartoffeln ernährt wird, ohne davon fett zu werden, so müßte das fleischfressende Thier mit jedem Pfunde frischem Muskelfleische 0,6 Pfund oder 19 Loth Fett genießen.

Fettgehalt des
Fleisches.

Die Untersuchung ergibt nun, daß frisches Muskelfleisch mit der Hand so viel wie möglich von allem anhängenden Fett befreit, von den folgenden Thieren an Fett enthält

1 Pfund Muskelfleisch vom sichtbaren Fett befreit enthält vom					
Däfen	Schafe	Schweine	Kalbe	Hasen	
gemästet	gemästet	gemästet			
1/2 Loth	1/10 Loth	1/4 Loth	2/100 Loth	27/1000 Loth Fett.	
1 Pfund Muskelfleisch mit allem anhängenden Fett *) lieferte vom					
Däfen	Schafe	Schweine	Kalbe	Hasen	
gemästet	gemästet	gemästet			
2 1/10 Loth	6 28/100 Loth	8 22/100 Loth	23/100 Loth	69/100 Loth Fett**).	

*) So wie es vom Fleischladen erhalten wird.
**) Bei diesen Bestimmungen wurde das Fleisch so lange mit verdünnter

Wenn demnach ein fleischfressendes Thier mit Muskel-^{Die Menge an stickstofffreien} fleisch (ohne anhängendes Fett) ernährt wird, so beträgt das ^{Respirations-} darin enthaltene Fett beim Ochsenfleisch nur $\frac{1}{38}$, beim Schaf-^{mitteln beträgt} fleisch $\frac{1}{32}$, beim Schweinefleisch $\frac{1}{10}$, beim Kalbfleische nur $\frac{1}{950}$, beim Hasenfleische nur $\frac{1}{704}$ der ganzen Fettmenge, welche als Zusatz zu den stickstoffhaltigen Bestandtheilen nöthig wäre, um seinen Respirationproceß in gleicher Form wie beim Schweine zu unterhalten.

Nimmt man an, daß das fleischfressende Thier einen ganzen Ochsen, Schaf, Schwein (im gemästeten Zustande) oder ein Kalb oder Hasen mit allem dem Fleische anhängenden Fette verzehrt hätte, so würde die darin enthaltene stickstofffreie Substanz (das Fett) beim Ochsen nur 0,123, beim Schaf-^{in der Nahrung} fleische nur 0,244, beim Schweine nur 0,303, beim Kalbe nur 0,013, beim Hasen nur 0,023, bei beiden letzteren also nur 2 bis 3 pCt. der stickstofffreien Materien betragen haben, welche das Schwein bei gleichem Verhältniß von Blutbestandtheilen in seiner Nahrung verzehrt.

Die fleischfressenden Thiere, deren Nahrung im Durch-^{Der Respirationproceß der} schnitte von der Zusammensetzung des Kalb- und Hasenflei-^{Form nach in} sches nicht verschieden sein kann, empfangen demnach in ihrer ^{beiden Thier-} Nahrung eine weit kleinere Menge von stickstofffreien Sub-^{klassen ver-}

ter Salzsäure im Sieden erhalten, bis Fasern und Gewebe völlig gelöst waren, und das Fett sich vollständig auf der Oberfläche der Flüssigkeit gesammelt hatte. Das Fett des Hasenfleisches ist von ölarziger Beschaffenheit, es ließ sich nur auf die Weise genau bestimmen, daß man, nachdem die Auflösung vor sich gegangen war, ein bekanntes Gewicht Wachs zusetzte, welches nach dem Erkalten erstarrend durch seine Gewichtszunahme die Menge des Fettes erschließen ließ. Alles erhaltene Fett wurde vor dem Wiegen so lange im Wasserbade im Schmelzen erhalten, bis das Gewicht sich nicht mehr änderte.

stanzen als die grasfressenden Thiere, es ist offenbar, daß in beiden Thierklassen der Respirationsproceß der Zeit und Form nach verschieden sein muß.

Die Carnivoren athmen auf Kosten der Blutbestandtheile oder der Producte ihres Stoffwechsels.

Die in der Nahrung des fleischfressenden Thieres enthaltene Menge stickstofffreier Substanzen reicht nicht hin, um, verglichen mit dem pflanzenfressenden, für gleichen Sauerstoffverbrauch, die Temperatur des Thieres zu erhalten, es ist klar, daß der für den Uebergang des ausgenommenen Sauerstoffs in Kohlensäure und Wasser nöthige Kohlenstoff und Wasserstoff von der Substanz der belebten Körpertheile, oder was in letzter Form dasselbe ist, von dem verzehrten Fleische geliefert werden muß.

Verhältniß zwischen den stickstofffreien und stickstoffhaltigen Bestandtheilen ihrer Nahrung.

Im geringsten Falle. (wenn die genossenen Blutbestandtheile als Kohlensäure, Wasser und Harnstoff aus dem Körper treten) verbinden sich von 100 Volum Sauerstoff im Leibe des pflanzenfressenden Thieres 17 Volum mit den Elementen der Blutbestandtheile und 83 Volum mit den stickstofffreien Elementen seiner Nahrung. In dem Leibe des fleischfressenden Thieres, das mit Kalbfleisch ernährt wurde, finden von 100 Volum Sauerstoff nur 7,7 Volum Verwendung für den Uebergang des Fettes in Kohlensäure und Wasser, während 92,3 Liter für die Verwandlung des Fleisches oder der Producte der Umsehung seiner Blutbestandtheile in Kohlensäure, Wasserstoff und Harnstoff verbraucht werden.

Der Stoffwechsel muß in ihrem Leibe in einer gegebenen Zeit mehr Respirationsstoff liefern, als bei den Herbivoren.

Es ist offenbar, daß in dem Organismus des pflanzenfressenden Thieres, dessen Nahrung weit reicher ist an stickstofffreien, kohlen- und wasserstoffhaltigen Bestandtheilen, für gleichen Sauerstoffverbrauch der Act der Umsehung der vorhandenen Gebilde, daß demzufolge ihre Erneuerung, die Reproduction derselben, bei weitem minder rasch vor sich geht, als bei den fleischfressenden Thieren, denn

wäre dies der Fall, so würde eine tausendmal reichere Vegetation zu ihrer Ernährung nicht hinreichen; Zucker, Gummi, Amylon würden keine Bedingungen zur Erhaltung ihres Lebens sein, eben weil die kohlenstoffhaltigen Producte der Umsetzung ihrer Organe für den Respirationsproceß hinreichen würden.

Der fleisছেessende Mensch bedarf zu seiner Erhaltung und Ernährung eines ungeheuern Gebietes, weiter und ausgedehnter noch, wie der Löwe und Tiger, weil er, wenn die Gelegenheit sich darbietet, tödtet, ohne zu genießen.

Eine Nation von Jägern auf einem begrenzten Flächenraum ist der Vermehrung durchaus unfähig, der zum Athmen unentbehrliche Kohlenstoff muß von den Thieren genommen werden, von denen auf der gegebenen Fläche nur eine beschränkte Anzahl leben kann. Diese Thiere sammeln von den Pflanzen die Bestandtheile ihrer Organe und ihres Blutes und liefern sie den von der Jagd lebenden Indianern, die sie unbegleitet von den stickstofffreien Substanzen genießen, welche während der Lebensdauer des Thieres seinen Respirationsproceß unterhielten; es sind bei dem fleisছেessenden Menschen die Bestandtheile des Fleisches, welche das Amylon, den Zucker ersetzen müssen.

Für gleichen Sauerstoffverbrauch entsprechen als Respirationmittel 3 Pfund Fleisch einem Pfunde Amylon. Während der Indianer mit einem Pfunde Fleisch und einem gleichen Gewichte Amylon eine gewisse Zeit hindurch sein Leben und seine Gesundheit würde erhalten können, muß er, um die für diese Zeit für seine Respiration unentbehrliche Nahrung zu erhalten, vier Pfunde Fleisch verzehren.

Man sieht leicht, in welchem engen Verbande die Vermehrung des Menschengeschlechtes mit dem Ackerbau steht.

Der Anbau der Culturpflanzen hat zuletzt keinen andern Zweck, als die Hervorbringung eines Maximums der zur Assimilation und Respiration dienenden Stoffe, auf dem möglichen kleinsten Raume. Die Getreide- und Gemüsepflanzen liefern uns in dem Amylon, dem Zucker, dem Gummi, nicht nur die Materien, welche unsere Organe vor der Einwirkung des Sauerstoffs schützen und in dem Organismus die zum Leben unentbehrliche Wärme erzeugen, sondern in dem Pflanzenfibrin, = Albumin und = Casein noch überdies unser Blut, aus dem sich die übrigen Bestandtheile des Körpers entwickeln.

Der fleischiessende Mensch athmet wie das fleischiessende Thier zum größten Theil 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 Bewegung den Umsatz ihrer Gebilde beschleunigen müssen, um den zur Respiration nöthigen Stoff zu erzeugen, muß der Indianer, dessen Respirationproceß ebenfalls durch die Producte seiner umgesetzten Gebilde unterhalten wird, Kraft verbrauchen, lediglih um Stoff zum Athmen zu schaffen.

Die Cultur ist die Oekonomie der Kraft; die Wissenschaft lehrt uns die einfachsten Mittel erkennen, um mit dem geringsten Aufwand von Kraft den größten Effect zu erzielen und mit gegebenen Mitteln ein Maximum von Kraft hervorzubringen. Eine jede unnütze Kraftäußerung, eine jede Kraftverschwendung in der Agricultur, in der Industrie und der Wissenschaft, sowie im Staate, charakterisirt die Rohheit oder den Mangel an Cultur.

XXI.

Der abnorme Zustand, durch welchen Ablagerung von Fett in dem Thierkörper bewirkt wird, beruht, wie früher erwähnt worden, auf einem Mißverhältniß in der Menge des genossenen Kohlenstoffs und Wasserstoffs und dem durch Haut und Lunge aufgenommenen Sauerstoff *). Im normalen Zustande wird ebenso viel Kohlenstoff und Wasserstoff ausgeführt wie eingeführt, der Körper erhält kein Uebergewicht an stickstofflosen Bestandtheilen.

Steigern wir die Zufuhr der kohlen- und wasserstoffreichen Nahrungsmittel, so bleibt wenn durch Bewegung und Anstrengung der Umsatz befördert, wenn in gleichem Grade die Zufuhr an Sauerstoff vermehrt wird, das normale Verhältniß ungeändert.

Jede Art von Fettbildung ist stets die Folge eines Mangels an Sauerstoff, der zur Vergasung des im Ueberschusse zugeführten Kohlenstoffs und Wasserstoffs unbedingt erforderlich ist. Dieser als Fett sich ablagernde Kohlenstoff, er zeigt sich bei dem Beduinen, bei dem Araber der Wüste nicht, der mit Stolz seine muskelstarken, mageren, fettfreien, sehnenartigen Glieder dem Reisenden zeigt und in Liedern besingt, er zeigt sich aber bei der lärglichen Nahrung in den Kerker und Gefängnissen als Aufgebuntheit, er zeigt sich

Fettbildung
Folge eines
Mangels an
Sauerstoff.

*) Bei Individuen, welche eine abnorme Disposition zum Fettwerden zeigen, steht die Blutbewegung mit der Verdauung im Mißverhältniß, gewöhnlich haben diese Personen eine verhältnißmäßig kleine Lunge. Schmale Brust (kleine Lungen) gelten bei erfahrenen Landwirthen als ein ganz sicheres Anzeichen (bei Schweinen namentlich) eines leichteren Fettwerdens, ebenso bei den Kühen hinsichtlich der Milchgewinnung.

Liebig's Thierchemie. 2te Aufl.

in dem Weibe des Orients und in den wohlbekannten Bedingungen des Mästens bei unseren Hausthieren *).

Quelle von
ihreißer
Wärme.

Die Erzeugung von Fett beruht auf einem Mangel an Sauerstoff, allein in ihr, in der Fettbildung selbst, öffnet sich dem Organismus eine neue Ursache der Wärmeerzeugung.

Der allgemeinste Ausdruck für die Verwandlung des Zuckers und Amylons in Fett, ist eine Trennung und Abscheidung ihres Sauerstoffs in der Form von Kohlensäure, dieses Austreten von Kohlensäure findet Statt in Folge einer Aufnahme von Sauerstoff aus der Atmosphäre, der sich mit einem Theil des Wasserstoffs des Zuckers oder Amylons zu Wasser verbindet.

Es ist einleuchtend, daß durch die Bildung dieses Was-

*) Bei der Anwendung dieser Betrachtungen auf die Ernährung und Mästung der Hausthiere hat man das relative Verhältniß des Volumens der Nahrung zu ihrem Kohlenstoffgehalte zu berücksichtigen. So enthalten z. B. 100 Pfd. Kartoffeln nur 12 Pfd., 100 Pfd. Runkelrüben nicht über 5 Pfd., 100 Pfd. Erbsen enthalten aber 37 Pfd. Für die Mästung entspricht nach dem Kohlenstoffgehalte 1 Pfd. Erbsen 3 Pfd. Kartoffeln und nahe an 7 Pfd. weißen Rüben.

Ein achtmonatliches Schwein von 120 Pfd., welches täglich nicht über 14 Pfd. Kartoffeln verzehrt, genießt in dieser Nahrung nicht mehr an kohlenstoffhaltigen Substanzen, als wie es zur normalen Ernährung und für die Unterhaltung seines Respirationsprocesses bedarf; die Fett- und Fleischzunahme ist deshalb nur unbedeutend und seiner vollkommenen Entwicklung entsprechend. Wenn es völlig ausgewachsen ist, nimmt sein Gewicht bei dieser Nahrung nicht mehr zu, offenbar, weil ihm das Volumen der Nahrung nicht gestattet, eine größere Menge in seinen Körper aufzunehmen, es kann sich deshalb kein Kohlenstoff in der Form von Fett ablagern, es kann damit nicht gemästet werden; daher der nothwendige Zusatz von Erbsen, Bohnen, Getreide, die bei gleichem Gewichte drei- bis siebenmal reicher an Kohlenstoff sind. Es versteht sich ganz von selbst, daß ein gewisser Fettgehalt der Nahrung mächtig zur Erhöhung des Fettgehaltes im Thiere mitwirkt. Die günstige Wirkung ölreicher Samen (Oelfuchsen), sowie der Einfluß des Fettes (des Leberthrans) auf den Fettgehalt der Menschen sind allgemein bekannt.

fers Wärme entwickelt werden muß, aber der Uebergang des Kohlenstoffs des Zuckers in Kohlensäure, zu welchem der Sauerstoff von den Elementen des Zuckers geliefert wird, muß eine zweite Quantität Wärme hervorbringen, die derjenigen gleich oder kleiner ist, welche der nämliche Sauerstoff liefern würde, wenn er direct in die gleiche Kohlensäurequantität übergeführt worden wäre. Bei dem Uebergange des Zuckers in die am einfachsten zusammengesetzte fette Säure, in Buttersäure z. B., treten von außen her 4 Aeq. Sauerstoff an 4 Aeq. Wasserstoff im Zucker und es trennen sich von den Elementen desselben 8 Aeq. Sauerstoff in der Form von Kohlensäure. Bei der Bildung dieser fetten Säure findet Wasserbildung und eine Erzeugung von Kohlensäure Statt, die erste in Folge einer Verwesung, die zweite in Folge einer Gährung, beide Prozesse sind stets begleitet von einer Entwicklung von Wärme. Durch die Wasserbildung sowohl wie durch die Entstehung der Kohlensäure wird Wärme erzeugt, aber nur an der ersteren hat der Sauerstoff der Atmosphäre Antheil, die Wärmeentwicklung, welche eine Folge der Bildung der Kohlensäure ist, sie wird bedingt durch eine neue Lagerungsweise, durch eine Umlegung der Atome des Zuckers.

Nur in dem Falle, wenn die Kohlensäure fertig gebildet in dem Zucker oder Amylon enthalten wäre, könnte die Trennung vor sich gehen, ohne von einer Wärmeentwicklung begleitet zu sein, war hingegen der Kohlenstoff und Wasserstoff in einer andern Form in dem Amylon (oder der Verbindung, aus der sich das Fett gebildet haben mag) zugegen, so ist sicher, daß eine Aenderung in der Anordnung der Atome vor sich gegangen ist, in deren Folge sich die Atome des Kohlenstoffs mit den Atomen des Sauerstoffs zu Kohlensäure und Wasser vereinigt haben.

Bei der Fettbildung wird Kohlensäure frei, deren Sauerstoff nicht aus der Atmosphäre stammt.

So weit nun chemische Forschungen reichen, kann aus dem bekannten Verhalten des Amylons und der Zuckerarten kein anderer Schluß gezogen werden, als daß sie keine fertig gebildete Kohlensäure enthalten.

Wärmeent-
wicklung bei
ähnlichen Pro-
cessen.

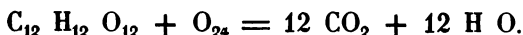
Wir kennen eine große Anzahl von Umsetzungspro-
cessen ähnlicher Art, wo sich die Elemente der Kohlensäure
und des Wassers von gewissen vorhandenen Verbindungen
trennen, und wir wissen mit Bestimmtheit, daß alle diese
Zersetzungswesen begleitet sind von einer Wärmeentwicklung,
gerade so, wie wenn sich Kohlenstoff und Wasserstoff direct
mit Sauerstoff verbinden.

Ein solches Ausreten von Kohlensäure haben wir in
vielen Gährungs- und Fäulnißprocessen, sie sind ohne Aus-
nahme begleitet von einer Entwicklung von Wärme.

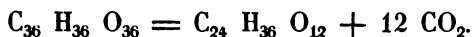
In der Gährung einer zuckerhaltigen Flüssigkeit tritt in
Folge einer Umsetzung der Elemente des Zuckers eine ge-
wisse Menge seines Kohlenstoffs und Sauerstoffs zu Kohlen-
säure zusammen, welche sich gasförmig abscheidet, und als
Resultat dieser Zersetzung haben wir eine sauerstoffarme,
flüchtige, brennbare Flüssigkeit, nämlich Alkohol.

Wenn wir zu zwei Aequivalenten Zucker die Elemente
treten lassen von 12 Aeq. Wasser und von der erhaltenen
Summe der Aeq. 24 Aeq. Sauerstoff hinwegnehmen, so ha-
ben wir 6 At. Alkohol ($C_{24} H_{24} O_{24} + H_{12} O_{12}$) — $O_{24} =$
 $C_{24} H_{36} O_{12} = 6$ Aeq. Alkohol.

Diese 24 Aeq. Sauerstoff reicht hin, um ein drittes
Aeq. Zucker vollkommen zu verbrennen, seinen Kohlenstoff
in Kohlensäure zu verwandeln, und wir erhalten durch diese
Verbrennung die 12 Aeq. Wasser wieder, die wir hinzutreten
ließen, gerade so, als ob sie keine Rolle hierbei gespielt
hätten.



Nach der gewöhnlichen Ansicht trennen sich von 3 Aeq. Zucker 12 Aeq. Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure: wir bekommen 6 Aeq. Alkohol, in beiden also dieselben Producte, wie wenn der eine Theil Zucker an den andern Theil Sauerstoff abgegeben hätte und dessen Bestandtheile auf Kosten dieses Sauerstoffs verbrannt worden wären.



Man beobachtet leicht, daß die Spaltung eines Körpers in Kohlensäure und eine an Sauerstoff arme Verbindung völlig gleichbedeutend ist in ihrem Resultate einer Ausscheidung von Sauerstoff und einer Verbrennung von einem Theile der Substanz auf Kosten dieses Sauerstoffs.

Es ist wohlbekannt, daß sich die Temperatur einer gährenden Flüssigkeit erhöht, und wenn wir annehmen, daß Wärmemenge, die bei der Gärung ein Stückfaß Most = 600 Darmsstädter Maas = 1200 Litres = 2400 Pfund, 16 pCt. Zucker, im Ganzen also 384 Pfund Zucker enthalte, und während der Gärung dieses Zuckers eine Wärmemenge frei wird, welche derjenigen gleich ist, die sich bei der Verbrennung von 51 Pfund Kohlenstoff entwickelt, so ist dies ausdrückbar durch eine Wärmequantität, wodurch jedes Pfund der Flüssigkeit auf 165½ Grad erhoben werden kann, vorausgesetzt, daß die Zersetzung des Zuckers in einem unmeßbaren Zeittheilchen vor sich ginge. Dies ist bekanntlich nicht der Fall, die Gärung dauert 5—6 Tage und die 165½ Wärmegrade empfängt jedes Pfund Flüssigkeit während eines Zeitraums von 120 Stunden. In der Stunde würde also eine Wärmemenge entwickelt, durch welche jedes Pfund Flüssigkeit um 1/10 Grad an Temperatur zunimmt, eine Erhöhung, welche durch äußere Abkühlung im

Keller, durch Verdunstung von Wasser und Alkohol beträchtlich herabgestimmt wird.

XXII.

Beziehung der
Fettbildung zur
Respiration.

Aus der Beachtung der Bedingungen, die sich zur Verwandlung des Zuckers, Amylons in Fett vereinigen müssen, ergibt sich, daß die Fettbildung in einer ganz bestimmten Beziehung steht zum Respirationsproceß.

Ohne Mitwirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre kann sich aus Zucker kein Glyceroloryd und keine fette Säure bilden.

In dem Organismus eines Thieres, in welchem sich die übrigen Bedingungen der Fettbildung vereinigen, nimmt der Fettgehalt zu, wenn der durch Haut und Lunge in einer gegebenen Zeit aufgenommene Sauerstoff nicht hinreicht, um die Elemente der stickstofffreien Bestandtheile der Nahrung in Kohlensäure und Wasser überzuführen. Der Kohlenstoff und Wasserstoff des Zuckers und Amylons lagert sich in der Form von Del oder Talg in Zellen ab.

Zur Menge des
aufgenomme-
nen Sauer-
stoffs.

Aus den Formeln, durch welche S. 103 die Bildung der fetten Säuren aus Zucker versinnlicht worden ist, ergibt sich, daß für 4 Vol. Sauerstoff, welche an die Elemente des Zuckers getreten sind, bei seinem Uebergang in Buttersäure acht Volumina Sauerstoff, bei der Entstehung der Caprinsäure zwölf Volumina und bei der Capronsäure 16 Volumina Sauerstoff in der Form von Kohlensäure austreten.

Es ist demnach klar, daß wenn ein Thier, in welchem Fettbildung aus Zucker vor sich geht, in einer Luft athmet, welche eine bekannte Quantität Sauerstoff enthält, daß für jedes Volum Sauerstoff, was in das Blut aufgenommen

wird und Antheil nimmt an der Verwandlung des Zuckers in Fett, das doppelte, dreifache oder vier- und mehrfache Volumen Sauerstoff in der Form von Kohlensäure an die Atmosphäre zurückgegeben wird und es kann sonach der Fall eintreten, daß die Luft, in welcher das Thier athmet, an Volumen zunimmt. Die Größe dieser Zunahme steht in Verhältniß zu dem im Fett zurückbleibenden Sauerstoff. Es ist ferner klar, daß in einem Thiere, in welchem Fett aus stickstofffreien Substanzen erzeugt wird, die freige-wordene Wärme nicht in geradem Verhältniß zu der Menge des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffs steht, sondern daß sie um ein gewisses Quantum größer ist.

Die Erfahrung zeigt, daß Mangel an Bewegung, z. B. Andere Verbindungen der Fettbildung. das Anbinden der Füße bei dem Geflügel und eine mittlere Temperatur ein Maximum von Fettbildung nach sich zieht. Diese Thiere sind in diesem Zustande einer Pflanze vergleichbar, die im eminenten Grade die Fähigkeit besitzt, alle Nahrungsstoffe in Theile ihrer selbst zu verwandeln. Die im Ueberschuß zugeführten Blutbestandtheile werden zu Fleisch, zu Bestandtheilen der Gebilde; Amylon und die stickstofffreien Materien verwandeln sich in Fett. Bei dem Festwerden auf Kosten stickstoffreicher Nahrungsstoffe nehmen nur gewisse Theile des Organismus an Volumen zu; so ist die Leber einer gemästeten Gans 4 bis 5mal größer, als die einer ungemästeten, ohne daß man damit sagen kann, daß die Substanz der Leber selbst eine Zunahme erfahren hat. Während die Leber der ungemästeten Gans fest und elastisch ist, zeigt die der gemästeten eine weiche schwammige Beschaffenheit; der Unterschied liegt lediglich in einer mehr oder minder großen Erweiterung der Zellen, ausgefüllt durch Fett.

In einigen Krankheiten erleiden nachweisbar die amylon-

reichen Stoffe diejenigen Veränderungen nicht, die sie befähigen, den Respirationsproceß zu unterhalten oder in Fett überzugehen. In dem Diabetes mellitus wird das Amylon nicht weiter als in Zucker verwandelt, der, ohne eine Verwendung zu finden, aus dem Körper entfernt wird. Es ist denkbar, daß in gewissen Krankheiten der Zucker und das Amylon als Respirationsmittel mit Vortheil ersetzbar sind durch weingeisthaltige Getränke und feste oder flüssige Fette.

Wir finden ferner in anderen Krankheiten, bei Leberentzündungen z. B., das Blut reich an Del und Fett, und mit der Vorstellung, daß die Leber an der Fettbildung und den Metamorphosen des Amylons und Zuckers in Fett einen gewissen Antheil nimmt, oder daß unter gewissen Bedingungen gewisse Bestandtheile der Galle in Fett metamorphosirt werden, steht die Zusammensetzung der Galle nicht in Widerspruch.

XXIII.

Einteilung der Nahrungsmittel.

Nach dem Vorhergehenden lassen sich die Nahrungsmittel der Menschen eintheilen in zwei Klassen: in stickstoffhaltige und in stickstofffreie. Die ersteren besitzen die Fähigkeit, in Blut überzugehen, den anderen geht diese Eigenschaft ab.

Aus den Nahrungsmitteln, welche sich zur Blutbildung eignen, entstehen die Bestandtheile der Organe, die anderen dienen im normalen Zustande der Gesundheit zur Unterhaltung des Respirationsprocesses. Die stickstoffhaltigen bezeichnen wir als plastische Nahrungsmittel, die stickstofffreien nennen wir Respirationsmittel.

Plastische Nahrungsmittel sind:	Respirationsmittel sind:
Pflanzenfibrin	Fett
Pflanzenalbumin	Amylon
Pflanzen-casein	Gummi
Fleisch und Blut der Thiere.	die Zuckerarten
	Pectin
	Dasserin u.
	Wein
	Bier
	Branntwein.

XXIV.

Als eine ganz allgemeine Thatsache, welcher bis jetzt keine einzige Erfahrung entgegensteht, haben die Untersuchungen ergeben, daß die oft erwähnten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen eine mit den Hauptbestandtheilen des Blutes gleiche Zusammensetzung besitzen.

Wir kennen keinen stickstoffhaltigen Körper, dessen Zusammensetzung abweicht von der des Fibrins, Albumins und Caseins, welcher vermögend ist, 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 die Bestandtheile seines Blutes müssen 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.

Von diesem Gesichtspunkte aufgefaßt, ist es leicht erklär-

Leimsubstanz
unfähig zur
Blutbildung.

lich, woher es kommt, daß die leimgebenden Gebilde, die Gallerte der Knochen und Häute, zur Blutbildung und zur Unterhaltung des Lebensprocesses sich nicht eignen, denn ihre Zusammensetzung ist ungleich der des Fibrins und Albumins im Blute. Auf dieselbe Kohlenstoffmenge enthält die Leimsubstanz mehr Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff als die Blutbestandtheile. Wir können uns denken, daß durch Austreten einer gewissen Menge dieser Elemente aus der Leimsubstanz ein Körper entstehen kann, der in Beziehung auf seinen Gehalt an Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff eine dem Gehalte der Blutbestandtheile an denselben Elementen gleiche Zusammensetzung besitzt, allein soweit unsere Kenntniß der Vorgänge reicht, können wir uns keinen Proceß im Organismus denken, durch welchen diesem Producte der Schwefel geliefert werden könnte, der ihm fehlt.

Stoffwechsel
der leimgebenden
Gebilde.

Die Leimgebilde, die Gallerte der Knochen, Membranen, Zellen und Häute erleiden in dem Thierkörper durch den Einfluß des Sauerstoffs und der Feuchtigkeit eine fortdauernde Veränderung, ein Theil davon tritt aus und muß aus dem Blute wieder erneuert werden, aber diese Verwandlung und Wiederherstellung ist offenbar in sehr enge Grenzen eingeschlossen.

Während in dem Körper des Verhungerten und Kranken das Fett verschwindet und die Muskelsubstanz die Form von Blut wieder annimmt, sehen wir die Sehnen und Membranen ihren Zustand behaupten, alle Glieder des Todten behalten ihren Zusammenhang, den sie diesen Gebilden verdanken.

Verschwinden
der Leimsub-
stanzen in der
Ernährung.

Auf der andern Seite sehen wir, daß von einem Knochen, den ein Hund verschluckt hat, nur die Knochenerde

wieder abgeht, daß die Gallerte in seinem Körper völlig verschwunden ist; die nämliche Beobachtung machen wir an Menschen, die als Nahrungsmittel verhältnißmäßig mehr Gallerte (in Fleischbrühe) als andere Stoffe genießen, daß sie weder in dem Urin, noch in den Faeces austritt; sie hat also offenbar eine Veränderung erlitten und in dem Körper zu gewissen Zwecken gedient.

Es ist klar, daß sie in einer andern Form aus dem Körper wieder austritt, als die ist, in welcher sie genossen worden ist.

So ist denn die Meinung einer näheren Begründung nicht unwürdig, daß die in Auflösung genossene Gallerte dem Organismus wieder zur Zelle und zu Membranen, zu einem Bestandtheil der Knochen wird; daß sie dazu dienen kann, um die leimgebenden Gebilde, welche eine Veränderung erlitten haben, zu erneuern und ihre Masse zu vermehren.

Die praktische Medicin zeigt, daß die löslich gemachten leimgebenden Gebilde einen ganz entschiedenen Einfluß auf das Befinden des Körpers äußern, und wenn wir uns denken, daß die Speisen, welche der Kranke oder Genesende genießt, zur Wiederherstellung der ausgetretenen oder veränderten Körpertheile dienen, wenn es als eine unleugbare Wahrheit angesehen wird, daß diese Erneuerung und Wiederherstellung aus dem Blute geschieht, wenn also ein Theil des in einer begrenzten Zeit erzeugten Blutes in dem Körper des Kranken zur Bildung von Zellen und der Substanz der Membranen verwendet wird, und dieser Theil seine Fähigkeit, zur Muskelfaser zu werden oder zu anderen vitalen Zwecken zu dienen, damit verliert, so ist klar, daß durch das Vorhandensein von löslich gemachten Zellen und Membranen in der Nahrung, wenn sie wirklich die Fähigkeit besitzen, ihre

Sie dienen zur
Wiedererzeu-
gung der leim-
gebenden Ge-
bilde.

Sie ersetzen
soweit an Blut,
als zu deren
Bildung noth-
wendig wäre.

ursprüngliche Form im Organismus wieder anzunehmen, daß in diesem Falle ihre Anwendung eine wahre Ersparung an Blut, an Zeit und an Kraft zur Folge hat.

XXV.

Uebergang des
Zuckers und
Milchzuckers in
Kohlensäure
und Wasser.

Bei dem Uebergange des Traubenzuckers und Milchzuckers in Kohlensäure und Wasser treten 24 Aequivalente Sauerstoff an die Elemente derselben, 12 davon verbinden sich mit Wasserstoff zu Wasser, 12 andere Aequivalente treten an die Stelle dieses Wasserstoffs, wir erhalten 12 Aeq. Kohlensäure, welche 24 Aequivalente Sauerstoff enthalten, im Endresultate also genau dieselben Producte, wie wenn sich die 12 Aeq. Kohlenstoff im Zucker direct mit 24 Aeq. Sauerstoff verbunden hätten.

Luftvolumen
bleibt bei diesem
Uebergange un-
verändert.

Da nun die Kohlensäure ihr gleiches Volumen Sauerstoff enthält, so ist klar, daß beim Uebergange des Zuckers in Kohlensäure im Leibe der Thiere für ein gegebenes Volumen Sauerstoff, der an die Elemente des Zuckers tritt, ein gleiches Volumen Kohlensäure abgeschieden werden muß, und daß das Volumen der Luft, in welcher das Thier athmet, sich unter diesen Umständen nicht ändern kann. Dasselbe findet Statt bei allen übrigen Respirationsmitteln, welche Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die beiden letzteren in dem Verhältnisse wie im Wasser, enthalten.

Der im Leibe eines Menschen in Kohlensäure und Wasser übergehende Weingeist bedarf hierzu 12 Aequivalente Sauerstoff, es entstehen 4 Aeq. Kohlensäure und 6 Aeq. Wasser.

Es nimmt ab
beim Alkohol.

Die atmosphärische Luft, in welcher ein Mensch athmet, in dessen Organismus die Bestandtheile des Alkohols zur

Respiration verwendet werden, muß demnach an Volumen abnehmen. Für je 12 Volumina Sauerstoff, welche das Blut aus der Luft nimmt, werden in der Form von gasförmiger Kohlensäure nur 8 Vol. an die Luft zurückgegeben, während 4 Volumina als Wasser abgetrennt werden und für die Messung verschwinden.

In einer ähnlichen Weise verhält sich das Fett. Nach und Fett. der Formel $C_{11}H_{10}O$, als dem nächsten Ausdruck der Analyse der Fette, bedarf eine Quantität Fett, die dieser Formel entspricht, zur Ueberführung in Kohlensäure und Wasser 31 Äquivalente Sauerstoff.

Von 31 Volum. Sauerstoff, welche zur Oxydation des Verhältniß der Volumabnahme beim Fett. Fettes in das Blut aufgenommen werden müssen, treten nur 21 Vol. in der Form von Kohlensäure an die Atmosphäre zurück, während 10 Volum. für die Messung ebenfalls verschwinden. Das Volumen der Luft, worin ein fleischfressendes Thier athmet, dessen Respirationproceß auf Kosten der Bestandtheile des Fettes unterhalten wird, muß hiernach ebenfalls abnehmen.

Bei dem Weingeist verhält sich das in den Körper auf- Beim Alkohol. genommene Sauerstoffgas zu dem als Kohlensäure wieder austretenden, wie 3 : 2, bei dem Fett ist das Verhältniß der austretenden Kohlensäure etwas größer. Das für die Messung in beiden Fällen (als Wasser) verschwindende Sauerstoffvolum verhält sich zu dem, welches als Kohlensäure an die Luft zurückgegeben wird, wie 1 : 2.

Die in der Form von weinsäuren, essigsäuren, äpfelsäu- Bei organischen Säuren. ren Salzen in den Organismus aufgenommenen organischen Säuren gehen in kohlenensäure Salze über. Zur Ueberführung des Weinsteins in doppelt kohlenensäures Kali müssen seinen Elementen 10 Äq. Sauerstoff zugeführt werden, es werden

8 Aeq. Kohlensäure und 4 Aeq. Wasser gebildet. Von den 8 Aeq. Kohlensäure treten 2 Aeq. durch den Harn, und 6 Aeq. durch Haut und Lunge aus. Da nun 6 Aeq. Kohlensäure 12 Aeq. Sauerstoff enthalten, so ist klar, daß die atmosphärische Luft, in welcher ein Mensch oder Thier auf Kosten der Elemente des Weinstein's athmet, an Volumen zunehmen muß, für 10 Vol. Sauerstoff, die in seinen Körper treten, werden 12 Vol. in der Form von Kohlensäure zurückgegeben. Essigsäure, citronensäure, äpfelsäure Alkalien verhalten sich in dem Athmungsproceß gegen die Atmosphäre, ähnlich wie Zucker oder Amylon, für jedes Volum. Sauerstoff, das an ihre Elemente tritt, wird ein gleiches Volum in der Form von Kohlensäure durch Haut und Lunge abgeschieden.

Bei den Blutbestandtheilen.

Wenn wir voraussetzen, daß die Blutbestandtheile der Nahrung eines Thieres zur Respiration verwendet, und in seinen Körper in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser übergeführt werden, so ergiebt sich aus der bekannten Zusammensetzung derselben, daß von 100 Vol. Sauerstoff, welche in das Blut aufgenommen und zur Bildung dieser Producte verwendet werden, nur 84 Vol. in der Form von Kohlensäure an die Luft zurücktreten, während 16 Vol. als Wasser verschwinden.

Aus diesen Betrachtungen erhellt, daß der Luftraum, in welchem Menschen oder Thiere athmen, unter den gewöhnlichen Umständen sich verringern muß. Bei dem fleischfressenden Thiere, in welchem der Respirationsproceß auf Kosten der Bestandtheile des Fettes und der Blutbestandtheile seiner Nahrung unterhalten wird, bedingen beide, bei dem grasfressenden Thiere bedingt nur die Ueberführung der letzteren in Sauerstoffverbindungen eine Raumabnahme. Nur während der Bildung des Fettes

in dem Körper der grasfressenden Thiere, oder bei der Athmung auf Kosten der Bestandtheile der Weinsäure findet eine Ausnahme Statt, welche in manchen Fällen hinreichen dürfte, um das durch Wasserbildung sich verringernde Luftvolumen soweit zu vergrößern, daß das eingesaugte Sauerstoffgas dem in der Form von Kohlensäure eintretenden gleich erscheint.

Die quantitative Bestimmung der Raumabnahme der Luft, in welcher ein fleisch- oder pflanzenfressendes Thier athmet, dürfte zu einer genaueren Beurtheilung des Respirationsprocesses führen, als wir bis jetzt besitzen; es ist wahrscheinlich, daß sich dadurch festsetzen läßt, in welchem Verhältnisse die stickstofffreien und die Blutbestandtheile in einer gegebenen Zeit an diesem Vorgang Antheil nehmen.

XXVI.

Wenn alle Körpertheile des lebendigen Thieres ihren Zu-^{Bedingungen}stand und ihre Beschaffenheit völlig unverändert behaupten^{des Gleichblei-} oder in einer gegebenen Zeit wieder erhalten sollen, so muß^{bens des Kör-} die Nahrung, der Beschaffenheit und Menge nach, gleich^{pergewicht.} sein den unter Mitwirkung des Sauerstoffs aus dem Organismus ausgetretenen und verbrauchten Stoffen. Der Ersatz an Blutbestandtheilen und stickstofffreien Respirationsmitteln muß im Verhältnisse stehen zu dem vorangegangenen Verbräuche.

In einem jeden Individuum findet von Tag zu Tage, ja von Stunde zu Stunde, ein steter Wechsel im Verbräuche^{Wechsel im} Statt, insofern der Zustand der körperlichen oder geistigen An-^{Verbrauch.}strengung und Arbeit, der Bewegung und Ruhe, sich nicht gleich bleibt; hieraus erklärt sich die Nothwendigkeit des

Wechsels in der Quantität und Beschaffenheit der Nahrung und die Unmöglichkeit, ein bestimmtes unveränderliches Maaß von Speise für den täglichen Ersatz festzusetzen. Es wird dies um so einleuchtender erscheinen, wenn man in Betrachtung zieht, daß die Nieren, die Haut und Lunge nicht die einzigen Wege sein können, auf welchem die Producte des Stoffwechsels aus dem Körper treten, daß der Darmkanal als ein Organ der Secretion fungirt, dessen Beziehung zum Respirationsproceß nicht zu verkennen ist.

Darmkanal als
Secretionsor-
gan.

Die Faeces.

Wenn in der That die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs in einer gegebenen Zeit genau hinreicht, um die vorhandenen Producte des Stoffwechsels in Kohlensäure, Harnstoff und Wasser und die vorhandenen stickstofffreien Respirationsmittel in Kohlensäure und Wasser in eben dieser Zeit überzuführen, so können durch den Darmkanal nur die unverdauten oder die unverdaubaren Bestandtheile der Nahrung aus dem Körper treten.

Der Gehalt an
unverdaubaren
Stoffen.

Was den Gehalt des Darmkanals an unverdauten Stoffen betrifft, so liegen Beobachtungen vor, daß die Faeces in gewissen Krankheitszuständen erkennbare Speiseüberreste, Amylon, Stückchen Fleisch u. s. w. enthalten, aber es muß, da kein Theilchen der stickstoffhaltigen oder schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung des Menschen, der Lösung unfähig ist, im Allgemeinen angenommen werden, daß alle diese Stoffe verdaut, d. h. gelöst und in den Kreislauf der Säfte übergeführt werden, denn eine Fähigkeit, welche einem Theile angehört, muß auch dem Ganzen zukommen.

Die stickstoff-
haltigen Be-
standtheile der
Faeces sind
Producte des
Stoffwechsels.

Für diese Fälle ist es wohl nicht zweifelhaft, daß, wenn sich in den Faeces stickstoffhaltige Bestandtheile nachweisen lassen, deren Gegenwart durch alle bis jetzt angestellten Ana-

lysen erwiesen ist, so können diese nur Producte des Stoffwechsels des Darmkanals selbst sein, oder sie bestehen aus Producten des allgemeinen Stoffwechsels, welche die normalen Veränderungen nicht erlitten haben, und die in Folge einer dem Darmkanal oder einem Theile des Darmkanals zukommenden Fähigkeit von dem Blute abgefordert werden.

Der Mangel oder die Abwesenheit der erkennbaren Theile des Darmkanals, durch welche dieser Secretionsproceß vermittelt wird, steht der Ansicht, daß in demselben ein wahrer Kreislauf vor sich geht, welcher eine Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts in dem Organismus zur Folge hat, entgegen, allein die folgenden Betrachtungen dürften vermodgend sein, dieser Ansicht als Stützen zu dienen.

Es ist nämlich klar, daß der Secretionseffect des Darmkanals, die Menge der durch seine Thätigkeit aus dem Blute abgeforderten Materien, in einer bestimmten Beziehung zu der von dem Individuum aufgenommenen und verbrauchten Sauerstoffmenge, oder, was das Nämliche ist, zu der Menge und Beschaffenheit der Nahrung stehen muß. Eine jede Aenderung des Verhältnisses an Blutbestandtheilen und stickstofffreien Respirationsmitteln in der Nahrung muß einen Einfluß ausüben auf die Menge und Beschaffenheit der Faeces.

Nehmen wir an, daß die Nahrung ein größeres Verhältniß an Blutbestandtheilen enthalte, als zum Erfas der ausgetretenen Körperteile erforderlich ist, so wird der Ueber- schuß derselben die Blutmasse, oder, im Fall das Thier die hierzu nöthige Assimilationsfähigkeit besitzt, die Fleischmasse vergrößern. War die aufgenommene Sauerstoffmenge genau hinreichend, um die im Körper vorhandenen Producte des

Stoffwechsels, sowie die in der Nahrung enthaltenen Respirationsmittel in Sauerstoffverbindungen in einer gegebenen Zeit überzuführen, so müssen die Faeces eine normale Beschaffenheit besitzen. War die Menge des in der Nahrung zugeführten Zuckers oder Fettes größer, als wie die in gleicher Zeit zu ihrer Ueberführung in Kohlensäure und Wasser nöthige Sauerstoffmenge, so wird in einem Thiere, dessen Organe die hierzu nöthige Fähigkeit zukommt, ein Theil des Zuckers in Fett verwandelt werden, dieses Fett und das in der Nahrung hinzugekommene Fett wird den Fettgehalt des Körpers vergrößern.

Bei Ueberschuß
von Zucker oder
Fett.

Wenn wir nun voraussetzen, daß die Producte des Stoffwechsels und die stickstofffreien Substanzen, welche den Respirationsproceß unterhalten, zu dem Sauerstoff, mit welchem sie im Organismus sich verbinden, eine gleiche Verwandtschaft besitzen, so ist klar, daß sich beide in den vorhandenen Sauerstoff theilen werden. Eine gewisse Portion Sauerstoff wird an den Zucker oder an die Elemente der stickstofffreien Respirationsmittel treten, eine andere wird sich mit den stickstoffhaltigen Producten des Stoffwechsels verbinden. Bei Mangel an Sauerstoff oder was das Nämliche ist, bei einem Ueberschuß der stickstofffreien und stickstoffhaltigen Respirationsmittel (die letzteren immer als Producte des Stoffwechsels angesehen), wird ihr normaler Uebergang in Sauerstoffverbindungen nothwendig gehindert erscheinen.

Bei Mangel
an Sauerstoff.

Bei Ueberschuß
von Respira-
tionsmitteln
wird ein Theil
der Producte
des Stoffwech-
sels durch den
Darm secretirt.

Der Zucker kann bei Mangel an Sauerstoff in Fett übergehen, aber nur ein Theil der Producte des Stoffwechsels wird in die normalen Sauerstoffverbindungen unter diesen Umständen übergeführt werden können; während im normalen Zustande der Ernährung, des Umsatzes und der Sauer-

stoffzufuhr der Stickstoff der ausgetretenen Körpertheile die Form von Harnstoff, der Schwefel der Galle die Form von Schwefelsäure annimmt, und in dem Urin abgeschieden wird, wird bei Mangel an dem zu diesem Uebergange nöthigen Sauerstoff die an Kohlenstoff weit reichere Harnsäure gebildet werden, ein Theil des Schwefels wird als Cystin oder in irgend einer andern Form in dem Harn erscheinen; der Ueberschuß der Producte des Stoffwechsels, welcher diese Veränderungen nicht erlitten hat, muß entweder im Blute bleiben oder er muß, da wir keinen andern Ausweg kennen, durch den Darmkanal entleert werden.

Die Faeces eines Menschen, der in seiner täglichen Nahrung dem aufnehmbaren Sauerstoff genau entsprechend, eine gewisse Quantität Fleisch, Brot und Fett in demjenigen Verhältnisse zu sich genommen hat, welches genau erforderlich ist, um während 24 Stunden den Zustand jedes einzelnen seiner Körpertheile zu erhalten und wiederherzustellen, können nur die unverdaubaren oder unlöslichen Bestandtheile seiner Nahrung, begleitet von Stoffen, enthalten, welche in dem Darmkanal abgefondert worden sind. Die Quantität der Faeces wird in geradem Verhältnisse zu diesen unverdaubaren Stoffen und Absonderungen stehen. Wenn nun das nämliche Individuum dieser täglichen Ration eine gewisse Quantität Alkohol in der Form von Wein, Bier oder Branntwein zusetzt, wenn also zu seinem täglichen Bedarf ein Ueberschuß von einer Substanz kommt, von der wir wissen, daß ihre Elemente unter den Verhältnissen, in welchen sie dem Sauerstoff im Organismus dargeboten werden, eine weit größere Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzen, als z. B. das Fett, so ist klar, daß sich die Elemente des Weingeistes und nicht die des Fettes mit dem Sauerstoff verbinden

Normale
Faeces.

Einfluß der
Nahrung auf
die Natur der
Faeces,

werden. Wenn die aufgenommene Sauerstoffmenge dieselbe bleibt, so wird sich Fett im Körper ablagern oder der Fettgehalt des Blutes vergrößern, oder es wird durch den Darmkanal aus dem Körper treten müssen.

auf die Menge
der Faeces.

In ganz gleicher Weise muß durch das Vorhandensein des Alkohols der Stoffwechsel selbst, insofern der Sauerstoff des Blutes daran Theil hat, oder der Uebergang der Producte des Stoffwechsels in Sauerstoffverbindungen gehindert oder geändert werden, es müssen neben den gewöhnlichen Producten, stickstoff- oder schwefelhaltige Verbindungen anderer Art entstehen, welche als kohlenstoff- und wasserstoffreichere Absonderungen die Quantität der Faeces vergrößern, oder, im Fall die normale Thätigkeit des Darmkanals zu dieser Abscheidung nicht hinreicht und sie durch Reizmittel nicht gesteigert wird, so muß durch ihre Gegenwart im Blute der Lebensproceß eine Aenderung erleiden, die in irgend einer der Functionen des Organismus sich zu erkennen geben muß.

Einfluß des
Alkohols in
den geistigen
Getränken.

Wird auf der andern Seite der Nahrung eine gewisse Quantität Weingeist zugesetzt und die sonst darin nöthigen Respirationsmittel um eine entsprechende Menge vermindert, oder die Sauerstoffzufuhr in geradem Verhältniß gesteigert, so kann der Genuß von geistigen Getränken, ganz abgesehen von der Wirkung, welche der Weingeist auf die Nerven ausübt, auf die normalen Vorgänge im Organismus keinen nachtheiligen Einfluß üben.

Ansichten über
die Natur der
Faeces.

Man hat zwei Ansichten über die Natur der Faeces; nach der einen bestehen sie aus den unverdaubaren Theilen und aus gewissen anderen Bestandtheilen der Nahrung und der Galle, die sich in einem Zustande der Fäulniß befinden, dem sie ihren Geruch verdanken, nach der andern sind diese

Letzteren nichts Anderes (bildlich ausgedrückt, als der Rauch und Ruß) als Producte einer unvollkommenen Verbrennung, eines unvollendeten Verbrennungsprocesses.

Zu der Meinung, daß die riechenden Substanzen in den Faeces Bestandtheile der Nahrung oder Galle sind, die sich in einem gewissen Zustande der Fäulniß befinden, ist man hauptsächlich durch den Geruch verleitet worden, aber der Geruch, den eine Substanz besitzt, kann in keiner Weise für eine Ansicht in der Wissenschaft entscheiden.

Das Vorkommen von erkennbaren Speiseüberresten in den Faeces in Fällen sogenannter Verdauungsschwäche dürfte von vornherein als ein Beweis angesehen werden, daß die der Lösung fähigen Bestandtheile der Nahrung, welche in Folge eines Mangels an den hierzu nöthigen Bedingungen ungelöst in den Darmkanal gelangen, ohne in Fäulniß überzugehen, aus dem Körper treten. Es läßt sich ferner denken, daß eine Art Sättigungsverhältniß für das Blut gegen das Aufgelöste besteht, aber alles dieses kann für den Zustand, den man in den Faeces voraussetzt, nicht geltend gemacht werden.

Die Bestandtheile der Nahrung, die stickstofffreien sowohl wie die stickstoff- und schwefelhaltigen, gehen außerhalb des Körpers in Fäulniß über, aber in keiner Periode derselben ist bis jetzt ein Product beobachtet worden, was dem Geruche nach mit dem der Faeces vergleichbar ist.

Die Fäulniß der schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung giebt sich stets und unter allen Umständen durch eine Ammoniakentwicklung zu erkennen, sie nehmen für sich in diesem Zustande eine alkalische Beschaffenheit an; die Fäulniß oder Gährung stickstofffreier Materien ist stets von der Bildung und Abscheidung von Koh-

lensäure oder einer organischen Säure (Essigsäure, Milchsäure) begleitet.

Sie enthalten im normalen Zustande weder gährende noch faulende Stoffe.

Enthielten die Faeces faulende oder gährende Bestandtheile, so müßten diese in einer sauren oder alkalischen Reaction wahrnehmbar sein, allein die Faeces gesunder Kinder und Erwachsener sind vollkommen neutral, sie enthalten bisweilen als zufälligen Bestandtheil phosphorsaures Bittererde-Ammoniak, was im Brote genossen wird, aber sonst kein anders Ammoniaksalz. Alkalien entwickeln daraus kein Ammoniak.

Sie bringen frisch in Zuckerwasser keine Gährung hervor.

Wären zuletzt die Faeces im Zustande der Fäulniß begriffen, so müßte sich dieser auf Zucker übertragen lassen, allein die Faeces gesunder Individuen bringen, wenn ihre Berührung mit der Luft sorgfältig verhütet worden ist, in Zuckerwasser keine Gährung hervor.

Sie gerathen in Fäulniß bei Luftzutritt.

In Beziehung auf die Luft verhalten sich die Faeces wie der Urin, der bei Luftabschluß in reinen Gefäßen Monate lang, ohne zu faulen und Ammoniak zu entwickeln, aufbewahrt werden kann, während derselbe bei Luftzutritt mit großer Schnelligkeit Sauerstoff anzieht; der Sauerstoff der Luft tritt an eine im Urin enthaltene leicht veränderliche Substanz, und es ist diese eintretende Verwesung und Keimwegß, wie man gewöhnlich glaubt, ein im Urin vorhandenes Ferment, durch welches der Harnstoff in kohlensaures Ammoniak übergeführt wird, in Folge der Sauerstoffaufnahme wird in dem Harn gleichzeitig eine gewisse Menge Essigsäure gebildet, die im frischen Harn nicht nachweisbar ist.

Bei Luftabschluß gesammelt, behalten die Faeces ihre Farbe, beim Zutritt der Luft färbt sich die Oberfläche derselben dunkler und mit diesem Farbenwechsel gehen sie in Gährung und Fäulniß über. Ebenso wenig, als sich im

gesunden Organismus die Bestandtheile des Urins im Zustande der Fäulniß befinden, ebenso wenig läßt sich dieser Zustand in den Faeces voraussetzen.

Wenn die organischen Bestandtheile der Nahrung eines fleischfressenden Thieres ohne allen Rückstand überführbar sind in das Blut, wenn sie verwendbar sind für seinen Lebensproceß, so stehen die Absonderungen des Darmkanals, der Kohlen- und Wasserstoffgehalt der Faeces in einem ganz bestimmten Verhältniß zu der täglich genossenen Kohlenstoff- und Wasserstoffmenge und zu der in der nämlichen Zeit durch das Blut aufgenommenen Sauerstoffmenge.

Wenn die Quantität der Respirationsmittel, des Fettes, Zuckers, Amylons in der Nahrung gesteigert wird, ohne daß der zu ihrer Verwendung im Körper nöthige Sauerstoff zunimmt, so muß der Kohlen- und Wasserstoffgehalt der Faeces bei Individuen, in denen die Bedingungen zur Fettbildung oder Ablagerung des Fettes fehlen, in gleichem Verhältniß wachsen.

Bei pflanzenfressenden Thieren steht zuletzt der Kohlenstoffgehalt der Faeces in einem gewissen Verhältniß zu der Quantität von unverdaulichen, oder unlöslichen Stoffen, welche die Nahrung enthält. Bei einer Holzraupe, welche in ihrer Nahrung kaum bestimmbare Mengen von Blutbestandtheilen zu sich nimmt, haben die Faeces die Beschaffenheit von feinen Sägespänen, deren Gewicht in einem Tage das des Thieres 3- bis 5mal übersteigt. Das Gewicht der Faeces von einem Pferde, was mit gehacktem Stroh und Heu gefüttert wurde, ist größer, als das einer Kuh, die man mit Rüben ernährt hat. So lassen sich die Grenzen des Niederrheins und Westphalens, wo die Kleie in dem Mehle mit dem Brote genossen wird, an der eigenthümlichen Farbe und Beschaffenheit,

Ähnlich wie Harn.

Die Verhältnisse zu den Respirationsmitteln bei Fleischfressern.

Bei pflanzenfressenden Thieren.

sowie an der ganz besonderen Größe der Ueberreste genossener Mahlzeiten erkennen, welche Vorübergehende an den Hecken und Bäumen hinterlassen.

Der zusammengefestete Bau und die Beschaffenheit der Eingeweide der pflanzenfressenden Thiere scheint zur Vermehrung der Oberfläche der an Blutbestandtheilen ärmeren Nahrung, sowie zur Weiterbeförderung der darin enthaltenen Materie ein gewisses Verhältniß von den zur Lösung und Aufnahme fähigen und von unlöslichen Stoffen zu bedürfen. Eine Abendmahlzeit, die aus Eiern besteht, verursacht bei den meisten Individuen den Tag darauf eine scheinbare Verstopfung, vielleicht, weil durch diese das Volumen der in den Eingeweiden zur Ausleerung bestimmten Stoffe nicht vergrößert wird.

Bei Kranken
und Hungern-
den.

Erwägt man zuletzt, daß bei hungernden Menschen, bei vielen Kranken, welche wochenlang keine feste Nahrung zu sich nehmen, die Faeces-Ausleerung nicht unterdrückt ist, so läßt sich kaum zweifeln, daß in gewissen Theilen des Darmkanals eine Absonderung von Stoffen, welche der Organismus in dem Zustande, in dem er sich befindet, nicht verändern kann, vor sich geht, welche durch Arzneimittel bis zu einem gewissen Grade erhöht und gesteigert werden kann *).

*) Eine Reihe von Versuchen, die ich über das Verhalten der Faeces zu Traubenzuckerlösung (die mit Weinstein versetzt worden war, welcher die eintretende Gährung nach den Versuchen von G. Rose außerordentlich befördert und beschleunigt) anstellte, haben zu folgenden Beobachtungen geführt.

Die Faeces eines Säuglings, die nach der mikroskopischen Untersuchung zum größten Theil aus aufgequollenen Epithelienzellen bestanden, brachten in dem Zuckerwasser während drei Tagen keine Gährung hervor, den vierten Tag zeigten sich Gasblasen und den fünften trat eine ganz regelmäßige Gährung ein, der Zucker verschwand, und man erhielt durch Destillation einen vollkommenen wohlgeschmeckenden

Branntwein. So wie die Gährung eintrat, zeigten sich die sogenannten Gährungspilze.

Die Faeces eines gesunden erwachsenen Individuums brachten, in zwei anderen Versuchen, auch nach fünf Tagen noch keine Gährung hervor.

Die eines zweiten, welches an Verdauungsschwäche leidet, bewirkten im Zuckerwasser schon am Ende des ersten Tages eine schwache Gährung, wobei der Faeces-Geruch vollkommen verschwand. Bei der Destillation erhielt man eine sehr geringe Menge Alkohol von höchst widrigem Käsegeruche. Wenn dasselbe Individuum nüttern zur Beförderung des Stuhlganges eine gewisse Quantität Salzwasser zu sich genommen hatte, und die darauf erfolgende Ausleerung an schleimartig aufgequollenen Epithelienzellen reicher war, so trat eine vollkommene Gährung ein.

Die Faeces des gesunden Menschen besitzen demnach die Fähigkeit, Gährung zu erregen, wenn sie selbst in den Zustand der Gährung oder Fäulniß übergegangen sind, aber diesen Zustand erhalten sie erst, nachdem sie aus dem Körper ausgetreten sind, bei Verührung mit der Luft; das Verschwinden des ihnen eigenthümlichen Geruches in der Gährung selbst ist für die Ansicht über ihre wahre Natur bedeutungsvoll. Die in dem Darmkanal im Zustande des Unwohlseins oder der Krankheit vor sich gehenden Gasentwicklungen beurkunden die Leichtigkeit, mit welcher die Faecalsubstanzen durch innerhalb des Körpers hinzukommende Ursachen in eine der Fäulniß ähnliche Zerfetzung überzugehen vermögen.

Nicht ohne Bedeutung für die Entscheidung der Frage über die Natur der Faeces dürfte es wohl sein, wenn ich die Aufmerksamkeit darauf lenke, daß es leicht gelingt, durch einen unvollkommenen Drydationsproceß des Albumins, den eigenthümlichen Stoff darzustellen, dem die Faeces des Menschen ihren Geruch unverkennbar verdanken.

Wenn man nämlich einen Theil Eiweiß mit drei Theilen Kalihydrat in einer Retorte zum Schmelzen bringt, und so lange im Schmelzen erhält, bis die Ammoniakentwicklung nachläßt, den Rückstand in der Retorte nach dem Erkalten mit verdünnter Schwefelsäure schwach übersättigt und der Destillation unterwirft, so erhält man unter Entwicklung von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff eine (von Essigsäure und Buttersäure) schwach saure Flüssigkeit von dem furchtbarsten Geruche der Faeces. Die riechende Substanz ist in Wasser und Alkohol löslich, sie verbindet sich mit Alkalien, ohne sie übrigens zu neutralisiren. An der Luft verändert sie sich rasch.

Durch Käsestoff, Leimschubstanz, Fibrin lassen sich, wenn man diese Körper auf dieselbe Weise behandelt, alle verschiedenen Geruchsnüancen der Faeces erhalten.

Zweiter Theil.

Die

Metamorphosen der Gebilde.

Die Methode.

Die Geschichte der Wissenschaften lehrt, daß ein jeder Die Entwick-
lung der
Naturwissen-
schaften. Zweig der Physik in seinem Ursprunge nichts Anderes um-
faßte, als eine Reihe von Beobachtungen und Erfahrungen,
die mit einander in keinem erweisbaren Zusammenhange
standen.

Durch die Entdeckung neuer Thatsachen, durch welche Specielle
Naturgesetze. zwei oder mehrere der früher gemachten Erfahrungen mit
einander in Verbindung gebracht wurden, waren alle Fort-
schritte bedingt; man gelangte erst zu speciellen Gesetzen, die
den Zusammenhang einer gewissen Anzahl von Naturerschei-
nungen in sich schlossen, dann zu allgemeinen oder, was das
Nämliche ist, zu gewissen Ausdrücken der Abhängigkeit oder
des Zusammenhanges einer großen oder einer größeren Reihe
von Erfahrungen.

Viele Zweige der Physik, wie die Mechanik, Hydrostatik, Allgemeine
Naturgesetze. Optik, Akustik, Wärmelehre erhoben sich zu dem Range ab-
stracter Wissenschaften, indem man dahin gelangte, durch
eine Reihe von Vernunftschlüssen, alle bekannten Fälle von
Bewegungs- oder von Luft-, Schall- und Wärmeerschei-
nungen auf gewisse Wahrheiten oder auf eine sehr kleine Anzahl
von zweifellosen Thatsachen zurückzuführen, durch welche nicht
allein alle bereits entdeckten mit einander verknüpft wurden,

sondern die auch alle entdeckbaren in sich schlossen, so daß zur Erklärung der neuen Erscheinungen oder Erfahrungen, wie dies in den Erfahrungswissenschaften nöthig ist, eine neue isolirt stehende Reihe von Schlüssen aus Versuchen nicht erforderlich ist.

Wenn man als eine zweifellose Wahrheit annehmen kann, daß nicht nur die Erscheinungen der sogenannten unbelebten Natur, sondern auch diejenigen, welche dem Pflanzen- und Thierleben eigenthümlich sind, in gewissen Beziehungen zu einander stehen und durch gewisse Ursachen bedingt werden, wenn es wahr ist, daß wir nur durch die Erkenntniß dieser Ursachen oder Bedingungen zu einer klaren Einsicht in das Wesen der organischen Vorgänge gelangen können, so muß die Auffuchung des gegenseitigen Verhältnisses der Abhängigkeit der Lebenserscheinungen oder ihrer Bedingungen von einander als die wichtigste Aufgabe der Physiologie angesehen werden.

Die Erklärung sehr vieler Naturerscheinungen bedarf in den meisten Fällen nichts weiter, als die Bekanntschaft des Verhältnisses der Abhängigkeit, in dem sie zu einander stehen.

Diese Verhältnisse sind in jedem Zweige der Naturforschung durch Erweiterung unserer Erfahrungen, durch richtige Versuche und Beobachtungen ermittelbar, und es kann keine Frage sein, daß, ähnlich wie die Chemie allmählig den Charakter der Experimentirkunst dereinst verliert, auch die Physiologie den Rang einer deductiven Wissenschaft anzunehmen fähig ist.

Gang der
Forschung.

Wenn dem Gange der Naturforschung gemäß die speciellen Gesetze den allgemeinen vorangehen müssen, wenn es zu einer richtigen Auffassung des Lebens nothwendig erscheint, den Organismus nicht bloß in allen seinen Theilen der Form

nach zu kennen, wenn dazu gehört, daß die Functionen der einzelnen Organe für sich und das Verhältniß ihrer gegenseitigen Abhängigkeit von einander, daß die Beziehungen der Form zu dem Stoffe, aus dem sie besteht, und das Abhängigkeitsverhältniß der Form von der Materie, die sie umgibt, auf das Genaueste ermittelt sein müssen, so ist freilich nicht zu leugnen, daß wir noch unendlich weit von dem allgemeinen und letzten Gesamtausdrucke entfernt sind, der den Begriff des Lebens oder die Erkenntniß der Ursache und des Zusammenhanges aller Lebenserscheinungen in sich einschließt. Wir sind noch so weit davon entfernt, daß Vielen die Vorstellung der Wahrscheinlichkeit oder der Möglichkeit der Ermittlung solcher allgemeinen Gesetze in der Physiologie ein unfaßbarer Gedanke ist; den Meisten ist es schon nicht möglich, die psychischen von den körperlichen Lebenserscheinungen oder den Begriff der Lebenskraft von der Form der lebendigen Körpertheile zu trennen.

Der Mensch mit dem geübtesten Verstande kann sich den Gesetzen nicht entziehen, von welchen sein Begriffsvermögen abhängig ist. Wenn tägliche Wahrnehmung während einer langen Periode ihm zwei Phänomene oder Thatfachen in engster Verbindung mit einander erscheinen ließ, wenn er erfuhr, daß sie Jahrhunderte vor ihm stets als untrennbar von einander gedacht worden sind, wenn er zu keiner Zeit, weder durch Zufall noch Absicht dahin geführt wurde, jede für sich zu betrachten, so wird er allmählig unfähig, auch mit der größten Anstrengung, sie zu trennen, und die Voraussetzung, daß die beiden Thatfachen ihrer Natur nach trennbar sind, wird für seinen Verstand zuletzt unfaßbar und ungreiflich werden können.

Unzählige Beispiele bethätigen, daß die scharffinnigsten

Hindernisse in
der Forschung
durch vorge-
fasste Mei-
nungen.

und weisesten Menschen Thatfachen oder Vorstellungen für unmöglich ansahen, weil sie für ihr Fassungsvermögen unbegreiflich waren, während ihre Nachkommen sie nicht allein begreiflich fanden, sondern, was noch weit mehr ist, sie Jedermann jetzt als ausgemachte, unwidersprechliche Wahrheiten kennt.

Männer von der höchsten Einsicht und über die gewöhnlichen Vorstellungen erhaben, waren unfähig zu begreifen, daß die Schwerkraft aufwärts anstatt niederwärts wirke, daß die Sonne in so großen Entfernungen eine Wirkung auf die Erde, die Erde auf den Mond ausüben könne. Der große Leibniz selbst verwarf die Newton'schen Vorstellungen, weil ihm ohne einen fortwirkenden Mechanismus oder nachschiebenden Engel die Bewegung der Weltkörper in einer krummen Linie um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt unmöglich erschien, denn naturgemäß, so meinte er, mußte sich, ohne Nachhülfe, der Körper von seiner Bahn in der Richtung der Tangente entfernen.

Auf einen allgemeinen Satz hin, daß ein Körper keinen Effect an einem Orte hervorbringen könne, wo er selbst nicht ist, verwarf man die Newton'sche Lehre von der Gravitation, und die jetzt einem Knaben geläufige Vorstellung von der Wirkung der Schwere auf unendliche Entfernungen hin ohne ein vermittelndes materielles Agens, schien den ausgezeichnetsten Menschen einen so großen Widerspruch in sich einzuschließen, daß sie die seltsamsten und unbegründetsten Schöpfungen ihrer Phantasie für weit wahrscheinlicher hielten.

Eine Menge Lehren der Mechanik und Physik, von denen wir wissen, daß sie Entdeckungen der Zeit, daß sie Früchte der größten Geduld und der angestrengtesten Untersuchungen und Arbeiten sind, erscheinen uns jetzt in sich

so wahr und einleuchtend, daß ohne ihre geschichtliche Entwicklung in's Auge zu fassen, es uns unbegreiflich ist, daß ihre Wahrheit zu irgend einer Zeit oder von irgend einer Person hat bezweifelt werden können. Der einfache Satz, daß ein Körper, einmal in Bewegung gesetzt, in's Unendliche hindurch, ohne jemals aufzuhören, fortfahren könne, in unveränderlicher Geschwindigkeit die nämliche Richtung beizubehalten, schien so sehr den gewöhnlichsten und evidentesten Erfahrungen zu widersprechen, daß die Anerkennung und Feststellung seiner Wahrheit lange Zeit hindurch den größten Widerstand fand.

Daß zwei chemisch-active Körper durch ihre Vereinigung in unbestimmten oder unbegrenzten Gewichtsverhältnissen eine Verbindung von bestimmten unveränderlichen Eigenschaften bilden können, scheint uns jetzt mit einem gesunden Vorstellungsvermögen nicht vereinbar zu sein.

Das Begreifliche hat, wie man sieht, mit der Erscheinung nicht das Geringste zu thun, es ist abhängig von dem Zustande der Geistesentwicklung. Wenn dem Menschen das vermittelnde Glied fehlt, was eine Thatsache mit dem gewohnten Ideengange verknüpft, so entbehrt sie in seiner Vorstellung der Wahrheit oder der Begreiflichkeit. Dies ist eins der größten Hindernisse, was der Anwendung der Chemie auf die Physiologie, was der einfachen Beachtung der chemischen Entdeckungen von Seiten mancher Physiologen im Wege steht. Hierzu gefellt sich nun noch in der Pathologie das für wahr Halten von Erfahrungen, deren Richtigkeit nichts Anderes für sich hat, als daß sie seit einem Jahrtausend für wahr gehalten worden sind. Wenn sich in diesen Zweigen des Wissens die Methoden der Beweisführung und Prüfung nicht ändern, so ist keine Hoffnung vorhanden, daß mit allen Fort-

schritten die Chemie jemals fähig werden wird, der Physiologie und Pathologie wesentliche Vortheile zu gewähren, und doch ist es unmöglich, daß diese Fächer jemals zu einer wissenschaftlichen Grundlage gelangen können ohne Mitwirkung der Chemie und Physik. Jedermann fühlt die Nothwendigkeit, nur über die Anwendung derselben ist man nicht klar.

Die Physiologie als deductive Wissenschaft.

Wenn es keiner näheren Begründung der Meinung, daß eine jede empirische Wissenschaft, so auch die Physiologie, im Verlaufe der Zeit den Charakter einer deductiven erlangen kann, bedarf, so muß es ganz gleichgültig erscheinen, ob oder was sie aus anderen Wissenschaften entlehnt, um diesen Rang zu gewinnen; wir wissen, daß die Astronomie jetzt nur ein Theil der allgemeinen Bewegungslehre geworden ist, und daß sie gerade diesem Umstande ihre wissenschaftliche Begründung verdankt.

Die Forschung nach physiologischen Gesetzen.

Wenn man im Auge behält, daß wie kein Ereigniß in der Welt, so auch keine Erscheinung in der Natur, in der Pflanze, in Thieren vor sich geht, ohne in Beziehung zu stehen oder die unmittelbare Folge zu sein von einem andern, was vorhergegangen ist, daß der gegenwärtige Zustand einer Pflanze oder des Thieres an gewisse, ihm vorangegangene Bedingungen geknüpft ist, so ist klar, daß wenn uns alle Ursachen, ihre Wirkung in der Zeit oder im Raume und ihre Eigenschaften bekannt sind, welche den einen Zustand bedingt haben, wir vorherzusagen könnten, welcher Zustand darauf folgen würde. Der Ausdruck dieser Bedingungen oder Beziehungen, dieß ist, was ein Naturgesetz heißt.

Unterschied der heutigen Chemie von der früheren.

Es dürfte wohl Niemand, welcher historisch mit der Entwicklung der Chemie und mehrerer Theile der Physik bekannt ist, verkennen, daß der Hauptgrund des Voranschrei-

tens dieser Wissenschaften auf der allmählig gewonnenen Ueberzeugung beruht, daß eine jede Naturerscheinung, ein jeder Zustand mehr als eine Bedingung, ein jeder Effect mehrere Ursachen hat, und es ist die einfache Forschung nach der Mehrheit der Bedingungen, es ist die Sonderung der Effecte, welche die heutige Chemie von der früheren unterscheidet. Durch die Annahme eines Principes der Trockenheit und Feuchtigkeit, der Hitze und Kälte, der Brennbarkeit, Metallität, Sauerheit, Flüchtigkeit, der Farbe ic. wurde in der That in der phlogistischen Periode der eigentlichen Forschung ein rasches Ziel gesetzt, für jede Eigenschaft hatte man eine besondere Essenz, die Alles erklärte: die einfache Beschreibung der Erscheinung schloß die Erklärung in sich ein.

Die Veränderlichkeit des Gewichtes, welche die Körper zeigen, wenn sie chemischen Processen unterworfen wurden, galt für eine Eigenschaft der Materie, ähnlich wie das Brausen des Kalksteins mit Säuren. Für die Erscheinungen der Verbrennung und Verkalkung besaßen die Chemiker ihre Theorie; die Gewichtsverhältnisse, welche dabei vorkommen, zu untersuchen, wurden als ihrem Gebiete nicht angehörig betrachtet. Man überließ es den Physikern, eine Erklärung dafür zu geben, wie ein Körper ein größeres Gewicht zeigen könne, wenn er einen Bestandtheil verloren hat, wie ein Körper überhaupt ein wechselndes Gewicht zeigen könne. Die Gewichtszunahme in der Verkalkung war eine zufällige Eigenschaft; den Metallen kam, so meinte man, unter anderen Körpern diese Eigenschaft zu.

Eine Anzahl von Physiologen und Pathologen steht in Beziehung auf die Auffassung der vitalen Vorgänge und Erscheinungen auf der Stufe der alten Phlogistiker, sie schreiben die Effecte des Nervensystems einer

Standpunkt
vieler Physio-
logen der heu-
tigen Zeit.

Nervenkraft zu, die Vegetation, die Irritabilität, Sensibilität, die sogenannte Action und Reaction, ganz einfache Effecte der Bewegung. oder des Widerstandes, Ursachen der Bildung und des Wechsels der Form, die man in dem Ausdrücke der typischen Kräfte zusammenfaßt, gelten als Wesen für sich oder nehmen zum wenigsten in den Erklärungen die Stelle der alten Essenzen ein.

Berücksichtigung
von Wirkung
mit Ursache.

Die gewöhnlichsten Erscheinungen verkörpern sich noch jetzt in dem Geiste vieler Physiologen zu eigenthümlichen Fähigkeiten, zu Eigenschaften, die sie durch besondere, von anderen bekannten verschiedene Ursachen zu erklären verführt sind; so hat die Wiederherstellung eines Gleichgewichtszustandes zwischen zwei ihrer Natur nach verschiedenen Flüssigkeiten oder von zwei ungleichartigen gelbsten Substanzen, die von einander durch eine thierische Membran getrennt sind, den Namen Endosmose und Exosmose erhalten, und mit diesen Namen geht man um, wie wenn sie Dinge für sich wären, die eine Erklärung des Vorganges in sich schlossen, während doch die Erscheinung nichts Anderes ist als eine Filtration, von der gewöhnlichen insofern verschieden, als der Durchgang, anstatt durch Druck, durch eine Anziehung (durch einen Zug, eine Verwandtschaft) bedingt wird.

Zu dieser Anschauungsweise gesellte sich der nicht minder große Irrthum, daß die Ursachen ihren Effecten ähnlich seien, daß Gleiches von Gleichem hervorgebracht werden müßte. Die Ursache der Brennbarkeit hielt man für etwas Brennbares, der Sauerheit für etwas an sich Saures, die kaustische Beschaffenheit des gebrannten Kalkes rührte von einem Causticum her, was sich von einem Körper auf den andern, von dem Kalk z. B. auf die sogenannten milden Alkalien übertragen ließ: in den Alkalien setzte man die Existenz eines Primitiv = Alkali, in

den Säuren ein acidum universale, in den Salzen ein Ursalz voraus, die analogen Körper waren Varietäten Einer Substanz.

Viele physikalische Eigenschaften eines Körpers wurden er- falsche Erklärung physikalischer Eigenschaften.
 klärt durch die physikalische Beschaffenheit seiner kleinsten Theilchen, der scharfe Geschmack wurde scharfen Partikeln zugeschrieben. Lemer y's Ansicht, daß die kleinsten Theilchen einer Säure die Form von Lanzenspißen mit Widerhaken hätten, daß die Atome der Alkalien porös wie ein Badeschwamm seien, fand ungetheilten Beifall, denn die Abstumpfung der Säure durch das Alkali, ihr gegenseitiges Neutralisationsvermögen erklärte sich damit vortrefflich, und wenn das Ammoniak das Gold aus seinen Auflösungen niederschlug, so war dies seinen Zeitgenossen einleuchtend, da sie dem Ammoniak die Fähigkeit zuerkannten, die Lanzenspißen von den Stielen abzubrechen; es wirkt, sagt Lemer y, wie ein Prügel, den ein Knabe nach einem mit Früchten beladenen Rußbaum wirft. So wurde denn gewissen Substanzen, die einen zusammenziehenden oder kühlenden Geschmack besitzen, eine zusammenziehende oder kühlende Wirkung im lebendigen Körper zugeschrieben, und ein an Alkohol reiches Getränk, was der gewöhnliche Sprachgebrauch mit »stark« bezeichnet, wurde als Stärkungsmittel in die Medicin eingeführt.

Es ist ein Irrthum zu glauben, daß diese Art der Auffassungsweise der Naturerscheinungen einer längst vergangenen Zeit angehört; in einem »Versuche einer allgemeinen physiologischen Chemie« (Braunschweig, bei Bierweg, 1844, Seite 7 der ersten Lieferung), beweisen die folgenden Stellen, daß sie sich bei vielen Ärzten unserer Zeit in jedem Augenblicke geltend macht. »Wir schließen also richtig,« so sagt Mulder, »daß im Schwefel, Selen, Chrom,

Mangan, gleichartige Kräfte vorhanden sind, und werden von selbst darauf hingewiesen, daß das chemische Verhalten von der materiellen Beschaffenheit der Elemente unabhängig ist, aber abhängig von den Kräften, welche die Moleküle vom Schwefel, Selen u. beherrschen. So kommt also zur Vorstellung des Schwefels etwas von einem Begriffe von Kraft und zwar derselben Kraft, die auch im Selen thätig ist, thätig, nicht bloß Verbindungen hervorzu- bringen, sondern auch den Hauptcharakter derselben bedingen zu helfen. Auch noch in den entfernteren Verbindungen zeigt sich die Schwefel- und Selenkraft wirksam u.

Die schönen Untersuchungen von Mitscherlich und Kopp über die Isomorphie sind, wie man sieht, nicht ver- mögend gewesen, die Eindrücke jener Anschauungsweise zu verwischen.

Eine jede Na-
turercheinung
ist bedingt
durch mehr als
eine Ursache.

Es läßt sich die Wahrheit einer Menge Meinungen oder Ansichten, ob mit Recht oder Unrecht, dies ist hier gleich- gültig, in Zweifel stellen, allein eine Erscheinung, ein Ef- fect an sich, der durch gesunde Sinne von den verschiede- nsten Personen überall und zu allen Zeiten wahrnehmbar ist, kann nicht geleugnet werden, nur über die Ursachen, durch die der Effect bedingt wird, können Zweifel herrschen, sie können völlig unbekannt sein; niemals kann aber diese Ursache durch die Einbildungskraft in dem Gebiete der Naturfor- schung ermittelt werden, denn wir wissen, daß ein und derselbe Effect, z. B. eine mechanische Bewegung, eine Blase auf der Haut, eine Contraction eines Muskels von verschiedenen Ursachen hervorgebracht, daß eine und dieselbe Ursache eine Mannichsältigkeit von Effecten hervorbrin- gen kann.

Wir wissen, daß der einfache Vorgang der chemischen

Verbindung von mindestens drei Ursachen oder Bedingungen abhängig ist, welche zu einander in einem gewissen Verhältnisse stehen müssen, wenn die Verbindung vor sich gehen soll, daß an dem Vorgange die Affinität, Cohäsionskraft und Wärme einen gleichen Antheil haben. Ebenmäßige Verbindung.

Wir wissen ferner, wenn eine gegebene Quantität Wärme den festen Körper ausdehnt, seine kleinsten Theilchen zwingt, sich von einander zu entfernen, daß eine doppelte oder dreifache Menge die Eigenschaften des Körpers völlig ändert, daß eine neue Aenderung in diesen Eigenschaften vor sich geht, wenn die Menge der zugeführten Wärme eine gewisse Größe erreicht. Wärme. Ursache dreierlei Zustände.

Es ist vollkommen gewiß, daß die Ausdehnung, das Flüssigwerden und der Uebergang in den Gaszustand von einerlei Ursache, von der Wärme, bedingt worden ist, daß aber die hervorgebrachten Effecte durchaus nicht proportional der Ursache waren, und den Grund davon haben wir mit dem größten Rechte in der Gegenwirkung oder dem Widerstande einer andern Ursache gesucht, und es hat hierdurch unsere Vorstellung über das Wesen der Cohäsionskraft eine wissenschaftliche Begründung erlangt.

Die nämliche Wärme, welche eine Bedingung der Vereinigung des Sauerstoffs der Luft mit dem Quecksilber ist, sie bringt den entgegengesetzten Effect, das Zerfallen des Quecksilberoxydes in Quecksilber und Sauerstoffgas hervor, wenn die Temperatur um einige Grade gesteigert wird. Zersetzung.

Durch einen einfachen Drydationsproceß erhalten wir aus dem Alkohol Essigsäure, wir erhalten diese Säure durch die Drydation des salicylignsauren Kalis, wir können sie darstellen aus Holz, Zucker und Amylon durch die bloße Anwendung der Hitze, bei Abschluß alles atmosphärischen Sauer-

stoffß, in allen diesen Fällen ist das hervorgebrachte Product das nämliche, aber die Bedingungen seiner Bildung außerordentlich verschieden.

Sonderung der
Lebenseffecte.
Hauptbedin-
gung des
Fortschritts.

Wenn es wahr ist, daß die wissenschaftliche Begründung der Physiologie nur durch die Erforschung der Mehrheit der Bedingungen erzielt werden kann, von denen die Lebenserscheinungen abhängig sind, daß die erste Aufgabe des heutigen Physiologen in einer Sonderung der Lebenseffecte und der Bedingungen, durch die sie hervorgebracht werden, zu suchen ist, so bleibt es gewiß, da eine Menge Ursachen an diesen Effecten Antheil haben oder Antheil haben können, daß dem Physiologen die genaue Bekanntschaft mit allen den Kräften und Ursachen, welche überhaupt in der Natur Bewegung oder eine Form- und Beschaffenheitsänderung der Materie hervorzubringen vermögen, geläufig sein muß, wie wäre es ihm sonst möglich, die Effecte, welche diesen Ursachen angehören, von jenen zu sondern, die einer Ursache zugeschrieben werden müssen, welche in ihren Ausßerungen mit der Schwere, Affinität u. nichts gemein hat.

Nicht mit aller
Schärfe in
Anwendung

Niemand kann zweifeln, daß diese Grundsätze der Forschung auch in der heutigen Pathologie sich geltend machen. In der That ist der Unterschied der jetzt herrschenden von der Anschauungsweise der vorangegangenen naturphilosophischen Methode außerordentlich groß, aber der Einfluß der letzteren ist in Deutschland wenigstens noch lange nicht vermischt. Mit aller Anerkennung der Grundsätze der exacten Naturforschung streift man nur zu gern ihre Bande ab, und überall, wo man den Weg nicht sieht, pflanzen die fessellosen Gedanken einen Wald von Irrthümern vor die Thore der Erkenntniß. Die früher so beliebten Antithesen und

Paraphrasen spielen nach wie vor in allen Erklärungen eine Hauptrolle und rauben der Beschreibung ganz gewöhnlicher Thatsachen oder Zustände die Einfachheit und Klarheit, deren sie fähig sind. Nicht in den Grundsätzen, wohl aber in ihrer strengen Durchführung liegt der Mangel.

Einige Belege aus den Schriften eines ausgezeichneten Beispiele. Pathologen der jüngsten Zeit dürften vermögend sein, diese Behauptungen zu rechtfertigen und den Einfluß ins Licht setzen, den die frühere Behandlungsweise der Wissenschaft auf die gegenwärtig herrschende stets noch ausübt; sie werden darthun, wie wenig es glückt, von unbestimmten Begriffen ausgehend, zu richtigen Folgerungen zu gelangen, und wie gering selbst bei den geistreichsten Männern bei Verzichtung auf chemische und physikalische Kenntnisse der wissenschaftliche Erwerb ist.

So bringen z. B. eine Menge äußerer Ursachen, wie Unbestimmter Begriff von Reiz und Reizen. Luft, Wärme, Electricität, Magnetismus, chemische Agentien, mechanischer Druck, Reibung u. auf den Organismus oder auf gewisse Theile desselben gewisse Effecte hervor, die sich in vielen Fällen einander ähnlich, in anderen verschieden sind. Wie ein jeder Effect, so sind auch diese bedingt einestheils durch eine gewisse Quantität der einwirkenden äußeren und andernteils der in dem Organismus thätigen Ursachen, welche der Wirkung der äußeren Ursache einen Widerstand (d. h. eine Kraft) entgegensetzen; das Wesen dieser in dem Organismus thätigen Ursachen ist bestimmbar und meßbar durch die qualitative oder quantitative Verschiedenheit der durch die äußeren Ursachen hervorgebrachten Effecte, welche Merkzeichen eines veränderten Zustandes sind. Die in dem Organismus thätigen Kräfte sind demnach ermittelbar durch die Erforschung derjenigen Effecte, die durch jede einzelne äußere Ur-

sache für sich betrachtet qualitativ oder quantitativ bedingt worden sind. Die Methode der heutigen Pathologie ist, wie einige Stellen aus dem berühmten Werke von Henle (Pathologische Untersuchungen, Berlin 1840) darthun, der gerade Gegensatz zu der eben erwähnten Untersuchungsweise. »Reiz ist (nach Henle) Alles, was, auf die organische Materie wirkend, ihre Form und Mischung und damit ihre Function verändert« (Seite 223). Weit entfernt, die Sonderung der Ursachen und ihrer Effecte als die unentbehrlichen Hülfsmittel der Erkenntniß anzusehen, werden hier, wie man sieht, alle denkbaren Ursachen der Form- und Beschaffenheitsänderung des organischen Körpers in dem Worte Reiz zusammengebunden, und in den Erläuterungen von Zuständen spielt nun jetzt dieses Wort die Rolle eines Dinges für sich, obwohl damit weder die Wirkungsweise der Electricität, noch die der Wärme oder des Lichtes, der chemischen Kräfte, des Magnetismus, sondern nur ein kleines Stück der Wirkung von jedem einzelnen dieser Agentien gemeint ist. Man substituirt z. B. in dem Folgenden dem Worte Reiz die oben von dem Autor gegebene Definition, um sogleich gewahr zu werden, welcher Gewinn der Wissenschaft durch diese Methode erwuchs.

»Der Reiz alterirt die Nervenfaser und ihr Verhältniß zum Blute, aber wenn er sie nicht ganz zerstört, so dauert der Stoffwechsel fort; ja er wird vielleicht durch die Reizung lebhafter u.«

Falsche Ana-
logien.

Niemand wird sich hiernach wundern, auf Seite 221 desselben Werkes eine Hypothese über die Wirkungsart der Reize zu finden, in welcher aber von der Wirkungsart irgend eines Dinges oder einer Ursache, welche, auf die organische Materie wirkend, ihre Form und Mischung

ändert, nicht entfernt die Rede ist. Die folgende Erläuterung der Beziehungen des Organismus zu den Reizen ist charakteristisch (S. 219). »Was der organischen Materie eigenthümlich ist, ist das Bestehen im Wechsel, das Fortschreiten nach einem bestimmten Ziele und bis zu demselben. Nicht die Reaction ist das Charakteristische, sondern das Aufhören der Reaction, nicht dadurch zeichnet sie sich aus, daß sie reizbar oder veränderlich ist, sondern dadurch, daß die Veränderungen ausgeglichen werden und durch alle Veränderungen hindurch der Organismus nach ihm innewohnenden Gesetzen sich entwickelt, denn die Saite, deren Ton durch den Reiz eines mechanischen Druckes erhöht war, tönt so lange höher, als der Druck währt, und das Metall, wenn es einmal durch Legirung elastischer geworden ist, bleibt legirt und elastisch. Aber der organische Körper hört zu reagiren auf, wenn auch die Reizung fort-dauert, und nachdem ein chemischer Einfluß seine Materie verändert und seine Thätigkeit erhöht oder geschwächt hat, so kehrt nach längerer oder kürzerer Zeit die normale Mischung und der normale Grad von Thätigkeit zurück. Wie dies geschehe, will ich in einem Bilde anschaulich machen. Man denke sich ein Gefäß mit Wasser, welchem an einer Seite soviel frisches Wasser zugeleitet wird, als von der andern abfließt. Dieses Wasser reize man chemisch, man werfe z. B. eine Handvoll Salz hinein. Auf diesen Reiz reagirt das Wasser durch einen salzigen Geschmack, anfangs heftig, dann aber immer schwächer, und wenn zuletzt das Wasser ganz erneuert ist, wird sich keine Spur des Salzes mehr in dem Gefäße finden. Dies Bild, so roh es ist, paßt vollkommen auf unsern Fall u.«

Der Verfasser verfährt, wie man leicht bemerkt, in seinen Erklärungen und Auseinandersetzungen der Form nach

wie der Physiker. Er erklärt das Verhalten des organischen Körpers, indem er sich bemüht, seine Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit mit anderen bekannten darzuthun; über die Eigenthümlichkeit einer Erscheinung sucht er Aufschlüsse zu erhalten durch die Auffuchung und Vergleichung ähnlicher Erscheinungen, welche durch bekannte Ursachen hervorgebracht werden. Diese Methode hat auch die Naturphilosophie des Alterthums wie der Neuzeit niemals verschmäht. Man beging nur darin Fehler, daß man die Erscheinungen, welche erklärt werden sollten, mit anderen verglich und in Zusammenhang zu bringen suchte, mit denen sie in keiner wirklichen Beziehung standen, und daß man die Ursachen ähnlicher Erscheinungen, namentlich solcher, die sehr häufig wahrgenommen werden, als bekannt voraussetzte, weil sie der Wahrnehmung so geläufig sind, ohne sie wirklich zu kennen. Durch scheinbare Analogien, d. h. durch Bilder, läßt sich keine Einsicht erwerben.

Beispiele falscher Vergleichen.

Den Druck auf die Saite, welcher den Ton erhöht, nennt Henle einen Reiz, wie überhaupt nach ihm alle denkbaren Form-, Beschaffenheits- und Mischungsänderungen von Reizen herrühren. Nun hat aber der Druck gar keine directe Beziehung zur Beschaffenheit des Tones, indem er nur dient, um die Saite momentan zu verkürzen. So werden denn auch die Metalle durch Legirung nicht elastischer, weil diese Eigenschaft unabhängig ist von der Zusammensetzung. Zwischen einer tönenden Saite, einer Metalllegirung und Wasser, dem man Salz zugesetzt hat, und einem organischen Körper bestehen keine Beziehungen der Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit. Das Wasser, dessen Bestandtheile Sauerstoff und Wasserstoff sind, wird in seiner Form und Mischung nicht verändert, es wird nicht gereizt und reagirt

nicht durch einen salzigen Geschmack, eben weil das Wasser nicht schmeckt.

Der organische Körper kann nicht als Ausnahme eines großen Naturgesetzes angesehen werden, er kann nicht aufhören zu reagiren, wenn die Ursache fortwirkt, welche seine Form und Mischung und damit seine Function verändert, und wenn durch einen chemischen Einfluß seine Materie verändert worden ist, so kehrt in ihr oder in der Substanz, welche die Veränderung erlitten hat, die normale Mischung nicht zurück. In der Sprache des Physikers würde das von Henle gewählte Bild in folgender Weise zu interpretiren sein. Gleichwie das Wasser aus einem sich immer wieder füllenden Gefäße ohne Abnahme des Niveaus ausströmen kann, so dauern die Lebensäußerungen des thierischen Körpers fort, so lange derselbe die Mittel besitzt, Verluste nach Außen stets wieder zu ersetzen. Ein äußerer Einfluß kann vorübergehend die Lebensäußerungen verändern, gleichwie Salz, in fließendes Wasser geworfen, den Geschmack der Flüssigkeit. Aber so wie allmählig der Geschmack sich verliert, wenn man kein Salz mehr zusetzt, so erlöschen jene veränderten Aeußerungen der Lebensthätigkeit, wenn die Ursachen nicht fortbauern, die sie hervorrief, und die normalen Functionen sich wieder geltend machen können. In dieser Form ausgedrückt sieht man leicht ein, daß die Action des Körpers mit dem Reize nichts zu thun hat. Unter den gegebenen Bedingungen würde sich das Niveau des Wassers im Gefäße erhalten haben auch ohne Salzzusatz, das ursprünglich in dem Gefäße enthaltene Wasser würde erneuert und durch anderes Wasser ersetzt worden sein. Ganz so ist es mit dem organischen Körper; wenn der Zufluß von Außen fehlt, so nimmt eins der Mittel seiner Erneuerung und Er-

haltung ab, wie das Niveau des Wassers in dem Gefäße abnimmt, wenn man Wasser ausfließen läßt, ohne es zu ersetzen. Die durch ein glühendes Eisen oder durch Schwefelsäure zerstörte Stelle der Haut erneuert sich nicht in Folge einer Reaction, sondern weil unterhalb derselben eine Ursache der Erneuerung wirkt, deren Thätigkeit durch das Eisen oder die Schwefelsäure nicht hervorgerufen ist, sie würde gewirkt haben, auch wenn das Eisen und die Schwefelsäure niemals mit der Haut in Berührung gekommen wären; an ihrer Beschleunigung haben beide nicht den geringsten Antheil, sie hängt wieder von anderen Ursachen ab.

Typische
Kraft, ein
unbestimmter
Begriff.

Es kann gewiß nicht als eine richtige Auffassung gewisser Lebensäußerungen, wie z. B. die Entwicklung des Organismus aus dem Ei oder Keime, die Wiederherstellung der ursprünglichen Gestalt u., angesehen werden, wenn man ihnen als Ursache eine in dem Organismus wirkende, sich fortbildende Idee, eine typische Kraft unterlegt, eben weil diese Ausdrücke nichts anderes sind, als wie Bezeichnungenweisen der Erscheinungen, und warum »der Salamander ganze Gliedmaßen wiedererzeugt, während die Regeneration beim verwundeten Frosche wie bei höheren Thieren auf wenige Gewebe beschränkt ist,« dies läßt sich, wie Henle meint (Rationelle Pathologie, S. 129), aus den nach ihm bestehenden ewigen typischen Gesetzen nicht erklären, denn diese Ausdrucksform sagt doch gewiß nichts anderes, als daß diese Dinge so und nicht anders vor sich gehen, weil sie so und nicht anders vor sich gehen. Der Begriff von Erklärung schließt die Bekanntschaft mit dem Gesetze in sich ein, und der Begriff von Gesetz ist untrennbar von der Kenntniß quantitativer oder qualitativer Verhältnisse.

Mit einem rohen Bilde verglichen verhält sich der Orga-

nismus in vielen seiner Beziehungen wie die großen überseeischen Dampfschiffe; die letzteren verbrauchen in jedem Zeitmomente ihrer Reise Sauerstoff und Brennmaterial, die in der Form von Kohlenäure, Wasser und Ruß oder Rauch wieder austreten, in ihnen existirt eine Quelle von Wärme und eine Quelle von Kraft, welche Bewegungseffecte hervorbringt und die Speisen der Mannschaft zum Genusse vorbereitet, und wenn ein Segel zerreißt, so ist ein Mann vorhanden, der es flickt, ein Loch wird von dem Zimmermanne ausgebessert, Schlosser, Schmiede, eine Menge Hände sind thätig, um das Schiff in seinem ursprünglichen Zustande und in seiner Bewegung zu erhalten; so sind denn auch in dem lebendigen Körper Schlosser, Schmiede und Zimmerleute thätig, und die Aufgabe ist, sie selbst und ihr gegenseitiges Verhältniß kennen zu lernen.

Wenn zuletzt, wie von manchen Pathologen, unter einem Nicht als Reiz betrachtet. Worte, wie z. B. in dem Worte Reiz, Thätigkeiten zusammengefaßt werden, welche die Form und Mischung des organischen Körpers wirklich ändern, und solche, welche, wie das Licht, der Schall u., diese Fähigkeit nicht besitzen, so ist ein Verständniß nicht mehr möglich. Das Licht an sich ist eine Bewegungserscheinung und es wird als solches im Auge wahrgenommen, weil es eine Bewegung in dem Sehnerven hervorruft, welche dem Sensorium sich mittheilt; die eingetretene Bewegung wird fortgepflanzt, sowie der Ton einer Flöte, durch die Luft fortgepflanzt, eine Saite im Klavier zum Tönen bringt. Der Eindruck von Licht ist die Bewegung selbst. Aber diese Bewegung an sich bringt in dem Auge oder dem Gehirn keine Aenderung der Form und Mischung hervor, wenn nicht neue Ursachen hinzukommen, und zu diesen Ursachen gehört die Gedankenarbeit, durch die der

Eindruck zur bewußten Empfindung wird, welche Begriffe und Vorstellungen erweckt.

Daß ein Stück weißes Papier durch das von demselben reflectirte Licht eine Veränderung in der Form und Mischung des Gehirns hervorbringe, dürfte wohl Niemand im Ernst behaupten, denn in diesem Falle würde einem Stück schwarzen Papier, was kein Licht ausstrahlt, ebenfalls eine, obwohl entgegengesetzte Wirkung zugeschrieben werden müssen; aber das nämliche Schwarz und Weiß in der Form von Buchstaben in einem Buche erregen die mannichfaltigsten Gefühle, Begriffe und Vorstellungen, und üben durch diese, und nicht durch das Licht, einen Einfluß auf die Beschaffenheit des Gehirns aus.

Schall als
Reiz.

In ganz gleicher Weise verhält es sich beim Schall; die Vibration der Luftwellen pflanzt sich durch die Gehörgane fort und theilt sich dem Gehörnerven mit; die Bewegung des Trommelfells ändert weder seine Form noch Zusammensetzung, so wenig, wie die Form und Zusammensetzung der Theilchen, die durch dasselbe eine gleiche Bewegung empfangen. Dasselbe Auge wird in einer Bildergalerie ermüdet, obwohl es darin weit weniger Licht empfängt, wie in derselben Zeit im Freien; ganz ähnlich ist es mit dem Schalle.

Falscher Begriff von
Reaction.

Falsche Begriffe, die allmählig in ein Wort mit aufgenommen wurden, sind stete Veranlassungen wiederkehrenden Mißverständnisses oder der Unmöglichkeit, einander zu verstehen; dies ist z. B. der Fall mit dem Worte Reaction, was Gegenwirkung heißt, aber in der Physiologie in einer ganz andern Bedeutung gebraucht wird. Man sagt, die Drüse reagirt gegen einen Reiz, wenn das Secretionsvermögen derselben durch eine äußere Ursache gesteigert wird, wie dies wahrnehmbar in der größeren Menge des Secretes zur

Zeit des Reizes ist. Eine Eigenthümlichkeit des organischen Körpers bestehe nun darin, daß die erhöhte Thätigkeit der Drüse nicht fortdaure, wenn auch der Reiz fortdaure, obwohl es doch in der Natur der Sache liegt, daß die Secretion aufhören muß, wenn keine der Secretion fähige Materie mehr vorhanden ist, daß sie wieder beginnt, sobald neue Zufuhr erfolgt. Die Wirkung des Reizes ist hier nicht Wirkung auf die Drüse, sondern es ist Wirkung auf die Ursache, welche die Secretion gleichförmig macht, so daß sie in Folge des Reizes in der einen Zeit mehr als in der andern secernirt.

So geht in dem Schwanz einer Eidechse in jedem Zeitmomente eine Umsehung und Erneuerung seiner Theilchen vor sich, und wenn der Schwanz abgeschnitten und damit der Zusammenhang der beiden Schnittflächen aufgehoben wird, so wirkten die Kräfte, welche ihn bedingten, der Trennung der Schnittflächen durch das Messer entgegen, aber eine Gegenwirkung der Lebenskraft gegen das Messer findet nicht Statt. Die Schnittfläche des abgeschnittenen Schwanzstückes erneuert sich nicht, wohl aber die andere, welche mit dem Organismus in Verbindung steht, nicht in Folge einer Reaction, sondern weil die Ursachen ihrer Erneuerung unausgesetzt darin fortbauern. Der Körper der Eidechse integriert sich nicht, wenn die Nahrung fehlt. Wenn der Schwanz wieder gewachsen ist, so haben andere Theile in dem nämlichen Verhältnisse an Gewicht und Volumen in diesem Falle abgenommen. Der organische Körper verhält sich in allen seinen Beziehungen wie die anderen Körper. Eine Menge Effecte, welche durch äußere Ursachen in ihm hervorgebracht werden, sind bleibend, selbst wenn die Ursache nicht fortwirkt, die sie hervorbringt, andere werden ausgeglichen, wenn die fortwirkende Ursache der Störung fehlt, weil in ihm selbst

Kräfte oder Ursachen des Widerstandes thätig sind, die sich unausgesetzt geltend machen.

Wörterklärungen
gen kein Fortschritt.

Der geringe Erwerb in der naturphilosophischen Periode der Physiologie giebt hinreichend zu erkennen, daß die ideenreichste Beschreibung einer Function des organischen Körpers, des Athmungsprocesses z. B., oder der Verdauung, oder eines Krankheitszustandes, zu seiner Erkenntniß nicht hinreicht, und daß die scharffinnigsten Combinationen zum Fortschritte nichts beitragen, wenn sie nicht auf eine genauere und schärfere Ermittlung der vorhandenen oder auf neu hinzukommende Thatsachen gestützt sind. Das Vorstellungsvermögen allein befähigt uns nicht, den ursprünglichen Standpunkt zu verlassen, und eine bloße Aufeinanderfolge von Ansichten und Meinungen ist nicht ein Fortschritt zu nennen, sondern dem Verfahren eines Mannes zu vergleichen, der, im Kreise sich drehend, die mannichfaltigsten Gesichtspunkte zu gewinnen sucht. Auch diese Gesichtspunkte sind nothwendig, weil wir durch sie die Richtung erfahren, in welcher wir unsere Kräfte verwenden müssen, aber die Beschreibung eines Zustandes, z. B. des Schnupfens, einer Entzündung der Schleimhaut der Nase, darf niemals als eine Erklärung, sie darf nicht als Endziel der Forschung angesehen werden. Ein neuer Ausdruck für Erkältung als eine auf die Hautnerven wirkende Schädlichkeit ist kein wirklicher, sondern nur ein idealer Gewinn.

Uebung des Wahrnehmungsbemügens, ein Hinderniß für Beobachtung.

Der richtige Gebrauch unserer Sinne, die Beurtheilung einer Entfernung, die Schätzung der Höhe oder des Umfangs eines Gegenstandes wird durch Erfahrung und Nachdenken erworben; so ist denn auch die richtige Auffassung einer Naturerscheinung und ihr Wiedergeben in ihrer Reinheit, ungetrübt durch die während ihrer Wahrnehmung er-

weckten Vorstellungen, nur das Attribut eines wohlgeübten und erfahrenen Geistes. Der Botaniker erkennt durch den bloßen Ueberblick das Vorhandensein oder die Verschiedenheit der einzeln ihn umgebenden Pflanzen, das Auge des Malers bringt ihm eine Menge Einzelheiten zum Bewußtsein, welche der Ungeübte in vielen Fällen selbst mit Anstrengung nicht wahrnimmt. In keiner unter den Erfahrungswissenschaften ist diese Schärfung und Uebung des Wahrnehmungsvermögens nützlicher und nothwendiger, wie in der Physiologie und Pathologie, in keiner ist die Meisterschaft seltener, wie in der Medicin. Daher kommen denn die vielen Widersprüche in der Auffassung der einfachsten Zustände, daher die Aufeinanderfolge der entgegengesetztesten Heilmethoden, das Auftauchen und spurlose Untergehen einer Menge von Schriften über die Ungesundheit einer Gegend, über die Natur des gelben Fiebers, der Pest, der Cholera, verfaßt von Personen, denen die Dertlichkeit der ungesunden Gegend gänzlich unbekannt ist, die nie einen gelben Fieber-, Pest- oder Cholerafranken zu sehen Gelegenheit hatten. Um in der Chemie und Physik einer theoretischen Ansicht Geltung zu verschaffen, ist es unumgänglich nöthig, daß derjenige, der sie aufstellt, durch vorangegangene praktische Untersuchungen eine hinlängliche Bürgschaft seines Wahrnehmungs- und Combinationsvermögens gegeben hat. Wenn diese Bürgschaft fehlt, so bleibt die Ansicht, selbst wenn sie ein der Wahrheit vollkommen entsprechender Ausdruck ist, unbeachtet, sowie der Widerspruch von Seiten sogenannter Theoretiker nicht die geringste Aufmerksamkeit erweckt. Es gehörte ein Berzelius dazu mit seinem scharfen Wahrnehmungsvermögen, um die Richter'schen Vorstellungen über die chemischen Proportionen vom Untergange zu retten, um ihre

innere Wahrheit und die Existenz eines allgemeinen Verbindungsgesetzes unter einer Masse falscher Thatsachen zu erkennen, von denen eine einzige, die nicht existirende kohlensaure Thonerde, welche zum Ausgangspunkte der ersten Aequivalententafel diente, hinreichte, um allen Glauben an die anderen richtigen zu vernichten.

Irthum beruht auf falschen Beobachtungen und Combinationen.

Von dem Standpunkte der Naturforschung aus beruht eine jede irrige Anschauungs- und Betrachtungsweise stets auf dem Mangel an richtigen Beobachtungen und auf dem falschen Begriffe, den man von dem Wesen einer Beobachtung hat, sie gründet sich ferner darauf, daß man das stete Zusammenvorkommen zweier Dinge oder das gleichzeitig stetige Auftreten zweier Erscheinungen für einen nothwendigen Zusammenhang nimmt, daß man beide als gegenseitig einander bedingend betrachtet. In der Natur kommen eine Menge Erscheinungen neben einander vor, von denen die eine nicht wahrnehmbar ist, wenn die andere fehlt, aber zahllose andere gehen neben einander vor sich, ohne daß sie mit einander in irgend einer Verbindung stehen. Die Voraussetzung eines in dieser Weise irrigen Zusammenhanges oder Causalnexüs rührt in allen Fällen von einer falschen Beobachtungsweise her. So ist denn zulezt die Verknüpfung zweier Erscheinungen, welche nur in einer einzigen Beziehung einander ähnlich sind, stets die Folge mangelhafter Beobachtungen.

Beobachtung.

Etwas sehen oder sinnlich wahrnehmen, ist eine Bedingung des Beobachtens, allein das Sehen und Wahrnehmen charakterisirt die Beobachtung nicht.

Die Aufgabe des Beobachters ist nicht bloß das Ding zu sehen, sondern auch die Theile, aus denen das Ding besteht; ein guter Beobachter muß wahrzunehmen und sich bewußt

zu werden suchen, in welchem Zusammenhange die Theile des Dinges zu einander und zu dem Ganzen stehen.

Eins der bekanntesten Beispiele irriger Beobachtung ist der Einfluß, den man dem Monde in Beziehung auf die Kälte der mond hellen Nächte, auf die Bildung des Thaus und Reifes zugeschrieben hat, während der Mond nur Zuschauer ist, wenn sich Thau oder Reif bildet.

In einem sonst vortrefflichen Vortrage über den Einfluß des Mondes auf die Erde, der im vorigen Jahre in Dresden gehalten wurde, wird gesagt:

»Ohne Atmosphäre läßt sich aber auch nicht das Bestehen von Wasser oder einer ihr ähnlichen Flüssigkeit in tropfbarer Form denken. Könnte unsere Erde plötzlich der Luft entkleidet werden, so müßten ihre Flüsse und Meere verdunsten und die ganze Erde würde in Kurzem austrocknen, in gleicher Weise, wie wir dieses Experiment im Kleinen unter der Luftpumpe bewirken.« Hier ist, wie man sieht, ein Zusammenhang der Verdunstung mit der Atmosphäre vorausgesetzt und angenommen, der in der Natur nicht besteht. Ohne die Atmosphäre würden sich keine Wolken bilden, das flüssige Wasser würde in der Form der Dampfbläschen nicht getragen werden, der Wasserdampf würde sich nicht zu einer so großen Höhe erheben können, aber auf die Verdunstung hat die Atmosphäre keinen Einfluß, und unter dem Recipienten der Luftpumpe erzeugt sich eine gleiche Menge Wasserdampf, gleichgültig, ob derselbe luftleer oder mit Luft erfüllt ist.

In wie vielen physiologischen Schriften ist nicht die Ansicht ausgesprochen worden, daß das Stickgas der Atmosphäre zur Verdünnung des Sauerstoffs, zur Verlangsamung und Mäßigung seiner Wirkung auf den Organismus beitrage, während die Sauerstoffmenge in dem gegebenen Raume sich

Beispiele irriger Beobachtungen. Einfluß des Mondes auf die Thaubildung.

Der Atmosphäre auf die Verdunstung.

Die Verdünnung des Sauerstoffgases der Atmosphäre durch Stickgas.

in keiner Weise ändert, wenn wir uns denken, daß das Stickgas plötzlich von der Erde hinweggenommen werde. Zwei ihrer Natur nach verschiedene Gase üben auf den menschlichen Körper oder auf die Unterlage einen gewissen Druck aus, aber die Theilchen des einen Gases pressen die des andern nicht zusammen. Bringen wir zwei Flaschen, wovon die eine Stickgas enthält, während die andere luftleer ist, mit einander durch ein Glasrohr in Verbindung, so verbreitet sich das Stickgas in beiden Flaschen. Sind beide Flaschen von gleichem Rauminhalte, so enthält die eine soviel davon wie die andere. Ganz dasselbe tritt ein, wenn die eine Flasche, anstatt luftleer zu sein, mit Sauerstoffgas bei gleichem Drucke angefüllt ist, das Stickgas verbreitet sich in der Flasche mit Sauerstoffgas, wie wenn kein Sauerstoffgas vorhanden wäre, das Sauerstoffgas verhält sich auf ganz gleiche Weise gegen das Stickgas.

Die wasseranziehende Kraft der Sonnenstrahlen.

Die Erfahrung, daß viele Bergwerke in hohem Sommer der Wasser wegen, womit sich die Gänge füllen, nicht baubar sind, hat manche Naturforscher bewogen, den Sonnenstrahlen eine wasseranziehende Kraft zuzuschreiben, die sich dadurch, so sagen sie, natürlich erklärt, insofern durch die Wirkung der Sonne der Boden austrocknet und leere Räume entstehen, welche durch Capillarwirkung von unten auf wieder ausgefüllt werden. Wir wissen, daß ein Zusammenhang zwischen der Sonne und dem Wasser in den Gruben statt hat, der aber ganz einfach darauf beruht, daß im Sommer die Bäche austrocknen, durch welche die Pumpen in Bewegung gesetzt werden, die dazu bestimmt sind, um das täglich in gleicher Menge zubringende Wasser herauszuschaffen.

In einer ähnlichen Beziehung mag das Branntweintrinken mit dem Selbstverbrennen stehen, da es sich nur bei Be-

trunkenen ereignen mag, daß sie in das Feuer fallen und dann verzehrt werden.

Der falsche Begriff von lebend und todt oder lebendigen und todtten Kräften, der in diesem Augenblicke das Gebiet der Physiologie von dem der Chemie wie durch einen unermesslichen Abgrund trennt, beruht lediglich auf dem Mangel an wirklichen und dem Vorhandensein ganz irriger Beobachtungen; es verhält sich damit, wie mit den Ansichten, die man noch im 18. Jahrhunderte über das Vorkommen der Alkalien in den Pflanzen hatte und die man heutzutage in der Pathologie über das Wachsthum eines Krystalls und über die Ernährung eines organischen Wesens hegt. Weber dem Saftte noch den Pflanzentheilen gehörte das Alkali an, es war ein Product des Verbrennungsprocesses; seinen Zuhörern stellte Boerhave vor, daß gesaute Hölzer kein Alkali geben, und ebenso wenig wie das Glas, was manche Pflanzen beim Verbrennen liefern, ebenso wenig sei auch das Alkali ein Bestandtheil der Pflanzen gewesen.

Ursprung
des Alkali-
salzes in den
Pflanzen nach
Boerhave.

»Für Krystalle wie für Zellen giebt es, so sagt Henle (Rationelle Pathologie I. Th. S. 101), selbst unter den günstigsten Bedingungen ein Extrem des Wachsthums, wenn es bei jenen auch innerhalb breiterer Grenzen schwankt, als bei diesen. Krystalle fügen sich wie Zellen zu Aggregaten zusammen, welche sogar durch ihre meist baumförmige Anordnung an die Anordnung der Elementartheile in höheren Pflanzen erinnern. Todte und lebende Körper setzen den äußern Einflüssen einen gewissen meßbaren Widerstand entgegen, accommodiren sich unter Umständen oder geben ihre Form auf. Die bedeutsamste Uebereinstimmung zwischen Krystallen und Individuen der organischen Welt zeigt sich in dem Verhalten Beider nach Verletzungen durch äußere Einflüsse. Krystalle

Falsche Ver-
gleichung, Co-
häsionskraft
in der Krystal-
lisation mit
der organi-
schen Kraft.

haben wie organische Körper das Vermögen, verloren gegangene Theile mehr oder minder vollständig zu regeneriren. Dort wirkt wie hier die Kraft, welche die Körper bildete, in den gebildeten Körpern fort, unabhängig von der Materie, deren Verlust sie überlebt und ersetzt. Wird ein verstümmelter Krystall in eine Flüssigkeit, aus welcher er gleichartige Substanz anziehen kann, gelegt, so wächst er zwar im Ganzen, vorzugsweise und rascher aber nach der Seite hin, wo er zerstört worden, so daß vor allen Dingen die regelmäßige Gestalt wieder hergestellt wird; ganz so wie ein verstümmeltes Thier aus der Nahrung, die es zu sich nimmt, zuerst, soweit es nach typischen Gesetzen möglich ist, die verloren gegangenen Theile wieder erzeugt.“

So wahr es auch ist, daß in dem organischen Körper die Zunahme an Masse durch eine Kraft der Anziehung bewirkt wird, so findet dennoch selbst in der äußeren Erscheinung keine Aehnlichkeit zwischen dem Wachsen eines Krystalls und der Gestaltung eines Organismus Statt. Die Gestalt der Membran ist nicht durch die physikalische Form der Atome der Leimsubstanz bedingt, so wie dies stattfindet bei einem Alaunkrystall, der aus einem Aggregat von Alauntheilchen besteht, welche jedes für sich eine dem großen Krystall völlig gleiche Form besitzen. Die Zelle ist ein Ganzes für sich und nicht ein Aggregat von kleineren Zellen.

Erklärung.

Für Krystalle giebt es nicht wie für Zellen eine Grenze des Wachsthums; seine Vergrößerung wird nicht, wie bei den Organismen, durch eine von Innen nach Außen wirkende Ursache, sondern durch eine Flächenanziehung bewirkt. An allen Punkten seiner Oberfläche wirkt die Kraft, die Theilchen unterhalb der Oberfläche nehmen keinen Theil an seinem Wachsen, sie können entfernt werden, ohne daß damit die

Oberfläche ihre Fähigkeit der Zunahme verliert. Die durch Verstümmelung eines Krystalls neu entstandenen Flächen üben auf die Theilchen des umgebenden Mediums keine stärkere Anziehung aus wie die andern Flächen, sie ergänzen sich nicht vorzugsweise. Durch das Abschlagen der Ecke eines Octaeders erhält man eine Würfelfläche des Krystalls, begrenzt durch vier convergirende Octaedersflächen; in der krystallisirenden Flüssigkeit nimmt der Körper nach drei Dimensionen zu; die vier Flächen werden länger und breiter, und in Folge ihrer Verlängerung und Convergenz wird die Spitze wieder hergestellt und dies geschieht selbst dann, wenn die Würfelfläche mit einem Firniß überzogen wird. Wenn von einem Würfel cubischen Alauns die eine Seite abgeschlagen, der Krystall also verstümmelt wird, so nimmt derselbe in der Mutterlauge nach der abgeschlagenen Seite hin nicht im größeren Verhältniß wie nach den andern zu, die ursprüngliche Würfelform wird nicht wieder hergestellt, eben weil die Anziehung einer einzelnen Stelle der einen Würfelfläche nicht größer ist wie die anziehende Kraft einer gleich großen Stelle von einer andern der sechs Würfeloberflächen.

Ein Krystall, der in einer gesättigten Lösung wächst, nimmt stets nur an einer Seite an Größe vorzugsweise zu und dies ist die dem Boden des Gefäßes zugekehrte Fläche, welche der Natur der Sache nach stets mit der specifisch schwersten und an krystallisirenden Theilchen reichsten Salzlauge umgeben ist. Es giebt Fälle, wo in Folge der Temperaturdifferenz der Oberfläche und des Bodens ein Krystall sich nach unten hin vergrößert, während der obere Theil des Stückes seine Form verliert.

Die größten Fehler und Irrthümer entspringen daraus, daß in Beurtheilung von Krankheitszuständen, Dinge, welche

Vergleichung
der Parasiten-
theorie mit der
chemischen
Theorie über
Contagien,
Miasmen und
Fäulniß.

häufig neben einander vorkommen, als gegenseitig einander bedingend, das eine Ding als die Ursache des andern angesehen wird. So giebt es z. B. in der That für die Auffassung von Krankheitszuständen und für die richtige Wahl der Mittel, um sie zu heben, keine Ansicht, welche einer wissenschaftlichen Begründung mehr ermangelt, als die, daß Miasmen und Contagien belebte Wesen sind, Parasiten, Pilze oder Infusorien, die sich in dem gesunden Leibe entwickeln, fortpflanzen und vermehren und dadurch die Krankheitszustände und den Tod bewirken.

Wenn ich in dem Folgenden versuche, durch eine Reihe von Thatsachen gewisse Vorgänge im lebendigen Organismus in Beziehung zu bringen mit Erscheinungen, die in der unbelebten Natur wahrgenommen werden, so geschieht dies weit weniger zu dem Zwecke, um eine Ansicht über die Natur und das Wesen der Contagien und Miasmen, oder über Gährung und Fäulniß geltend zu machen, als die Aufmerksamkeit der Naturforscher einer bis dahin wenig beachteten, ganz allgemeinen Ursache zuzulenken, welche überall mitwirkt, wo eine Form- und Beschaffenheitsveränderung in der Materie, wo Verbindung und Zersekung vor sich geht. Und wenn der Beweis geführt ist, daß diese Ursache auf die Aeußerung und Richtung der Cohäsionskraft und Affinität einen ganz bestimmten und nachweisbaren Einfluß ausübt, so wird ihr unleugbarer Antheil an den Wirkungen der Lebenskraft um so weniger in Frage gestellt werden können, da die Lebenskraft mit den chemischen Kräften in einerlei Klasse gehört, insofern sie wie diese erst bei Berührung oder in unmeßbar kleinen Entfernungen sich thätig zeigt.

Ein Blick auf die Grundlagen der Parasitentheorie und der andern, die man die chemische genannt hat, dürfte genügen, um den Werth beider zu beurtheilen.

Jedermann weiß, daß das Wasser bei allen Temperaturen unter 0° gefriert, und daß sich während der Eisbildung die Temperatur auf 0° erhält, demungeachtet läßt sich Wasser bis auf 15 Grade unter den Gefrierpunkt des Wassers abkühlen, ohne fest zu werden, und dies geschieht, wenn es in völliger Ruhe erkaltet. Die kleinste Erschütterung reicht aber alsdann hin, um die Eisbildung zu bewirken.

Ganz ähnlich verhalten sich eine Menge in der Hitze gesättigter Salzlösungen; in völliger Ruhe erkaltet sehen sie keine Krystalle ab, es tritt keine Scheidung des Wassers von dem aufgelösten Salze ein, die mindeste Bewegung, ein Staubchen, ein Sandkorn in die Flüssigkeit geworfen, bewirkt in diesen Fällen, daß der bewegte Theil krystallisirt, und hat die Krystallisation einmal begonnen, so setzt sie sich durch die ganze Masse fort.

Durch anhaltendes Schütteln und Reiben wird das schwarze amorphe Schwefelquecksilber zu rothem krystallinischen Zinnober; das Schmiedeeisen, dessen Theilchen regellos lagern, wird durch das bloße Hämmern krystallinisch. Durch das Reiben einer Stelle des citrongelben Jodquecksilbers geht es in eine neue Krystallform über und wird scharlachroth.

Aus diesen Thatsachen ergibt sich, daß eine mechanische Bewegung auf die Aeußerung der Kraft, welche den Zustand der Körper bedingt, einen Einfluß besitzt, diese Bewegung pflanzt sich auf die kleinsten Theilchen der Körper fort; um Krystalle zu bilden, müssen sie sich gewissen Seiten zukehren, in denen ihre Anziehung am stärksten ist; es ist klar, daß in Flüssigkeiten sowohl wie in festen Körpern die Atome in Bewegung gesetzt werden können durch einen Stoß oder Schlag, durch Reibung oder überhaupt durch mechanische Ursachen.

Einfluß me-
chanischer
Bewegung
auf die Kry-
stallisation.

Auf krystalli-
sirende Salze
lösungen.

Auf Schwefel-
quecksilber
Eisen, Jod-
quecksilber.

Aber nicht bloß auf die Aeußerung der Cohäsionskraft üben diese Ursachen einen gewissen Einfluß aus, sondern auch auf die chemische Verwandtschaft.

Einfluß me-
chanischer
Bewegung
auf die Aeu-
ßerung chemi-
scher Ver-
wandtschaft.

In einer verdünnten Auflösung von Chlorkalium bringt Weinsäure keinen Niederschlag hervor; das bloße Schütteln, die Reibung der inneren Gefäßwand mit einem Glasstab macht, daß sich augenblicklich Krystalle von saurem weinsau-rem Kali absetzen. Knallsaures Silberoxyd und Quecksilberoxydul explodiren mit der größten Heftigkeit durch einen Stoß oder eine schwache Reibung, ganz so verhält sich das Berthollet'sche Knallsilber, das picrinsalpetersaure Bleioxyd und viele andere. Es ist klar, daß sich in diesen Fällen der Stoß, die Reibung oder überhaupt die Bewegung den Atomen dieser Verbindungen mittheilt, daß die Richtung ihrer Anziehung dadurch geändert wird; sie ziehen sich jetzt in andern Richtungen wie vorher an und in Folge davon entstehen neue Produkte. Das knallsaure Silberoxyd enthält die Elemente der Cyan säure. Durch den Stoß oder die Reibung wurde eine neue Ordnungsweise derselben herbeigeführt; ein Theil des Kohlenstoffs entwickelt sich mit allem Sauerstoff in Verbindung als Kohlen säure, mit der Kohlen säure entwickelt sich Stickgas, von diesen plötzlichen Uebergang in Gasform rührt die Explosion her.

Wird das farblose leichtflüßige Styrol in eine Glasröhre gebracht, die durch einen Mechanismus 30 Stunden lang in Längsschwingungen versetzt wird, so geht es fast gänzlich in den starren Zustand über. (Sullivan.)

Wärme, ähn-
lich den Wir-
kungen einer
mechanischen
Kraft.

Durch die Wärme werden eine Menge Körper zersezt, und ihre Wirkung ist in diesen Fällen vollkommen ähnlich der Wirkung einer mechanischen Kraft. Die Wärme wirkt wie ein Keil, der zwischen die Atome getrieben wird. Ist

zwischen zwei Atomen der Widerstand, den die chemische Kraft, die sie zusammenhält, dem Einbringen des Keils entgegensetzt kleiner als die Kraft, welche sie auseinanderreibt, so fallen sie auseinander, es erfolgt Zersetzung. Quecksilberoxyd zerfällt in Sauerstoffgas und in Metall. In Körpern, welche mehr wie zwei Elemente enthalten, wirkt die Wärme auf ganz gleiche Weise. Bei einem gewissen Temperaturgrad explodirt das Knallsaure Silber und Quecksilber, das Berthollet'sche Knallsilber, das picrinsalpetersaure Bleioxyd u. Die Wärme hebt die ursprüngliche Ordnungsweise der Atome und damit das Gleichgewicht ihrer gegenseitigen Anziehung auf, sie lagern sich jetzt in anderen Richtungen, in welchen ihre Anziehung stärker ist. Die Bildung neuer Produkte beruht auf der Herstellung eines neuen Gleichgewichtszustandes; demselben Wärmegrad ausgesetzt erleiden sie keine weitere Veränderung mehr; wird die Temperatur gesteigert, so tritt eine neue Störung, und in Folge derselben ein neuer Gleichgewichtszustand, eine neue Ordnungsweise der Elemente ein. Durch den Einfluß einer schwachen Glühhitze zerfällt die Essigsäure in Kohlensäure und Aceton, die Kohlensäure enthält $\frac{2}{3}$ von dem Sauerstoff, das Aceton enthält allen Wasserstoff der Essigsäure; in höherer Temperatur zerfällt das Aceton in eine Kohlenstoffverbindung, welche den Sauerstoff enthält und in einen ölartigen Kohlenwasserstoff.

Bei einer Temperatur von 200 Graden wird das flüssige Styrol fest, hart und glasartig. (Hofmann und Blyth.)

Man hat beobachtet, daß Platin die Salpetersäure nicht zersetzt, daß es durch diese Säure nicht oxydirt und nicht aufgelöst wird. Eine Legirung von Platin mit Silber löst sich hingegen leicht in Salpetersäure.

Einfluß des
Zustandes
chemischer
Thätigkeit

auf die Fähig-
keit der Kör-
per, Verbind-
ungen ein-
zugeben

Metallisches Kupfer zerlegt das Wasser nicht beim Sieden mit verdünnter Schwefelsäure, gewisse Legirungen von Zink, Nickel und Kupfer lösen sich hingegen leicht und unter Wasserstoffgasentwicklung in verdünnter Schwefelsäure. Es giebt von diesen drei Metallen in gewissen Verhältnissen Legirungen, die von verdünnter Schwefelsäure nicht gelöst werden; wird aber der Säure in diesem Falle eine Spur Salpetersäure zugesetzt, so beginnt eine Drydation, welche einmal eingetreten auch ohne weitere Mitwirkung der Salpetersäure sich fortsetzt. Die Lösung des Platins und Kupfers erfolgt in beiden Fällen gegen die elektrischen Gesetze; Wärme oder andere Ursachen, welche die Affinität zu steigern vermögen, haben an diesem Vorgang keinen Antheil.

oder Berührung
zu erleiden.

Bringt man ferner Wasserstoffhyperoxyd mit Bleihyperoxyd oder Silberoxyd in Berührung, so wird die Zersetzung des ersteren wie durch viele feste Körper beschleunigt, es zerfällt unter Aufbrausen in Sauerstoffgas und Wasser, aber die Theilchen der beiden genannten Metalloxyde erleiden in Berührung mit den sich zersetzenden Theilchen des Wasserstoffhyperoxyds eine gleiche Zersetzung, das Silberoxyd zerfällt in Sauerstoffgas und Metall, das Bleihyperoxyd in Sauerstoffgas und Bleioxyd. Diese beiden Metalloxyde verhalten sich unter diesen Umständen genau so wie wenn sie einer schwachen Glühhitze ausgesetzt worden wären.

Es geht aus diesen Erscheinungen hervor, daß der Zustand der Verbindung oder Zersetzung eines Körpers, der Zustand des Ortswechsels oder der Bewegung, in welchem sich seine Theilchen befinden, auf die sie berührenden Theilchen vieler andern Verbindungen einen Einfluß ausübt; sie gehen in denselben Zustand über, ihre Elemente spalten sich

in gleicher Weise, und erhalten das Vermögen eine Verbindung einzugehen, was sie für sich nicht besaßen. Die Zersetzung des zweiten Körpers setzt natürlich voraus, daß der Widerstand der Kraft, welche seine Atome in der ursprünglichen Ordnung zusammenzuhalten strebt, kleiner ist als die auf sie einwirkende Thätigkeit.

Die Eigenschaft einer in Verbindung oder Zersetzung begriffenen Substanz, in andern sie berührenden gleichartigen oder ungleichartigen den nämlichen Zustand der Form und Beschaffenheitsveränderung hervorzurufen, gehört den organischen Körpern in noch höherem Grade an wie den unorganischen.

Bei organischen Substanzen.

Faules Holz, in Berührung mit frischem Holze, verwandelt allmählig unter denselben Bedingungen das frische Holz in faules Holz.

In frischem Harn geht bei vollkommenem Abschluß des Sauerstoffs keine Veränderung des Harnstoffs und der darin enthaltenen Hippursäure vor sich, der Luft ausgesetzt, erleidet eine andere im Harn vorhandene Substanz in Folge einer Sauerstoffaufnahme eine Form- und Beschaffenheitsveränderung, die sich auf den Harnstoff und die Hippursäure überträgt, der Harnstoff zerfällt in Kohlensäure und Ammoniak, die Hippursäure verschwindet, an ihrer Stelle findet sich Benzoesäure.

Verhalten des Harnstoffs und der Hippursäure im Harn.

Faules Holz nimmt aus der Luft Sauerstoff auf und giebt an die Luft ein gleiches Volumen Kohlensäure zurück. Wird der Luft Wasserstoffgas zugesetzt, so oxydirt sich mit dem Holz der zugesetzte Wasserstoff, er erhält die Fähigkeit, sich bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Sauerstoffe der Luft zu verbinden, die ihm sonst völlig abgeht. Unter denselben Umständen absorbirt der Weingeistdampf Sauerstoffgas und verwandelt sich in Essigsäure.

Einfluß der Zersetzung des Holzes auf die Oxydation des Wasserstoffgases.

Blutfibrin u.
Bierhefe ver-
halten sich
gegen Wasser-
stoffhyperoxyd
gleich.

Das frische Blutfibrin verhält sich gegen die Luft wie feuchtes Holz, es geht in Verwesung über; bringt man es in diesem Zustande der Zersetzung mit Wasserstoffhyperoxyd zusammen, so zerfällt letzteres augenblicklich unter Aufschäumen in Wasser und Sauerstoffgas. Wird das Blutfibrin mit Wasser zum Sieden erhitzt, so hört diese beschleunigende Wirkung völlig auf. In gleicher Weise verhält sich die Bierhefe, sie bewirkt in dem Wasserstoffhyperoxyd augenblicklich ein Zerfallen seiner Bestandtheile, wird sie vorher zum Sieden erhitzt, so hört auch bei ihr die Wirkung auf. (Schloßberger.)

Verhalten der
zusammengesetz-
ten organischen
Atome.

In ganz besonders hohem Grade sind diese Eigenschaften wahrnehmbar an den complexen organischen Atomen; je größer in der That die Anzahl der einzelnen Elemente und Atome ist, die sich zu einer Gruppe von Atomen von bestimmten Eigenschaften vereinigt haben, je mannichfaltiger die Richtungen ihrer Anziehungen sind, in demselben Verhältniß muß die Kraft kleiner sein, welche je zwei oder drei der kleinsten Theilchen der Gruppe zu einander haben; sie setzen den auf sie einwirkenden Ursachen ihrer Form- und Beschaffenheitsveränderung wie der Wärme, oder chemischen Affinitäten einen viel geringeren Widerstand entgegen, sie sind leichter veränderlich und zersetzbar wie Materien von einfacherer Zusammensetzung.

Säutnif.

Die Schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen und Thiere gehören zu den zusammengesetztesten organischen Atomen; von dem Augenblick an, wo sie, von dem Organismus getrennt, mit der Luft in Berührung kommen, gehen sie in einen Zustand der Zersetzung über, welcher einmal angetreten fortbauert, auch wenn die Luft ausgeschlossen wird. Die farblosen Schnittflächen einer Kartoffel, einer

Kübe, eines Apfels färben sich an der Luft sehr bald braun. Bei allen diesen Substanzen ist die Gegenwart einer gewissen Menge Wasser, durch welches ihre kleinsten Theilchen Beweglichkeit empfangen, eine nothwendige Bedingung, um bei vorübergehender Berührung mit Luft eine Form- und Beschaffenheitsveränderung, eine Spaltung in neue Produkte hervorzurufen, welche unausgesetzt fort dauert, bis kein Theil des ursprünglichen Körpers mehr übrig ist. Diesen Vorgang hat man bekanntlich mit dem Namen Fäulniß bezeichnet.

Die Erfahrung zeigt ferner, daß eine Menge von Substanzen, in Berührung mit diesen im Zustande der Zersetzung begriffenen, d. h. faulenden schwefel- und stickstoffhaltigen Stoffen, ihre Eigenschaften ebenfalls ändern, sie spalten sich, so wie sich diese spalten, und ihre Elemente gruppiren sich zu neuen Produkten, in deren Zusammensetzung in den meisten Fällen keins der Elemente des faulenden Stoffes aufgenommen wird. Aus allen diesen Erscheinungen ist klar, daß die Zersetzung des zweiten Körpers nicht bewirkt wird in Folge einer Verwandtschaftsäusserung, eben weil der Begriff von Affinität nicht trennbar ist von dem Begriff von Verbindung.

Verwandtschaft nicht die Ursache der Fäulniß.

In Berührung mit dem stickstoffhaltigen Bestandtheil der gekeimten Gerste zerfällt sich das Asparagin in Bernsteinsäure und Ammoniak, das Amygdalin zerfällt mit dem stickstoffhaltigen Bestandtheil der süßen Mandeln in Blausäure, Bittermandelöl und Zucker, das bittere Salicin in Saligenin und Zucker.

Zersetzung des Amygdalins und Asparagins durch faulende Substanzen.

Die Kartoffeln, das Mehl der Getreidearten enthalten keinen Zucker. Die bloße Berührung mit Wasser reicht hin, um in Folge der hierdurch im schwefel- und stickstoffhaltigen

Ueberführung des Amylon in Zucker.

Körper eintretenden Veränderung eine Ueberführung des Amylons in Zucker zu bewirken.

Durch thierische Haut.

Die mit Wasser befeuchtete thierische Haut bewirkt eine Umwandlung des Milch- und Traubenzuckers in Milchsäure, ganz dieselbe Eigenschaft besitzt der Kleber der Getreidearten, der thierische Käse und ein Malzauszug.

Gährung und Gährungsfähigkeit.

Die Eigenschaft eines organischen Körpers, in Berührung mit einem faulenden in denselben Zustand der Zersetzung überzugehen, heißt bekanntlich »Gährungsfähigkeit«, der Vorgang seiner Zersetzung »Gährung«.

Verschiedene Stadien der Fäulniß, ihr Einfluß auf die Gährung.

Wenn es nun wahr ist, daß die Form- und Beschaffenheitsveränderung des gährenden Körpers abhängig ist von der Form- und Beschaffenheitsveränderung, die in dem faulenden Körper oder dem Gährungsmittel vor sich geht, wenn die neue Lagerungsweise der Atome des einen Körpers bedingt ist durch die Richtung, in welcher sich die Theilchen des andern ordnen, wenn also der gährende Körper sich verhält wie wenn er ein Theil oder Bestandtheil des Gährungsmittels ausmache, so ist klar, daß sich die Spaltungsweise des einen ändern muß mit der Spaltungsweise des andern; der gährende Körper muß andere Produkte liefern, wenn sich die Spaltung oder der chemische Bewegungszustand, das Gährungsmittel, ändert.

Unzählige Erfahrungen beweisen die Richtigkeit dieses Schlusses.

Mandelmilch und Zucker.

Wenn die Mandelmilch z. B., welche frisch auf Zucker keine Wirkung äußert, eine Zeitlang sich selbst überlassen bleibt, so verliert sie ihre Wirkung auf das Amygdalin völlig; setzt man derselben in diesem Zustande Zucker zu, so fängt der Zucker an zu gähren, er spaltet sich in Alkohol und Kohlensäure. Bleibt die Mandelmilch noch länger sich selbst

überlassen, so bringt sie jetzt die Umwandlung des Zuckers in Milchsäure hervor. Ganz ähnliche Eigenschaften erhält der Malzauszug, frisch bereitet führt er Amylon in Zucker über, nach 8 Tagen verliert sich diese Wirkung, aber er bringt jetzt Zucker in Gährung.

In der ersten Periode seiner Fäulniß bewirkt der Käse=^{Käsestoff und Zucker.} stoff der Milch eine Umwandlung des Milch- und Traubenzuckers in Milchsäure, in höherer Temperatur eine Ueberführung des Traubenzuckers in Alkohol und Kohlensäure, und wenn die Bildung freier Säure durch Zusatz einer alkalischen Base verhütet wird, so bewirkt der Käse in dem letzten Stadium seines Stoffwechsels ein Zerfallen des Zuckermoleküls in Kohlensäure, Buttersäure und Wasserstoffgas.

Die thierische Membran verhält sich in ganz gleicher Weise, im Anfang bewirkt sie die Umwandlung des Amylons in Zucker, dann die des Zuckers in Milchsäure, später bewirkt sie die Umwandlung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol. ^{Thierische Membran u. Zucker.}

Derselbe Zucker, der im Runkelrübensaft, bei gewöhnlicher Temperatur gährend, in Alkohol und Kohlensäure zerfällt, er liefert, wenn die Temperatur des Saftes erhöht wird, ohne daß sonst dem Saft etwas zugesetzt wird, Mannit, Milchsäure, Gummi, Kohlensäure und Wasserstoffgas. ^{Höhere Temperatur, Einfluß derselben bei der Gährung.}

Der nämliche Zucker liefert, wenn die Bedingungen seiner Gährung sich wieder ändern, Buttersäure, derselbe Zucker zerfällt in der gährenden Melasse des Rübenzuckers in Wasser, Kohlensäure und Amylorydhydrat (Fuselöl). ^{Fuselöl aus Zucker.}

Milch- und Traubenzucker enthalten dieselben Elemente, ^{Spaltung des Zuckers, ähnlich der der Essigsäure durch die Wirkung der Wärme.} und in den nämlichen Gewichtsverhältnissen wie die Milchsäure. Die bei der Gährung des Traubenzuckers auftretenden

Produkte enthalten genau die Elemente des Zuckeratoms. Die Zerlegung desselben ist eine einfache Spaltung oder Umlagerung seiner Atome, ganz wie dies bei der Essigsäure durch den Einfluß einer höheren Temperatur geschieht. Die Kohlensäure enthält $\frac{2}{3}$ des Sauerstoffs, der Alkohol allen Wasserstoff des Zuckeratoms.

Allen sehr zusammengesetzten organischen Atomen kommt die Eigenschaft zu, Gährung zu erregen.

Wenn man in Betrachtung zieht, daß die Fähigkeit, Fäulniß oder Gährung zu erregen, Körpern von der aller-
verschiedensten Zusammensetzung zukommt, daß Blut, Fleisch, Käse, Membranen, Zellen, Speichel, ein Malzaufguß, Mandelmilch u. diese Eigenschaft erlangen, sobald durch die chemische Action des Sauerstoffs eine Störung des Gleichgewichtszustandes in der Anziehung ihrer Elemente eingetreten ist, so scheint jeder Zweifel über die wahre Ursache, wodurch alle diese Erscheinungen bedingt werden, zu schwinden.

Ursachen der Form und Beschaffenheitänderung in der Materie.

Der Wechsel des Ortes oder der Lage der kleinsten Theilchen einer Menge zusammengesetzter Materien, ihr Zerfallen, oder ihre Umsehung in neue Produkte, kann durch chemische Actionen, durch Wärme, durch Electricität, er kann aber auch hervorgerufen werden durch Uebertragung eines Bewegungszustandes oder, wenn man will, durch Berührung mit einem Körper, dessen Theilchen sich im Zustande des Ortswechsels befinden.

Fortpflanzung der eingetretener Bewegung.

Wenn durch irgend eine äußere Ursache, durch Berührung mit Sauerstoff z. B., der Gleichgewichtszustand in der Anziehung der Elemente eines dieser zusammengesetzten Atome aufgehoben wird, so ist die Folge davon die Herstellung eines neuen Gleichgewichtszustandes. Die in dem ersten Theilchen eintretende Bewegung pflanzt sich fort auf das zweite, dritte u. gleichartige Theilchen, sie pflanzt sich fort auf alle ungleichartigen Theilchen, auf alle andere Substanzen, wenn

die Kraft, welche ihre Elemente in der ursprünglichen Form und Beschaffenheit zusammenhält, kleiner ist, als die auf sie einwirkende Thätigkeit, welche sie zu ändern strebt. Mangel an dem Vermögen, in dem ursprünglichen Zustande zu beharren, ist Mangel an Widerstand. Ein jeder Körper, welcher diesen Widerstand zu erhöhen fähig ist, hindert die Fäulniß und Gährung in den gewöhnlichsten Fällen dadurch, daß er mit dem der Fäulniß oder der Gährung fähigen Körper eine chemische Verbindung eingeht; das Beharren in der ursprünglichen Lagerungsweise wird durch jede neu hinzugekommene Anziehung verstärkt. Zu der Kraft, welche das Fortbestehen des einen Körpers bedingte, kommt in dem zweiten Körper, mit dem er sich verbindet, eine neue Anziehung, welche überwunden werden muß, wenn die Elemente des ersten ihren Ort oder ihre Lage ändern sollen.

Zu diesen die Fäulniß und Gährung aufhebenden Materien gehört von allem die schweflige Säure, arsenige Säure, ferner Mineralsäuren, viele Metallsalze, brenzliche Substanzen, flüchtige Oele, Alkohol und Kochsalz. Diese Substanzen üben auf faulende Substanzen eine sehr ungleiche Wirkung aus. Alkohol oder Kochsalz in gewissen Mengen hemmen alle Fäulniß und in Folge davon alle Gährungsprocesse, insofern durch sie dem faulenden Körper eine Hauptbedingung seiner Umsetzung, nämlich eine gewisse Quantität Wasser entzogen wird. Schweflige Säure, die mit allen organischen Materien überhaupt und damit auch allen der Fäulniß fähigen Materien eine Verbindung einzugehen fähig ist, hindert dadurch die Umsetzung.

Die arsenige Säure übt nicht den geringsten Einfluß auf die Gährung des Zuckers in Pflanzensäften oder auf die Wirkung der Hefe auf den Zucker (Schlossberger) aus,

Fäulnißwi-
drige Sub-
stanzen.

Verhalten der
arsenigen
Säure zu
Membranen.

auch die Fäulniß des Blutes wird dadurch nicht aufgehalten, aber ihre Wirkung auf die Membranen und membranartigen Gebilde ist unzweifelhaft. Während eine Blase, ein Stück Haut mit Wasser bedeckt in etwa sechs Wochen unter furchtbarem Gestank vollkommen zerseht und zerflossen sich darstellt, bleibt ein zweites Stück Haut oder Blase in Berührung mit Wasser, welches arsenige Säure enthält, völlig unverändert und geruchlos. Der Grund dieser Verschiedenheit liegt darin, daß die leimgebenden Gewebe eine chemische Verbindung mit der arsenigen Säure eingehen, welche ähnliche Eigenschaften besitzt, wie die mit Gerbsäure verbundene Haut.

Durch die Erkenntniß der Ursache der Entstehung und Fortpflanzung der Fäulniß in organischen Atomen ist die Frage über die Natur vieler Contagien und Miasmen einer einfachen Lösung fähig, sie reducirt sich auf folgende.

Fortpflanzung
der Fäulniß
oder Gäh-
rungsproceß
im lebendigen
Thierkörper.

Giebt es Thatsachen, welche beweisen, daß der Zustand der Umsezung oder Fäulniß einer Materie sich ebenfalls auf Theile oder Bestandtheile des lebendigen Thierkörpers fortpflanzt, daß durch die Berührung mit dem faulenden Körper in diesen Theilen ein gleicher Zustand herbeigeführt wird wie der ist, in welchem sich die Theilchen des faulenden Körpers selbst befinden? Diese Frage muß entschieden bejaht werden.

Thatsachen.

Es ist Thatsache, daß Leichen auf anatomischen Theatern häufig in einen Zustand der Zersezung übergehen, der sich dem Blute im lebenden Körper mittheilt; die kleinste Verwundung mit Messern, die zur Section gedient haben, bringt einen oft lebensgefährlichen Zustand hervor.

Der von Magendie beobachteten Thatsache, daß in Fäulniß begriffenes Blut, Gehirnschubstanz, Galle, faulender Eiter u.,

auf frische Wunden gelegt, Erbrechen, Mattigkeit und nach längerer oder kürzerer Zeit den Tod bewirken, ist bis jetzt nicht widersprochen worden.

Es ist Thatsache, daß der Genuß mancher Nahrungsmittel, wie Fleisch, Schinken, Würste, in gewissen Zuständen der Zersetzung in dem Leibe gesunder Menschen die gefährlichsten Krankheitszustände, ja den Tod nach sich zieht.

Diese Thatsachen beweisen, daß eine im Zustand der Zersetzung begriffene thierische Substanz einen Krankheitsproceß im Körper gesunder Individuen hervorzubringen vermag, daß ihr Zustand auf Theile oder Bestandtheile derselben übertragbar ist. Da nun unter Krankheitsprodukten nichts anders zu verstehen ist, als Theile oder Bestandtheile des lebendigen Körpers, die sich in einem Zustand der Form- oder Beschaffenheitsveränderung befinden, so ist klar, daß durch sie, solange sich dieser Zustand noch nicht vollendet hat, die Krankheit auf ein zweites, drittes u. Individuum wird übertragen werden können.

Wenn man nun überdies in Betracht zieht, daß alle diejenigen Substanzen oder Ursachen, welche die Fortpflanzungsfähigkeit der Contagien und Miasmen vernichten, gleichzeitig Bedingungen sind zur Aufhebung aller Fäulniß- und Gährungsproceße, wenn tägliche Erfahrung ergiebt, daß unter dem Einflusse empyreumatischer Substanzen, von Holzessig z. B., welche der Fäulniß aufs kräftigste entgegenwirken, der Krankheitsproceß in bössartig eiternden Wunden gänzlich geändert wird, wenn in einer Menge contagiöser Krankheiten, namentlich im Typhus ein beinahe nie fehlendes Produkt von Fäulnißproceßen, nämlich freies oder gebundenes Ammoniak, in der Luft, im Harn und in den Faeces (als phosphorsaures Bittererdeammoniak) wahrgenommen wird, so

Krankheits-
producte; was
daranter zu
verstehen ist.

Fäulnißmi-
drige Sub-
stanzen hin-
dern die Fort-
pflanzung von
Contagien u.
Miasmen.

scheint es unmöglich über die Ursache der Entstehung und Fortpflanzung einer Menge von contagiosen Krankheiten irgend einen Zweifel hegen zu können.

Fäulnißpro-
cess als Ur-
sache contagi-
öser Krank-
heiten.

Es ist zuletzt eine allgemeine Erfahrung, daß sich »der Ursprung epidemischer Krankheiten häufig von Fäulniß großer Menge thierischer und pflanzlicher Stoffe herleiten läßt, daß miasmatische Krankheiten da endemisch sind, wo beständig Zersetzung organischer Wesen stattfindet, in sumpfigen und feuchten Gegenden, sie entwickeln sich epidemisch unter denselben Umständen nach Ueberschwemmungen, ferner an Orten, wo eine große Menschenzahl bei geringem Luftwechsel zusammengebrängt ist, auf Schiffen, in Kerkeren und belagerten Orten u.« (Henle, Untersuchungen S. 54). Ferner S. 57: »Niemals aber kann man mit solcher Sicherheit die Entstehung epidemischer Krankheiten voraussagen, als wenn eine sumpfige Fläche durch anhaltende Hitze ausgetrocknet worden ist, wenn auf ausgebreitete Ueberschwemmung starke Hitze folgt.«

Schlüßf.

Hiernach ist nach den Regeln der Naturforschung der Schluß vollkommen gerechtfertigt, daß in allen Fällen, wo ein Fäulnißproceß der Entstehung einer Krankheit vorausgeht, oder wo durch feste, flüssige oder luftförmige Krankheitsprodukte die Krankheit fortgepflanzt werden kann, und wo keine näher liegende Ursache der Krankheit ermittelbar ist, daß die im Zustande der Umsetzung begriffenen Stoffe oder Materien in Folge ihres Zustandes als die nächsten Ursachen der Krankheit angesehen werden müssen.

Ansteckungs-
fähigkeit,
worauf sie
beruht.

Die Bedingung der Ansteckungsfähigkeit eines zweiten Individuums ist Gegenwart eines Stoffes in seinem Körper, welcher der auf ihn einwirkenden Ursache der Form- und Beschaffenheitsveränderung keinen Widerstand in sich selbst

oder durch die im Organismus thätige Lebenskraft entgegen-
 setzt. Ist dieser Stoff ein nothwendiger Bestandtheil des
 Körpers, so muß die Krankheit auf alle Individuen über-
 tragbar sein, ist er ein zufälliger Bestandtheil, so werden nur
 diejenigen Individuen davon ergriffen werden, in welchen er
 in der geeigneten Menge und Beschaffenheit vorhanden ist.
 Der Verlauf der Krankheit ist Zerstörung und Entfernung
 dieses Stoffes, es ist Herstellung eines Gleichgewichtszustan-
 des der im Organismus thätigen Ursache, welche seine nor-
 malen Funktionen bedingt und einer ihm fremden Thätigkeit,
 durch deren Einfluß sie geändert werden.

Die praktische Medizin wird bald entscheiden, ob diese ^{Aufforderung}
 Ansicht richtig ist oder ob sie verworfen werden muß, es ^{zur Prüfung.}
 wird sich zeigen, ob wirkliche Beziehungen bestehen zwischen
 dem Verhalten der arsenigen Säure zu thierischen Membra-
 nen außerhalb des Körpers und ihrer Wirkung in gewissen
 Fiebern, zwischen dem Verhalten von Quecksilberpräparaten
 zu thierischen Substanzen außerhalb und ihrer Wirkung in
 contagiösen Krankheiten. Wenn diese sogenannte chemische
 Ansicht durch sorgfältiges Studium der Fäulnißprocesse ein-
 zelner und gemischter Substanzen und aller Materien oder
 Ursachen, die sie ändern, hindern oder beschleunigen, so wie
 durch ihre Vergleichung mit analogen Vorgängen im Orga-
 nismus dem Arzte nicht zum Führer und Wegweiser wird,
 durch den er zum Besitz neuer Erfahrungen gelangt; wenn
 dieser Erwerb seine Einsicht in die Krankheitsprocesse nicht
 zu erhöhen fähig ist, wenn die Wahl der Mittel, um sie zu
 verhüten und zu heben, keine festere Grundlage damit erhält,
 als sie in diesem Augenblick besitzt, dann ist es nicht der
 Mühe werth, sie aufrecht zu erhalten. Was dieser Ansicht
 entgegensteht ist ihre Einfachheit. Während jeder Arzt oder

Physiologie schlechte Nahrungsmittel, Mangel an frischer Luft, den anhaltenden Genuß gesalzener Speisen u. als Ursachen der auffallendsten Aenderungen des Lebensprocesses gelten läßt, während Niemand Bedenken trägt, einen schwachen, in manchen Fällen kaum durch einen Thermometer bestimmbaren Temperaturwechsel als Ursache von Entzündung, Fieber und Tod anzusehen, wird einer der mächtigsten Ursachen* von Form- und Beschaffenheitsveränderungen jede Mitwirkung an dem organischen Lebensproceß abgesprochen. Einer Ansicht, die auf einen festgegliederten Zusammenhang einer großen Anzahl der evidentesten Thatsachen gegründet ist, wird die Prüfung versagt, obwohl sie nichts gegen sich hat als ihre Begreiflichkeit. Darin liegt aber eben der Unterschied in den Resultaten der physikalischen Untersuchungsmethode. Obwohl ein jeder Pathologe und Physiologe völlig darüber im Klaren ist, daß ohne Zuhülfenahme der chemischen und physikalischen Kräfte kein organischer Proceß erklärt werden kann, so hat dennoch bis jetzt eine jede Erklärung, in welcher den chemischen und physikalischen Kräften eine Rolle zuerkannt worden ist, das Schicksal gehabt, von den Ärzten bezweifelt und verworfen zu werden*).

Vergleicht man die sogenannte chemische Theorie mit der

*) Eine vom Standpunkte der Chemie aus gewonnene Ansicht über die Wirkung der Arzneimittel brachte einem sonst einsichtsvollen Arzte in Hannover folgende Anekdote in's Gedächtniß (Physiologie und Chemie in ihrer gegenseitigen Stellung, von Dr. D. Kohlräufsch, Göttingen 1841, S. 117): »Mir brachte diese Classification eine andere in's 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, können's aber nicht, die vom Leder können's machen, verstehen's aber nicht. Die Herren Chemici, die verstehen's nicht und können's nicht.«

Grundlage der Parasitentheorie, so läßt sich kaum begreifen, wie geistreiche Männer, Forscher des ersten Ranges, einer Ansicht huldbigen und sie vertheidigen können, welche die Erfahrung eines jeden Tages widerlegt.

Die Grundlage der Parasitentheorie läßt sich auf zwei Thatsachen zurückführen, die eine ist die Fortpflanzungsweise der Krätze, die andere eine bei Seidenraupen vorkommende Krankheit, die Muscardine. Parasiten-
theorie.

Die Krätze ist eine Hautentzündung, veranlaßt durch den Reiz einer Milbenart (*Acarus Scabiei*, *Sarcoptes humanus*), welche auf der Haut, richtiger gesprochen, in Gängen derselben lebt; zur Mittheilung der Krätze bedarf es einer dauernden Annäherung, besonders zur Nachtzeit, weil die Kratzmilbe ein nächtliches Raubthier ist. Daß die Kratzmilbe wirklich das Contagium der Krätze sei, wird durch folgende Thatsachen erwiesen. a) Einimpfung des Eiters auf Kratzpusteln erzeugt nicht Krätze, ebensowenig das Tragen der Krusten scabidöser Pusteln auf dem Arm. b) Die Krätze wird geheilt durch Abreiben der Milben mittelst Ziegelmehl, sie kann nicht übertragen werden durch männliche, sondern nur durch befruchtete weibliche Kratzmilben. Zur allgemeinen Krankheit wird die Krätze durch Fortpflanzung, welche in's Unendliche gehen kann; die Krankheit ist chronisch und heilt nicht von selbst (Henle). Krätze.

Das Contagium der Krätze ist hiernach ein Thier mit Fresswerkzeugen, welches Eier legt, es heißt fixes Contagium, weil es nicht fliegen kann und weil seine Eier durch die Luft nicht verschleppt werden. Krätze, durch
Thiere fortge-
pflanzt.

Wenn es erwiesen ist, daß die Krätze durch Thiere fortgepflanzt wird, so bedarf es weder der chemischen noch irgend einer anderen Theorie, um die Mittheilung der Krankheit zu

erklären, und es versteht sich ganz von selbst, daß alle Zustände, welche der Krätze ähnlich sind, zu derselben Klasse gehören, wenn durch die Beobachtung gleiche oder ähnliche Ursachen der Mittheilung und Fortpflanzung nachgewiesen werden.

Contagiöse
Krankheiten,
die nicht durch
Thiere forgt-
pflanzt wer-
den.

Wenn man nun fragt, welche Resultate die Forschung nach gleichen oder ähnlichen Ursachen bei anderen ansteckenden Krankheiten geliefert hat, so erhält man zur Antwort, daß in dem Contagium der Pocken — der Pest — der Syphilis — dem Scharlach — der Masern — des Typhus — dem gelben Fieber — der Ruhr — dem Milzbrand — der Wasserscheu die gewissenhafteste Beobachtung nicht im Stande gewesen ist, Thiere oder überhaupt nur organisirte Wesen, denen das Fortpflanzungsvermögen zugeschrieben werden könnte, nachzuweisen.

Parasiten im
Leibe höherer
Thierklassen.

Auf der andern Seite hat man wahrgenommen, daß eine Menge von Insekten nur in dem Leibe oder unter der Haut höherer Thiere sich entwickeln und fortpflanzen, und daß durch sie in vielen Fällen Krankheit und Tod des höheren Thieres herbeigeführt wird; es ist vollkommen einleuchtend, daß die Krätze zu dieser Klasse von Krankheiten gehört, da die Größe oder Kleinheit des Thieres für die Erklärung keinen Unterschied ausmachen kann.

Es giebt demnach Krankheiten, welche durch Thiere verursacht werden, durch Parasiten, die sich in dem Leibe anderer Thiere entwickeln und auf Kosten ihrer Bestandtheile leben, sie können mit anderen Krankheiten nicht verwechselt werden, wo diese Ursachen völlig fehlen, soviel Aehnlichkeiten sie auch in ihren äußeren Erscheinungen mit ihnen haben mögen. Es ist möglich, daß für eine oder die andere con-

tagiöse Krankheit weitere Untersuchungen den Beweis liefern wird, daß sie zu der Klasse der durch Parasiten bedingten Krankheiten gehören, so lange dieser Beweis aber noch nicht geführt ist, müssen sie nach den Regeln der Naturforschung davon ausgeschlossen bleiben. Die Aufgabe der Wissenschaft ist es, für diese andere Krankheiten die besonderen Ursachen, durch die sie hervorgebracht werden, zu ermitteln, die einfache Frage darnach führt auf den Weg, sie zu finden.

Daß die Ansteckung in den contagiösen Krankheiten durch belebte Wesen bedingt und die Krätze als Typus contagiöser Krankheiten anzusehen sei, suchte man vorzüglich durch den Schluß zu begründen, daß gleiche Wirkungen gleiche Ursachen voraussetzen (H e n l e, Zeitschrift II. Bd. S. 305, Zeile 10 v. u.). Es ist dies derselbe Schluß, der Jahrhunderte lang die Fortschritte der Naturwissenschaften hemmte, der zu so vielen Irrthümern noch heutigen Tages führt.

Die rein miasmatischen Krankheiten und deren sogenanntes Miasma sind ihrem Ursprung nach, so wie in Beziehung auf die Art ihrer Fortpflanzung der Untersuchung bis jetzt nicht zugänglich, und es hat deshalb weder die Parasitentheorie noch die chemische Theorie eine Erklärung derselben versucht.

Was die miasmatisch-contagiösen Krankheiten betrifft, welche sowohl durch eine der Luft beigemischte, wie auch durch eine dem kranken Körper entnommene Materie entstehen, so hat die Parasitentheorie die Muscardine als den Typus derselben bezeichnet.

Die Muscardine ist eine Krankheit der Seidenraupe, Muscardine. welche von einem Pilz verursacht wird. Die Keime des Pilzes, in den Körper der Raupe eingeführt, wachsen auf Kosten derselben nach Innen, erst nach dem Tode der Raupe durch-

bohren sie die Haut, und auf ihrer Oberfläche erscheint ein Wald von Pilzen, welche allmählig vertrocknen und sich in ein Pulver verwandeln, welches durch die leichteste Bewegung sich von dem Körper, auf dem es lagert, erhebt und in der Luft zerstreut. Gute Nahrung, vollkommene Gesundheit und Kraft erhöhen die Ansteckungsfähigkeit, in einer Kolonie von Seidenwürmern sind die kranken Raupen die besten (Henle).

Parasiten in
Thieren und
Pflanzen.

Man hat ähnliche Parasiten an kranken Fischen, an Infusorien, in Hühnereiern ic wahrgenommen; und es ist demnach klar, daß diese Beobachtungen eine Reihe von Thatsachen für den Thierorganismus feststellen, welche in der Pflanzenwelt sehr häufig wahrgenommen werden, nämlich Krankheit und Absterben durch Parasiten, die ausschließlich nur auf Kosten der Bestandtheile anderer Pflanzen leben; aber zwischen diesen Thatsachen und der Entstehung und Fortpflanzung miasmatisch-contagiöser Krankheiten fehlt jede Art von Verbindung, und wenn es zulässig ist, einen Pilz oder die Sporen eines Pilzes mit dem Namen Contagium zu bezeichnen, so ist klar, da die Größe oder Kleinheit des Pilzes keinen Unterschied in der Anschauungsweise machen kann, daß es sechs bis acht Zoll lange Contagien giebt, denn der Pilz *Sphaeria Robertii*, welcher sich in dem Leibe der neuseeländischen Raupe entwickelt und ihren Tod bewirkt, erreicht diese Größe.

Falsche Ansicht über die Ursache der Gährung und Fäulniß ist die Grundlage der Parasitentheorie.

Eine in ihren Grundlagen durchaus falsche Ansicht über die Ursache der Gährung und Fäulniß hat bis jetzt die Hauptstütze der Parasitentheorie abgegeben. Die Anhänger derselben betrachten die Fäulniß als eine Zersetzung organischer Wesen durch Infusorien und Pilze, und jeden faulenden Körper gleichsam als eine Infusorienhecke oder Pilzplantage, und wo organische Körper auf weiten Strecken in Fäulniß gera-

then, müsse die ganze Atmosphäre mit Keimen derselben angefüllt sein. Die Keime dieser organischen Wesen sind nach ihnen die Keime der Krankheitsursachen.

Daß zwischen Fäulniß, Contagien und Miasmen ein enger Zusammenhang bestehe, ist, wie man sieht, den Vertheidigern der Parasitentheorie nicht entgangen, nur in der Auffassungsweise des Zusammenhanges dieser Erscheinungen und ihrer gegenseitigen Abhängigkeit weichen die Erklärungen ab. Dieser Zusammenhang würde hergestellt sein, wenn erwiesen wäre, daß in der That Infusorien oder Pilze Fäulniß oder Gährung bewirkten, daß durch sie, durch ihren Ernährungs- und Athmungsproceß der Zucker in ein Volumen Kohlenensäuregas und in ein gleiches Volumen Alkoholdampf zerfällt, daß der Harnstoff dadurch in kohlensaures Ammoniak, das Salicin in Zucker und Saligenin, das schwefelsaure Eisenoxydul in krystallisirten Schwefelkies, der Gyps in Schwefelcalcium, das Glaubersalz in Schwefelnatrium, der blaue Indigo in weißen Indigo, das Amylon in Zucker, der Zucker in Milchsäure, Mannit, Gummi in Fuselöl, in Essigsäure, in Butterssäure und Wasserstoffgas, das Amygdalin in Blausäure, Bittermandelöl und Zucker übergeführt werden könnten. Die folgenden Betrachtungen dürften genügen, um die völlige Haltlosigkeit dieser Ansicht darzuthun.

Die Bestandtheile der Pflanzen- und Thiergebilde sind unter der Herrschaft einer in den Organismen thätigen Ursache der Form- und Beschaffenheitsveränderung entstanden, es ist die Lebenskraft, welche die Richtung der Anziehung bestimmte, welche der Cohäsionskraft, der Wärme, der elektrischen Kraft, kurz allen den Ursachen, welche das Zusammentreten der Atome zu Verbindungen höherer Ordnung außerhalb des Organismus hinderten, entgegentritt und ihren

Pilze und Infusorien bewirken keine Fäulniß.

Gegensatz zwischen Leben und Fäulniß.

störenden Zufluß vernichtet. In Verbindungen so zusammengesetzter Art, wie die organischen Atome, veranlassen grade diese anderen Kräfte eine Form- und Zustandsänderung, wenn sich ihrer Wirkung nach dem Tode die Lebenskraft nicht mehr entgegensetzt. Dasselbe Blatt, die nämliche Weintraube, welche die Fähigkeit besaßen, reines Sauerstoffgas an die Atmosphäre abzugeben, sie unterliegen der chemischen Action des Sauerstoffs von dem Augenblick an, wo sie, von dem Organismus getrennt, mit ihm in Berührung gebracht werden.

Kein Organismus, kein Theil des Thieres oder der Pflanze ist fähig, nach dem Verlöschen der Lebensthätigkeit der chemischen Action, welche Luft und Feuchtigkeit auf sie ausüben, zu widerstehen, ihre Elemente fallen der unbeschränkten Herrschaft der chemischen Kraft anheim. Gährung und Fäulniß sind Stadien ihres Rückganges in minder zusammengesetzte Verbindungen, zuletzt nehmen die Elemente der organischen Wesen, in Folge der auf sie unausgesetzt einwirkenden Ursachen, die ursprünglich einfachsten Formen wieder an, in denen sie neuen Generationen zur Entwicklung und Ernährung dienen können.

Pilze und Infusorien sind der Fäulniß, Gährung und Verwesung unterworfen.

Die Pilze und Infusorien sind organische Wesen, ihre Bestandtheile ebenso zusammengesetzter Natur, wie die der höheren Pflanzen und Pflanzengattungen, nach ihrem Tode beobachten wir an ihren Leichen ganz dieselben Erscheinungen, welche das Verschwinden aller Organismen begleiten, wir beobachten an ihnen Fäulniß, Gährung und Verwesung; wie ist es möglich, Pilze und Infusorien als Ursachen dieser Proceße anzusehen, wenn sie selbst diese Ursachen, faulen, gähren und verwesen, so daß von ihnen nichts übrig bleibt als ihre unorganischen Skelette.

Niemand kann leugnen, daß Pilze und Infusorien in ei-

ner Menge von faulenden und verwesenden Substanzen wahrgenommen werden, aber die Häufigkeit ihres Vorkommens kann unmöglich als ein Grund gelten, die Begleiter von Zuständen als die Ursachen derselben anzusehen. Die Pilze und Infusorien sind von der Natur in Beziehung auf ihre Ernährung und Entwicklung auf organische Atome angewiesen, welche aufgehört haben Theile oder Bestandtheile lebendiger Organismen zu sein, sie erscheinen in den meisten Fällen erst dann, wenn die eigentliche Fäulniß begonnen hat oder vollendet ist und der Verwesungsproceß seinen Anfang nimmt; daß durch ihre Gegenwart alle Vorgänge und damit die Producte geändert werden, ist unzweifelhaft, denn sie sind durch ihren Ernährungs- und Athmungsproceß die Beschleuniger des Auflösungsprocesses, durch sie wird seine schädliche Wirkung auf die Umgebungen auf die kürzeste Zeit beschränkt.

Pilze und Infusorien sind Begleiter der Fäulnißproceß, nicht Bedinger.

Wenn mit der Zurückführung der Elemente organischer Wesen in Kohlensäure und kohlensaures Ammoniak alle Fäulnißproceße zu Ende sind, so ist einleuchtend, daß die Zeit, welche hierzu gehört, ausnehmend verkürzt werden muß, wenn der faulende Körper zu einer Infusorienhecke wird und einige Millionen Infusorien auf's eifrigste bemüht sind, seine Bestandtheile durch ihren Athmungs- und Verdauungsproceß in diese letzten Producte zerfallen zu machen.

Pilze und Infusorien beschleunigen den Fäulniß- und Verwesungsproceß.

Die wichtige Rolle, welche von der Natur den Infusorien angewiesen ist, die sie zu den wahren Feinden und Gegnern aller Contagien und Miasmen macht, kann nicht mehr verkannt werden, seitdem die unzweifelhaftesten Thatsachen bewiesen haben, daß die grünen und rothen Arten während ihres Lebens- und Fortpflanzungsprocesses Quellen sind des reinsten Sauerstoffgases.

und werden dadurch zu Feinden des Fäulnißproceßes.

In ganz ähnlicher Weise verhalten sich die Pilze; indem

sie die eigentlichen Fäulnißerreger, die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Vegetabilien zu ihrer Ernährung verbrauchen, hemmen sie die Fäulniß und vermitteln den allmäligen Uebergang in die Endprodukte der Verwesung.

Natur der
Wein- und
Bierhefe.

Die Ansichten über die Ursache der Fäulniß, welche die Anhänger der Parasitentheorie sich gebildet haben, beruhen hauptsächlich auf Beobachtungen, welche über die Bildung der Hefe in der Wein- und Biergährung gemacht worden sind, aber die Untersuchungen über die Natur der Hefe sind noch nicht geschlossen. Es ist denkbar, daß sich zu den vorhandenen mikroskopischen Beobachtungen noch andere gesellen, durch welche jeder Zweifel über die pflanzliche Natur der Hefe beseitigt wird, aber selbst in diesem Fall würde der Erklärung der Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure kein anderer Ausdruck unterlegt werden können, wie der, zu welchem die chemische Theorie gelangt ist.

Verhalten in
Zuckerlösung,
in Trauben-
saft und
Bierwürze.

Es ist eine vollkommen erwiesene Thatsache, daß in der geistigen Gährung die Elemente des Traubenzuckers ohne Gewichtsverminderung, die des Rohrzuckers mit einer Gewichtsvermehrung in der Form von Kohlensäure und Alkohol wieder erhalten werden. Von einer Verwendung der Zuckertheilchen zum Ernährungs- und Athmungsproceß eines organischen Wesens kann demnach nach unseren gewöhnlichen Begriffen nicht die Rede sein. In der Gährung des Traubensaftes und der Bierwürze nimmt das Gewicht der Hefe zu; setzt man aber Hefe zu reinem Zuckerwasser, so wird die Gährung ebenfalls hervorgebracht, aber in diesem Fall nimmt die Hefe nicht zu, sondern ihr Gewicht nimmt ab, durch fortgesetztes Zusammenbringen derselben Hefe mit frischem Zuckerwasser verliert sie unter beständiger Gewichtsabnahme ihr Vermögen Gährung zu erregen gänzlich. Eine und die-

selbe Wirkung müßte, wie man sieht, zwei direct einander entgegenstehenden Ursachen, von denen die eine die Fähigkeit einer Zunahme, die andere das Gegentheil von Fortpflanzung ist, zugeschrieben werden. Nimmt man an, daß der Ernährungs- und Athmungsproceß des Pilzes abhängig sei von einer schwefel- und stickstoffhaltigen Substanz, die seine Elemente enthält, daß die Gährung des Zuckers eine zufällige, den Entwicklungsproceß eines organischen Wesens begleitende Erscheinung sei, so bleibt es völlig unbegreiflich, woher es kommt, daß der Pilz in einer Flüssigkeit, worin diese Hauptbedingung zu seiner Fortpflanzung vorhanden ist, sich dennoch nicht reproducirt, während er an Masse zunimmt, wenn der zufällige Begleiter seines Lebensprocesses, der Zucker, zugesetzt wird. Wenn z. B. im Traubensaft der Zucker zersezt ist und die Luft ausgeschlossen bleibt, so erhält sich der Rest der im Saft aufgelösten schwefel- und stickstoffhaltigen Substanz jahrelang ohne alle Veränderung; wird dem Saft Zucker zugesetzt, so fängt die Gährung wieder an, es scheidet sich wieder Hefe ab; ist der Zucker zersezt, so hört diese Abscheidung auf und beginnt wieder bei neuem Zuckerzusatz, und dies dauert solange fort, bis die Flüssigkeit einen Ueberschuß von Zucker enthält.

Aus diesen Thatfachen ergibt sich augenscheinlich ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältniß, so wie die chemische Theorie es verlangt, zwischen der Form und Beschaffenheit des schwefel- und stickstoffhaltigen Körpers, der zu Hefe wird, und den neuen Formen und Beschaffenheiten, welche das Zuckermolekül erhält, und es ist klar, daß der Zustand, in welchem sich die Elemente des ersteren während ihres Zusammenstehens zur Hefe und ihres Auseinanderfallens zu anderen Producten befinden, die Ursache ist der Spaltungsweise

Die Bildung der Dextre, des Alkohol und der Kohlensäure sind gegenseitig von einander abhängig.

des Zuckers. In keiner andern Spaltungsweise des Zuckers, z. B. bei seinem Uebergange in Milchsäure durch eine thierische Membran, oder bei seinem Uebergange in Mannit, Gummi, Butter säure, Essigsäure u., sind den Pilzen ähnliche organische Wesen oder Thiere, noch sind jemals in irgend einem andern Fäulniß- oder Gährungsproceß organische Wesen wahrgenommen worden, welche, in ihren Formen unveränderlich wiederkehrend, die Natur der Producte bedingen.

Vibrionen
im Darm.

In vielerlei Harn läßt sich während seiner Fäulniß die Gegenwart von Vibrionen wahrnehmen, aber in unzähligen andern Fällen, wo Harn fault, ist es unmöglich, irgend ein organisirtes Wesen darin zu erkennen, und wenn nur in einem einzigen Falle, wo frischer Harn durch den in faulem gebildeten weißen Absatz in Fäulniß versetzt worden ist, die Abwesenheit vegetabilischer oder thierischer Organismen erweisbar ist, so reicht dies eine Factum vollkommen hin, um über die wahre Ursache der Fäulniß desselben jeden Zweifel zu entfernen.

Pilze enthal-
ten Zucker.

Wenn man zuletzt in Erwägung zieht, daß in allen bis jetzt untersuchten Pilzen die Analyse einen Gehalt von Zucker nachgewiesen hat, der während ihres Lebensprocesses nicht in Alkohol und Kohlensäure zerfällt, daß aber in denselben Pilzen sogleich nach ihrem Absterben von dem Augenblicke an, wo man in ihrer Farbe und Beschaffenheit eine Veränderung wahrnimmt, die geistige Gährung eintritt, so fehlt jede Analogie, welche berechtigen konnte, den Lebensproceß dieser Pflanzen als Ursache derselben anzusehen. Es ist der Gegensatz des Lebensprocesses, dem die Wirkung zugeschrieben werden muß (Schloßberger, Annalen der Pharmacie, Bd. LII. S. 117).

Man kann es durch die schönsten Versuche als erwiesen

betrachten, daß der Fäulnißproceß von Fleisch und von vielen thierischen Substanzen eine ganz andere Form annimmt, wenn sie in Gefäßen aufbewahrt werden, welche ausgeglühte Luft enthalten, wenn demnach die Mitwirkung von Infusorien ausgeschlossen ist; aber diese thierischen Substanzen behaupten unter diesen Umständen keineswegs ihre ursprüngliche Beschaffenheit, ihre Farbe und ihr Zusammenhang ändern sich, und wenn z. B. das zur völligen Zersetzung des Fleisches nöthige Wasser vorhanden ist, so zerfließt es nach kürzerer oder längerer Zeit zu einer stinkenden Masse*). Man darf sich nur an das Verhalten des frischen Harns erinnern, um einzusehen, daß für viele dieser Thiersubstanzen ein unausgesetzt sich erneuernder Sauerstoffzutritt eine Bedingung zu ihrer Fäulniß ist, daß beim Ausschlusse des Sauerstoffs der Harnstoff nicht in kohlenfaures Ammoniak übergeht, daß sie, im Gefäße eingeschlossen, den darin enthaltenen Sauerstoff in Kohlenäure überführen und mit der Hinwegnahme dieses Sauerstoffs der ganze Proceß gehemmt wird und jedenfalls sich ändert.

Änderung
der Fäulniß-
proceße in
geglühter Luft.

Die Anhänger der Parasitentheorie nehmen an, daß durch die vorübergehende Berührung des Traubensaftes mit der Luft, ohne welche die Gährung desselben nicht beginnt, die

Ansicht der
Anhänger der
Parasiten-
theorie über
die Gährung.

*) In den schönen Versuchen de Saussure's beobachtete er die auffallende Thatsache, daß Wasserstoffgas, welches in der Glühhöhe durch Zersetzung von Wasserdämpfen mittelst Eisen erhalten worden war, in Berührung mit faulenden und verwesenden Thierstoffen keine Verbindung mit Sauerstoffgas einging, während das bei gewöhnlicher Temperatur erhaltene reine Wasserstoffgas mit Leichtigkeit unter diesen Umständen verdichtet wird. Es dürfte dies in einer Untersuchung über den Einfluß der geglühten Luft auf den Fäulnißproceß Beachtung verdienen. Möglicherweise ist die Zerstörung der Infusorien und Pilze nicht die einzige Ursache der Änderung dieses Proceßes.

in der Luft allgegenwärtigen Keime der Hefenpilze Zutritt erlangen, die sich, nachdem sie den zu ihrem Lebensprocesse nöthigen fruchtbaren Boden gefunden haben, jetzt außs Ueppigste entwickeln; aber sie erklären nicht, woher es kommt, daß der Bierbrauer Hefe zusetzen muß, um seine Bierwürze in Gährung zu versetzen, daß die nämlichen Keime, waren sie wirklich in der Luft, sich in diesem Boden nicht entwickeln, obwohl in ihm alle Bedingungen ihres Lebens und ihrer Fortpflanzung vorhanden sind. Sie vergessen ganz, daß die Gährung des Traubensaftes mit einer chemischen Action beginnt, daß eine meßbare Menge Sauerstoff aus der Luft aufgenommen wird, daß der Saft sich trübt und färbt und erst mit dem entstehenden Niederschlage die Gährung ihren Anfang nimmt; sie berücksichtigen nicht, daß mit der Menge des hinzutretenden Sauerstoffes die Gährung ab-, anstatt zunimmt, daß bei einem gewissen Verhältnisse an Sauerstoff, wenn die der Sauerstoffaufnahme fähige Materie unlöslich geworden ist, in dem nämlichen Saft die Gährung nicht mehr eintritt *).

Ehe alle diese Verhältnisse auf das Gründlichste erörtert sind, ist es aller nüchternen Forschung entgegen, den Lebensproceß eines Thieres oder einer Pflanze als die Ursache irgend eines Gährungs- oder Fäulnißprocesses anzusehen, und in allen den Fällen, wo in dem Contagium einer miasmatisch-contagiösen Krankheit durch die Untersuchung die Gegenwart von organisirten Wesen nicht erweisbar ist, muß die Ansicht, daß sie überhaupt Antheil an dem Krankheits-

*) Zwei Cubikcentimeter Most, 3 Millimeter dick und 30 Mm. im Durchmesser, mit 20 C. C. Sauerstoff in Berührung, kommen nicht in Gährung, während eine ähnliche Schicht ohne Zusatz von Sauerstoff eine bedeutende Entwicklung von Kohlensäure bewirkte (de Saussure im J. f. Ch. LXIV. 47 — 51).

proceſſe genommen haben oder nehmen, als eine jeder Stütze entbehrende Hypotheſe verworfen werden.

Ein anderer, nicht minder großer Fehler in der Anſchauungs- und Schlußweiſe wird häufig darin begangen, wenn zwei der Aeufferung nach verſchiedene Erſcheinungen, welche Effecte einer und derſelben Urſache ſind, als ſich gegenseitig einander bedingend angeſehen, wenn die Beſchreibung der einen Erſcheinung als eine Erklärung oder eine Definition der andern betrachtet wird. Dies iſt z. B. der Fall mit der Erklärung, welche vom Fieber, den Krisen ꝛc. gegeben wird. Einige Beiſpiele von ähnlichen falſchen Verbindungen, die täglich im Leben vorkommen, dürften das, was hier gemeint iſt, am beſten verſinnlichen.

Zwei gleichzeitige Erſcheinungen werden häufig für Urſache und Effect gehalten.

Beiſpiel.

Nichts iſt häufiger z. B. als der Glaube, daß Stürme ein Fallen des Queckſilbers im Barometer bewirken, daß mithin die Stürme einen Einfluß ausübten auf den Stand des Queckſilbers in dieſem Inſtrumente.

Sturm als Urſache der ungewöhnlichen Aenderungen des Barometerſtandes.

Stürme ſind Effecte eines durch Temperaturdifferenz oder andere Urſachen aufgehobenen Gleichgewichtszuſtandes des Druckes der Atmoſphäre; eine Aenderung des Druckes der Atmoſphäre zeigt ſich unter andern auch in dem Fallen oder Steigen einer Queckſilbersäule, die mit einer Luſtſäule von gleichem Durchmesser im Gleichgewichte ſteht. Beide, Barometerſtand und Sturm, ſtehen mit einander in keiner unmittelbaren Verbindung. Der Sturm übt keine Wirkung auf das Barometer aus, beide ſtehen nur durch die Urſache, die ſie bedingt, im Zuſammenhange. Ganz ſo verhält es ſich mit der irrigen Verknüpfung des Fallens des Barometers mit der Entſtehung von Regen.

Die Vorſtellungen, welche manche Pathologen über die Urſache des Fiebers ſich gebildet haben, gehören in dieſe

Merkmale des Fiebers dürfen nicht als Urſachen

derselben an-
gehen wer-
den.

Klasse falscher Auffassungen der *causa efficiens* und der Verwechslung der Begriffe von Effect und Ursache.

Henle's Er-
klärung des
Fiebers.

»Ich bin weit entfernt,« sagt Henle (Untersuchungen, S. 240), »diese Controverse, den Streit über die Frage, ob es essentielle Fieber gebe oder nicht, schlichten zu wollen, aber ich glaube, etwas dazu beitragen zu können, damit sich die beiden streitenden Parteien erstens jede für sich und dann auch die andere besser verstehe. Es ergab sich, daß die Fiebersymptome Folge einer Alteration des Centralorgans sind. Diese Alteration ist die nächste Ursache der Fiebersymptome, und da das Fieber eben in den Symptomen, in der Complication von veränderter Temperatur, veränderter Blutbewegung, Durst, Mattigkeit beruht, so ist diese Alteration der Centralorgane nächste Ursache des Fiebers — sie ist das Fieber selbst.«

Ganz abgesehen davon, daß diese drei Sätze nicht Glieder eines Schlusses sind, da jeder dasselbe sagt, so dürfen — den Regeln der Naturforschung gemäß — so lange der ursprüngliche Zusammenhang der Fiebersymptome und der Alteration des Rückenmarks nicht nachgewiesen ist, die Fiebersymptome nur als Merkzeichen des veränderten Zustandes im Rückenmark angesehen werden. Zu den Merkzeichen des Fiebers, die nach Außen wahrgenommen werden, fügt damit die wissenschaftliche Untersuchung ein neues Merkzeichen. Die Alteration des Centralorgans ist eine durch die Sinne wahrnehmbare oder wahrgenommene Thatsache, nicht Ursache.

Welcher Gang
zur Erfors-
chung der
Ursache des
Fiebers ein-
geschlagen
werden muß.

Angenommen, daß diese Alteration stets und unwandelbar begleitet ist von den Fiebersymptomen, so umfaßt die Erkenntniß der Ursache des Fiebers oder seine Erklärung den Nachweis des Zusammenhanges der drei stets wiederkehrenden Merkzeichen des Fiebers, d. h. die subjectiven Gefühle des

Unwohlseins, veränderte Blut- und Athembewegungen und veränderte Wärmeerscheinungen, welche den Fieberzustand charakterisiren, sowie die Ermittlung des Verhältnisses ihrer gegenseitigen Abhängigkeit. Schließen wir die subjectiven Merkzeichen, die Gefühle des Unwohlseins, der Kälte und Hitze, als ihren letzten Gründen nach bis jetzt nicht erforschbar, von der Untersuchung aus, so ist also zu ermitteln, in welchem Zusammenhange die Alteration des Rückenmarks mit den beschleunigten Blut- und Athembewegungen und den veränderten Wärmeerscheinungen steht. Ehe von einer Erklärung die Rede sein kann, muß der Begriff von Bewegung festgestellt, die Quelle der bewegenden Kraft und Wärme im Thierkörper muß aufgesucht werden. Wenn wir nun nach der Methode der Physik die Ursache des Fiebers erforschen wollten und uns denken, daß sich in dem Herzen selbst, durch das Zusammenwirken mehrerer, sagen wir zweier Ursachen ein gewisses Maß von Kraft erzeugt, wodurch der Blutumlauf bedingt wird, so ist die Bewegung gleichförmig oder normal, wenn die Anzahl der Herzschläge in jeder Sekunde gleich ist, wenn sich also die Kraft in gleiche Zeiten vertheilt.

Wenn das nämliche Quantum von Kraft in Folge eines Gefichtspunkte der Forschung. zerstörten Verhältnisses der zwei Ursachen, die im Herz ihren Sitz haben sollen, in der einen Zeit steigt und in der andern kleiner ist, so sind die Pulsationen des Herzens in der einen Zeit schneller, in der andern langsamer. Die erzeugte Kraft ist in diesem Falle der Zeit ihres Verbrauches nicht proportional. Es ist klar, daß in dieser Voraussetzung (wenn also die Kraft im Herzen erzeugt wird) die Alteration des Rückenmarks keinen andern Einfluß auf den Wechsel der Bewegungserscheinung, auf die Beschleunigung oder Verlangsamung des Herzschlages ausüben kann, als daß es in Folge

seines Zustandes, der Bewegung in der einen Zeit in irgend einer Weise einen geringern Widerstand als in der andern entgegensetzt. Die Ursachen von Bewegungseffecten sind aber nicht allein im Herzen, sie sind überall in jedem Theile des Organismus, im Rückenmark sowohl wie in jeder einzelnen Muskelfaser.

Ermittelung
des Zusammenhangs des
Rückenmarks
mit den Be-
wegungsef-
fecten.

Wir können uns aber denken, daß die Bewegung des Herzens sowohl wie die aller anderen Theile des Organismus, die Bewegungen der Eingeweide, die willkürlichen Bewegungen von dem Rückenmark ausgehen oder vermittelt werden, und es ist sodann klar, daß eine Aenderung in dem Zustande oder der Beschaffenheit des Rückenmarks eine Aenderung aller Bewegungerscheinungen zur Folge haben muß. Dasselbe muß stattfinden, wenn irgend ein Theil der mit dem Rückenmark und mit den Apparaten der Blut-, Eingeweide- u. Bewegung in Verbindung stehenden Nerven eine Zustands- und Beschaffenheitsveränderung erleidet, die in diesem vorgehende veränderte Thätigkeit muß rückwärts einen Einfluß auf das Rückenmark und auf den Bewegungsapparat ausüben. Die Geseze der Fortpflanzung oder der Mittheilung einer Bewegung sind überall dieselben, durch welche Ursache sie auch hervorgebracht sein mögen.

Die Ursache der Bewegung in einer Mühle, der rotirenden Bewegung des Steins, des Beutelns des Mehls u. ist nicht das Mühlrad, denn das Mühlrad ist ein Theil der Mühle. Es ist vollkommen gewiß, daß die Ungleichförmigkeit des Ganges der Mühle verursacht werden kann durch das Hinewegnehmen mehrerer Wasserschaufeln von dem Mühlrade, was zur Folge hat, daß der Druck des Wassers an diesen Stellen zu wirken aufhört, allein sie kann auch verursacht werden durch das Ausbrechen der Zähne irgend eines andern

Rades der Mühle, stets wird dieß in der hierdurch ungleichförmig gewordenen Bewegung des Mühlrades so gut wie in den anderen Theilen der Mühle wahrnehmbar sein.

Wenn nun der Organismus in einer gegebenen Zeit ein gewisses Maß von Kraft erzeugt, so sind, sobald diese Kraft von dem Rückenmark aus zur Verwendung gelangt, die Bewegungen gleichförmig, wenn die Kraft in gleichen Zeiten für alle Apparate der Bewegung zur Verwendung kommt, sie sind ungleichförmig, wenn der eine Apparat mehr Kraft als der andere empfängt. Wenn hiernach die Athem- und Blutbewegungen beschleunigt erscheinen, so würden Schwäche in den Gliedern oder eine Störung der Verdauung Folgen davon sein. Die Kraft, welche das Herz zur Beschleunigung seiner Bewegung mehr empfängt, kann gleichzeitig für die anderen Bewegungsapparate nicht verwendbar sein.

Nach der Feststellung des Zusammenhanges zwischen Rückenmark und den Bewegungseffecten wären die Beziehungen der letzteren zu den Wärmeerscheinungen zu erörtern.

Die Wahrnehmung ergiebt, daß die Ungleichförmigkeit der Bewegungerscheinungen begleitet ist von einem Wechsel in den Wärmeerscheinungen; in manchen Fällen steigen und fallen die subjectiven und objectiven Wärmeerscheinungen mit der Beschleunigung und Verlangsamung der Bewegungerscheinungen, in anderen wieder stellen sich beide nicht in dem nämlichen Verhältnisse gleichzeitig ein. Aber mit dem Gleichförmigwerden der Wärmesymptome werden auch die Bewegungerscheinungen gleichförmig, und sind diese letzteren normal geworden, so sind auch die Wärmeerscheinungen diesen Bewegungen proportional. Wenn nun dargethan werden kann, daß der Bewegungseffect (die Geschwindigkeit)

gleichförmige
und ungleichförmige
Bewegungen.

Beziehung
der Wärme-
erscheinungen
zu den Be-
wegungs-
erscheinungen.

an sich die Wärme (z. B. durch Reibung) nicht hervorbringt, so folgt von selbst, daß Wärme und Bewegungserscheinungen in keinem näheren Zusammenhange mit einander stehen, als wie der Sturm mit dem abnormen Steigen oder Fallen des Quecksilbers in dem Barometer, daß also die Ursachen, welche die eine Reihe von Erscheinungen bedingt haben, gleichzeitige Bedingungen der andern Reihe sind. Wenn sich nun herausstellt, daß die Anzahl der in einer gegebenen Zeit freigewordenen Wärmegrade in einem bestimmbarern Verhältnisse steht zu der Anzahl von Blutkörperchen, welche in der nämlichen Zeit durch die Capillarien gegangen sind, so würde in einer gewissen Beschaffenheit der Blutkörperchen oder des Blutes und der Capillarien die Wärmequelle gesucht werden müssen.

Beziehung
der Wärme-
erscheinungen
zu dem
Sauerstoff
der Luft.

Da nun durch die Untersuchung erwiesen ist, daß die Beschaffenheit des Blutes, wodurch es zu einer Wärmequelle werden kann, in dem Vermögen, Sauerstoff aufzunehmen, besteht, da die Sauerstoffaufnahme in einer gegebenen Zeit in einem bestimmten Verhältnisse zu der Anzahl der Athemzüge in eben dieser Zeit steht, so sind die ungleichen Wärmeeffecte abhängig von den Athembewegungen, den Contractionen des Herzens und überdies von einer äußeren Ursache, und diese ist die chemische Action des Sauerstoffs. So wie sich das Verhältniß dieser drei Factoren zu einander ändert, so müssen sich in gleicher Weise die Wärmephänomene ändern, und wenn in gewissen Theilen des Organismus die Fähigkeit, mit dem Sauerstoff eine Verbindung einzugehen, durch irgend eine neue hinzugekommene Ursache zunimmt, so wird in diesem Theile mehr Wärme frei werden, als in den anderen Theilen. Wenn demnach die Blutbewegung und Athembewegung eine gleichzeitige Beschleunigung

gung erfahren, so wird dem von Bierordt ermittelten schönen Gesetze gemäß auch die Sauerstoffaufnahme und damit die Menge der freigewordenen Wärmegrade steigen; sind die Blutbewegung und die Athembewegungen nicht in gleichem, sondern in ungleichem Verhältnisse beschleunigt, so ändert sich damit auch das subjective oder objective Wärmegefühl. Wenn alle diese Verhältnisse erforscht und ermittelt sind, so vermögen wir nicht nur die einzelnen Symptome und damit das Fieber zu erklären, sondern wir sind auch im Stande, sie alle zusammen auf eine einzige und letzte Ursache (die Krankheitsursache) zurückzuführen. Dies ist der Weg der Naturforschung.

Irrige Verbindungen von Sätzen oder Thatfachen anderer Art werden dadurch hervorgerufen, daß man bei der Erklärung einer Naturerscheinung, die von mehreren Ursachen bedingt wird, nur eine dieser Ursachen in's Auge faßt und ihr einen Wirkungswerth beilegt, den sie an und für sich nicht besitzt, sondern nur durch das Vorhandensein der anderen Ursachen erhält. So z. B. beruht nach Schleiden (Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik, 1845, S. 282) die Ansicht, »daß die Gährung und Fäulniß Effecte der Mittheilung einer Bewegung«, die Meinung also, daß ein Zuckertheilchen in Berührung mit Hefe sich verhalte, wie wenn es ein Theil oder Bestandtheil der Hefe sei, theils auf der unhaltbaren Atomistik, theils sei sie mechanisch falsch aufgefaßt. »Die Größe der Bewegung werde gemessen durch das Product der Masse in die Geschwindigkeit. Ein Theil Diastase erstreckte aber seine zersezende Kraft auf 1000 Theile Stärke (was ein Irrthum ist, da nach Guerin Barry 1 Theil Diastase auf 60 Stärke wirkend nur 10,3 Theile Zucker liefert. Das Verhältniß 16 Stärke auf 1 Diastase lieferte nur

Falsche Combinationen.

14 Zucker). »Man müßte also im Atome der Diastase eine Geschwindigkeit annehmen tausendmal so groß, als zur Zersetzung eines gleichen Gewichtes Stärke nothwendig wäre. Es ist leicht einzusehen, daß man auf der schwächsten Basis hier ein Riesengebäude der kühnsten Hypothesen aufeinanderthürmen müßte, um zum Ziele zu gelangen. Auf der andern Seite ist der Einwurf, daß es ohne Beispiel sei, daß ein ruhender Körper einen andern in Bewegung setze, auch von der atomistischen Erklärungsweise entlehnt und ebenfalls physikalisch falsch. Die Gravitation, der Magnetismus, die elektrische Anziehung sind lauter Beispiele der Bewegung eines Körpers durch einen ruhenden« (Schleiden).

Berichtigung
von Schleiden's
Ansiht.

Was die Diastase und ihre Wirkung auf die Stärke betrifft, so hat Schleiden vergessen, die Zeit mit in Rechnung zu nehmen, welche nöthig ist, um die Ueberführung in Zucker zu bewirken. Die Ansicht, welche er bestreitet, setzt nicht voraus, daß die Theilchen der Diastase eine größere Geschwindigkeit besäßen, sondern daß die Umlagerung eines Stärkemoleculs vor sich gegangen ist, während in dem Diastasemolecul die Bewegung noch fortbauert, der Gleichgewichtszustand in diesem also noch nicht eingetreten ist. Die Wirkung der Diastase in einer begrenzten Zeit hängt ab von der Anzahl der Stärkemoleculen, die mit den Diastasemoleculen in eben dieser Zeit in Berührung kommen können; je nach der Menge der Diastase richtet sich die Zeit, der Proceß der Umwandlung in Zucker; die Wirkung der Diastase hört auf, wenn sie selbst verschwunden ist, durch eine doppelte oder dreifache Menge Diastase wird die Zeit verkürzt oder es wird eine größere Menge Stärke in Zucker übergeführt.

Was die Ansicht betrifft, daß die Schwere, Electricität

Beispiele seien von Bewegung eines Körpers durch einen ruhenden, so muß in Betrachtung gezogen werden, daß ein ruhender Körper auf zwei wesentlich verschiedene Arten in den Zustand der Bewegung übergehen kann.

Wodurch Bewegung eintritt.

1) Durch Mittheilung der Bewegungsgröße eines schon bewegten Körpers, also durch Stoß, wie des Hammers auf den Nagel, des Wassers auf das Mühlrad, oder des Windes auf das Segel.

Durch Mittheilung der Bewegungsgröße.

2) Durch Einwirkung einer attractiven oder repulsiven Kraft, welche zwischen jenem und einem zweiten Körper thätig ist. Hierbei ist die Wirkung allemal gegenseitig und die erlangten Geschwindigkeiten den bewegten Massen umgekehrt proportional.

Durch eine attractive oder repulsive Kraft.

Da man die chemischen Proceße als Bewegungserscheinungen auffassen muß, so ist vorerst nicht zu bezweifeln, daß alle solche Proceße, welche in der Bildung neuer Verbindungen ihre Erklärung finden, zu der zweiten Art der Bewegungserscheinungen gehören, indem die anziehende Kraft der Bestandtheile oder die chemische Verwandtschaft die eintretende Orts- und Beschaffenheitsveränderung (d. h. die Bewegung) der Materie hervorruft. Nach der Herstellung der Verbindung hört die Bewegung ebenso auf, wie wenn der fallende Stein auf den Boden, die Eisenfeilspäne am Pole des Magneten angekommen sind.

Chemische Proceße als Bewegungserscheinungen gehören zu der zweiten Art.

Wenn aber ein Körper, welcher selbst in Zerfegung sich befindet, d. i. dessen Theile im Zustande des Ortswechsels, der Bewegung begriffen sind, einen andern Körper in einen ähnlichen Zustand versetzt und die Beobachtung alle anderen bekannten Ursachen der Veränderung oder Umsezung dieses zweiten Körpers ausgeschlossen hat bis auf eine, wenn nachgewiesen ist, daß diese eine Ursache (Mittheilung der Bewegung,

Fräutniß und Gährung zu der ersten Art von Bewegungserscheinungen.

Reibung, Stoß 2c.) an der Bildung und Zerlegung einer Menge von Verbindungen einen bestimmten Antheil hat, so muß diese letztere als die wirkende Ursache angesehen werden, wenn überhaupt die in der Lehre von der Bewegung gewonnenen Begriffe auf die chemischen Erscheinungen anwendbar sind. Der Nachweis dieser letzten und einzigen Ursache ist demnach nicht ein bloßes Wort, was man dem Ausdruck »katalytischer Kraft« substituirt hat, sondern es ist der Ausdruck eines Begriffes, der genau der entgegengesetzte von dem eines katalytischen Körpers ist. Aus dem mit 2) bezeichneten Satze ergiebt sich von selbst der irrige Schluß, daß die Gravitation, der Magnetismus 2c. Beispiele seien der Bewegung eines Körpers durch einen ruhenden.

Die Schwere-
kraft für sich
bringt keine
Bewegung
hervor.

Eine Uhr wird durch das Gewicht in Bewegung erhalten, allein sie zieht sich von selbst nicht auf, und an der Bewegung eines Mühlrades hat die Sonnenwärme ebensoviel Antheil als die Schwere. Das Wasser, was das Mühlrad treibt, war früher Dampf, der Dampf flüssiges Wasser. Das Wasser verdunstete, der Dampf wurde durch Wärmeentziehung wieder tropfbar flüssig und dieses flüssige Wasser fällt durch die Wirkung der Schwere und fährt fort zu fallen bis, wie bei der Uhr, ein Widerstand seine Bewegung aufhebt.

Mangel an
Schärfe im
Ausdruck
Grund zu
irrigen Schluß-
sen und zu
Mißverständ-
nissen.

Zu den irrigen Schlüssen und Anschauungsweisen, welche in der Methode liegen, gesellt sich bei vielen Physiologen noch ein individueller Fehler, der als Nachlässigkeit im Ausdruck und in dem Mangel an Schärfe seine Erklärung findet. Dieser Fehler ist, daß sie Dinge oder Erscheinungen, welche sie durch ihre Sinne wahrgenommen haben, als Folgerungen ihres Geistes darstellen, was durch Gewohnheit den großen Nachtheil im Verständniß nach sich zieht,

daß sie zuletzt wirkliche Schlüsse, Folgerungen einer unbekannteren Größe aus zwei und mehr bekannten, die sich natürlich durch die Sinne nicht wahrnehmen lassen, mit ihren körperlichen Augen zu sehen verlangen, um sie für wahr zu halten. Daher mag es denn kommen, daß die Chemiker mit aller Häufung der evidentesten Beweise viele Aerzte von den einfachsten Wahrheiten häufig nicht überzeugen können. Beispiele für diese Behauptung finden sich in jedem physiologischen Werke, ich will einige aus einem der neuesten hier folgen lassen: Valentin sagt (Seite 6 seines Lehrbuches der Physiologie, Braunschweig bei Vieweg 1844):

Beispiele.

»Wir durchschneiden den Antlignerven und sehen, daß dann die Gesichtsmuskeln der entsprechenden Seitenhälfte für den Einfluß des Willens gelähmt sind. Wir schließen daraus mit Recht (wir haben daraus ersehen), daß durch den N. facialis die Effecte unseres Willens auf die genannten mimischen Muskeln vermittelt werden.«

»Wir finden nach Verletzung des Stammes oder des Augenastes des dreigetheilten Nerven secundäre Entzündung, Vereiterung und selbst fernere Zerstörung des Augapfels und folgern alsdann (haben wahrgenommen), daß für den Normalzustand des Auges die Integrität des genannten Nerven nothwendig sei.«

Ferner S. 3: »Weiß ich z. B., daß die Wandungen der Schlagadern elastisch sind, so kann ich ohne alles Fernere daraus folgern, daß sich die Arterien, sobald sie mit Blut stärker gefüllt werden, bis zu einem gewissen Grade ausdehnen und bei dem Nachlassen des Druckes zu ihrem alten Umfange wieder zurückkehren« (d. h. daß sie elastisch sind).

Ich habe in dem Vorhergehenden hervorgehoben, in welcher Weise die Verschiedenheit der Anschauungsweise und

Berührungspunkte der Physiologie und Chemie.

Methode das Verständniß zwischen den Physiologen und den Chemikern erschwert, und will jetzt die Punkte näher zu bezeichnen suchen, wo sich die Physiologie und Chemie begegnen müssen, um sich gegenseitig nützliche Dienste zu leisten.

Abweichung der Geseze, welche die Lebenserscheinungen regieren, von chemischen und mechanischen Gesezen.

Wenn man die aus der Kenntniß der sogenannten mechanischen Kräfte geschöpften Vorstellungen zur Ermittlung der vitalen oder chemischen Erscheinungen anzuwenden versucht, so sieht man sogleich, daß die Geseze, welche die ersteren regieren, in einer Menge von Beziehungen von denen abweichen, von welchen die Eigenthümlichkeiten chemischer oder vitaler Verbindungen abhängig sind.

Beziehung der Eigenschaften der Elemente zu den Eigenschaften der Verbindungen.

Eine chemische Verbindung zweier Körper besitzt Eigenschaften, welche durchaus verschieden sind von denen ihrer Bestandtheile. Die chemische Kraft des neuen Körpers, das Vermögen, neue Verbindungen einzugehen oder Zersetzungen zu bewirken, ist nicht die Summe der chemischen Kräfte seiner Elemente. Wir können rückwärts aus den Eigenschaften einer Muskelfaser in keiner Weise die des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs und ihrer anderen Elemente erschließen, und doch kann nichts gewisser sein, als daß zwischen den Eigenschaften der Elemente und denen der Verbindung gewisse Beziehungen bleibend sind.

Der Zinnober ist ein Schwefelmetall, welches ganz andere Eigenschaften besitzt als der Bleiglanz, die Zinkblende. Es kann nicht bezweifelt werden, daß ihre Verschiedenheit davon abhängig ist, daß in dem ersteren Quecksilber, in dem andern Blei, in dem dritten Zink mit dem Schwefel verbunden ist, und daß die Eigenschaften des Quecksilbers, Bleies und des Zinks einen ganz bestimmten und bestimmbaren Antheil an der Verschiedenheit der Eigenschaften ihrer Verbindungen haben müssen, denn die letzteren sind offenbar davon bedingt

worden. Am unverkennbarsten sehen wir dies an den isomorphen Substanzen; das Schwefelblei ist im Ansehen kaum zu unterscheiden von dem Selenblei; der Ammoniakalaun von dem Kalialaun, das selenfaure Natron von dem Glaubersalz. Die Beziehungen, welche zwischen den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Elemente bestehen, sind in vielen dieser Verbindungen constant geblieben, und bei denen, wo eine Abweichung in der Farbe, Löslichkeit u. dergleichen, ist immer noch eine Eigenschaft, die physikalische Form constant geblieben. Dasselbe oder ein ähnliches Verhältniß ist zweifellos ermittelbar zwischen den Eigenschaften aller Elemente und ihrer Verbindungen, und alle Anstrengungen in der Chemie sind, wer könnte es leugnen, der Auffindung dieser constanten Beziehungen zugewendet. Es ist dies der einzige Weg, auf welchem die Chemie zu Naturgesetzen gelangen kann, und nur auf diesem Wege kann auch die Physiologie, wenn sie sich zu einem Zweige der Naturforschung erheben soll, eine wissenschaftliche Grundlage erwerben.

Wir können, dies ist gewiß, bis jetzt noch keine physiologische Eigenschaft folgern aus den Gesetzen oder Eigenschaften der Elemente, allein es ist keine Frage, daß sie erschließbar sind aus Gesetzen, welche beginnen, wenn sich diese Elemente in einer gewissen Weise geordnet haben. Wenn die Elemente zu einer Thier- oder Pflanzensubstanz zusammengetreten sind, wenn sie physiologische oder vitale Eigenschaften erlangt haben, so sind die chemischen Kräfte, die ihnen die ursprünglichen Eigenschaften gegeben haben, in keiner Weise vernichtet oder aufgehoben, so wenig wie die Cohäsionskraft der Schwefeltheilchen vernichtet ist, wenn wir ein Stück Schwefel schmelzen. Es ist nur eine andere Ursache hinzugegetreten (die Wärme z. B.), welche den Effect der Cohäsionskraft (den

Die chemischen Kräfte der Elemente haben Antheil an den vitalen Eigenschaften.

Zusammenhang) aufgehoben hat und die Wirkung dieser nicht mehr wahrnehmen läßt. Der neue Zustand (die Flüssigkeit) ist ein Gleichgewichtszustand zweier entgegengesetzter Ursachen, es ist ein Effect, an dem sie beide gleichen Antheil haben.

In den Pflanzen- und Thiersubstanzen gehorchen die Elemente wie sonst mechanischen und chemischen Gesetzen, wenn die Wirkung derselben nicht durch Widerstände aufgehoben wird, die als die Anzeichen neuer Gesetze betrachtet werden müssen, welche die Theile des Organismus regieren.

Die Beziehungen zwischen den chemischen und vitalen Effecten müssen ermittelt werden.

Wenn demnach durch das Zusammenwirken mehrerer Ursachen neue Gesetze, neue Erscheinungen hervorgebracht werden, die keine Aehnlichkeit mit den Wirkungen der einzelnen Ursachen für sich haben, so stehen die Effecte der letzteren mit denen der neuen Erscheinungen zu einander in einer ermittelbaren Beziehung, und diese Verhältnisse sind es, welche aufgesucht und bestimmt werden müssen. Wenn wir diese Beziehungen kennen gelernt haben, so werden wir wie bei den isomorphen Substanzen, ohne daß dazu weitere Beobachtungen nöthig sind, eine Menge unbekannter Thatfachen oder Erscheinungen erschließen können.

Die Beziehung des Gewichtes der Elemente zu den chemischen Eigenschaften der Verbindungen.

Daß die Eigenschaft des Gewichtes der Elemente in allen chemischen Verbindungen constant ist, daß, in welcher Weise die Elemente auch zusammentreten mögen, das Gewicht der Verbindung gleich ist der Summe der Gewichte ihrer Elemente, die Erwerbung dieser Wahrheit, von welcher kaum Jemand denkt, daß sie so große Mühe und Arbeit gekostet hat, hat einem Theil der Chemie eine rein wissenschaftliche Beschaffenheit gegeben. Die Kenntniß der chemischen Proportionen hat dahin geführt, alle möglichen Verbindungen eines Körpers im Voraus zu bestimmen, aber sie konnte für sich die

scheinbaren Ausnahmen nicht erklären, wo sich Körper der Erfahrung gemäß nicht in constanten, sondern in allen denkbaren Verhältnissen mit einander verbanden. Durch die Berücksichtigung einer andern Eigenschaft, der Beziehung nämlich der äußeren Form zur Zusammensetzung, ist die Erklärung dieser Abweichungen nicht allein möglich geworden, sondern man hat auch damit eine weit klarere Vorstellung über die Ursache der constanten Verbindungsverhältnisse überhaupt gewonnen.

Die Fortschritte in allen Zweigen der Naturforschung, in Uebersall bestehen Gesetze der gegenseitigen Abhängigkeit in den Naturerscheinungen. den physikalischen Wissenschaften sowohl wie in der Physiologie, beruhen auf der Ueberzeugung, daß dergleichen Gesetze gegenseitiger und von einander abhängiger Beziehungen in den Eigenschaften der Körper bestehen und daß sie ermittelbar sind.

Es giebt in der Naturforschung keine andere Methode, Weg, um zur Kenntniß der Abhängigkeits-Verhältnisse zu gelangen. um zur Erkenntniß der Beziehungen zu gelangen, in welchen die Eigenschaften der Körper zu einander stehen, als daß wir zuerst diese Eigenschaften kennen zu lernen suchen und dann die Fälle ermitteln, wo sie wechseln. Es ist ein Naturgesetz, was keine Ausnahmen hat, daß die Abweichungen in einer Eigenschaft stets und unwandelbar begleitet sind von gleichförmig entsprechenden Abweichungen in einer andern Eigenschaft, und es ist vollkommen einleuchtend, daß, wenn wir die Gesetze dieser Abweichungen kennen, wir in den Stand gesetzt sind, aus der einen Eigenschaft ohne weitere Beobachtung die der andern zu erschließen. Wenn wir das eine kennen, vorherzusagen, was in dem andern vor sich geht, das Unbekannte also aus dem Bekannten zu erschließen, dies ist, was wir nöthig haben.

Einige Beispiele dürften vermögend sein, die Wahrheit dieser Sätze einleuchtend zu machen.

Beispiele von
Abhängigkeit
Gesetzen.

Es ist bekannt, daß eine jede Flüssigkeit unter denselben Bedingungen bei einem unveränderlichen Temperaturgrade in's Sieden geräth; dies ist so constant, daß wir den Siedepunkt als eine charakteristische Eigenschaft derselben bezeichnen.

Druck und
Siedepunkt.

Eine der Bedingungen der constanten Temperatur, bei welcher sich im Innern der Flüssigkeiten Dampfblasen bilden, ist der äußere Druck; mit diesem Drucke wechselt bei allen Flüssigkeiten, bei einer jeden nach einem besonderen Gesetze, der Siedepunkt, er nimmt zu oder ab, wenn der Druck wächst oder kleiner wird. Einer jeden Siedetemperatur entspricht ein bestimmter Druck, einem jeden Drucke, eine bestimmte Temperatur. Es ist bekannt, daß die Kenntniß des Gesetzes der gegenseitigen Abhängigkeit des Siedepunktes des Wassers und des Druckes der Atmosphäre dahin geführt hat, durch das Thermometer festzusetzen, in welcher Höhe man sich über dem Meere befindet, durch die Abweichungen in der einen Eigenschaft eine andere zu messen.

Siedepunkt
und Zusammensetzung.

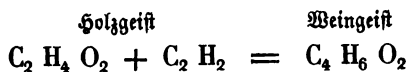
Minder bekannt dürften die Beziehungen sein, in welchen die Siedepunkte der Flüssigkeiten zu ihrer Zusammensetzung stehen. Der Holzgeist, Weingeist und das Fuselöl des Kartoffelbranntweins sind drei Flüssigkeiten, deren Siedepunkt sehr verschieden ist. Der Holzgeist siedet bei 59° , der Weingeist bei 78° , das Fuselöl bei 135° C. Die Vergleichung dieser drei Siedepunkte ergibt, daß der Siedepunkt des Weingeistes 19° höher als der des Holzgeistes ist ($59^{\circ} + 19^{\circ} = 78^{\circ}$), der des Fuselöls ist viermal neunzehn Grad höher ($59 + 4 \times 19 = 135^{\circ}$).

Jede dieser drei Flüssigkeiten liefert durch Drydation unter gleichen Umständen eine Säure; aus dem Holzgeist entsteht Ameisensäure, aus dem Weingeist Essigsäure, aus dem Fuselöl Baldriansäure. Von diesen drei Säuren hat

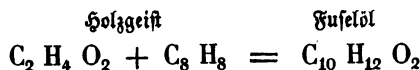
jede wieder ihren constanten Siedepunkt. Die Ameisensäure siedet bei 99° , die Essigsäure bei 118° , die Baldriansäure bei 175° C. Wenn man diese drei Siedepunkte mit einander vergleicht, so ergibt sich sogleich, daß sie in einem ganz ähnlichen Verhältnisse zu einander stehen, wie die der Flüssigkeiten, aus denen die Säuren entstanden sind. Der Siedepunkt der Essigsäure ist um 19° höher als der der Ameisensäure, der Siedepunkt der Baldriansäure ist viermal neunzehn Grad höher.

Einer gleichförmigen Abweichung in der einen Eigenschaft entsprach, wie man sieht, eine gleichförmige Abweichung in einer andern Eigenschaft. Die eine Eigenschaft ist hier die Zusammensetzung.

Vergleicht man die Zusammensetzung der sechs Körper der drei Säuren und der drei Flüssigkeiten, aus denen sie durch den Einfluß des Sauerstoffs entstehen, so ergibt sich Folgendes. Die Zusammensetzung des Holzgeistes wird durch die Formel $C_2 H_4 O_2$, die des Weingeistes durch $C_4 H_6 O_2$, die des Fuselöls durch die Formel $C_{10} H_{12} O_2$ bezeichnet. Wenn wir nun eine Gewichtsmenge Kohlenstoff und Wasserstoff, welche der Formel CH (gleichen Aequivalenten) entspricht, mit R bezeichnen, so sieht man sogleich, daß die des Weingeistes ausdrückbar ist durch die des Holzgeistes + 2 R.



Die des Fuselöls ist ausdrückbar durch die des Holzgeistes + 8 R.



Die Formel der Ameisensäure ist $C_2 H_2 O_4$; die der Essigsäure $C_4 H_4 O_4$; die der Baldriansäure ist $C_{10} H_{10} O_4$. Man

beobachtet leicht, daß die Formel der Essigsäure ausdrückbar ist durch die der Ameisensäure + 2R, die Formel der Valeriansäure ist ausdrückbar durch die der Ameisensäure + 8 R. Diesen Erfahrungen gemäß entspricht dem Eintreten oder dem Mehrgehalt von 2 Aeq. Kohlenstoff und 2 Aeq. Wasserstoff, von 2R, ein um 19° erhöhter Siedepunkt. Es läßt sich zeigen, daß die Beziehung zwischen dieser Gruppe ganz constant ist und daß sich aus der Kenntniß des Siedepunktes in der That ein Rückschluß auf die Zusammensetzung machen läßt. — Der Siedepunkt des ameisen-sauren Methyloryds ist 36°, der des ameisen-sauren Aethyloryds 55°, der Unterschied zwischen beiden beträgt 19°. Hieraus sollte geschlossen werden können, daß die Zusammensetzung der letzteren von der ersteren um C_2H_2 abweicht. Dies ist in der That der Fall. Die Formel des ameisen-sauren Methyloryds ist $C_4H_4O_4$, die der entsprechenden Aethylverbindung $C_6H_6O_4$, also genau um C_2H_2 höher. So siedet die Buttersäure bei 156°, ihr Siedepunkt ist genau um dreimal neunzehn Grade höher als der der Ameisensäure. Die Vergleichung ihrer Formeln zeigt, daß die Buttersäure angesehen werden kann als Ameisensäure + 6 R. Das Toluidin und Anilin sind zwei organische Basen, beide durch ihre Zusammensetzung insofern verschieden, daß das Anilin C_2H_2 oder 2R mehr enthält als das Toluidin. Die Vergleichung ihrer Siedepunkte zeigt, daß der Siedepunkt des Anilins um 19° Grad höher ist.

Das Gesetz der Abhängigkeit der Verhältnisse ist unabhängig von der Ursache, wodurch die Erscheinungen bewirkt werden.

Niemand wird in diesen Beispielen für diese Gruppe die Existenz eines Naturgesetzes verkennen und zu zweifeln vermögen, daß die Qualitäten eines Körpers in einer bestimmten Beziehung zu seiner Zusammensetzung stehen, daß einer Aenderung in einer Qualität eine gleichförmige Abweichung in etwas Quantitativem entspricht. Es verdient hier ganz

besonders hervorgehoben zu werden, daß die Kenntniß des Naturgesetzes ganz unabhängig ist von der eigentlichen Ursache oder von den Bedingungen, welche zusammengenommen den constanten Siedepunkt bewirken, denn was der Siedepunkt an und für sich ist, ist uns so unbekannt, wie der Begriff des Lebens.

Es ist in dem obigen Beispiele nur eine der Beziehungen der Qualität der Körper und ihrer Zusammensetzung hervorgehoben worden; allein dieser Beziehungen giebt es ebenso viele, als der Körper besondere Eigenschaften besitzt. Für eine große Gruppe von organisch-chemischen Verbindungen hat man ein Gesetz ermittelt, wonach sich aus der Kenntniß des Siedepunktes und der Zusammensetzung festsetzen läßt, wie viel Pfunde ein Cubikfuß der Verbindung wiegt, daß also auch die Eigenschaft des specifischen Gewichtes, des Druckes also, den die Körper bei gleichem Rauminhalte auf eine Unterlage äußern, in einer ganz bestimmten Beziehung zu zwei anderen steht, die sich ändert, so wie sich diese beiden ändern.

Ein ähnliches Abhängigkeitsverhältniß hat sich in Beziehung auf die Wärmemenge, welche verschiedene Körper bedürfen, um sich auf einerlei Temperatur zu erheben, und die Gewichtsverhältnisse herausgestellt, in denen sie sich unter einander verbinden. Es ist eine bekannte Thatsache, daß verschiedene Körper bei einerlei Temperatur verschiedene Wärmemengen enthalten. Gleiche Gewichte Schwefel, Eisen und Blei, die man auf den Siedepunkt des Wassers erwärmt hat, bringen mit Eis in Berührung eine gewisse Menge davon zum Schmelzen, und zwar ist die Menge flüssiges Wasser, welches unter diesen Umständen entsteht, sehr verschieden. Wäre das Wärmequantum in den drei Körpern gleich, so müßte die Menge des geschmolzenen Eises bei allen gleich viel

Siedepunkt,
Zusammen-
setzung und
specifisches
Gewicht stehen
in einem
Abhängig-
keitsverhält-
niß zu ein-
ander.

Specifische
Wärme und
Atomgewicht.

betragen und der ungleiche Effect, der hierher vorgebracht wird, zeigt an und für sich schon auf die Ungleichheit der wirkenden Ursache. Der Schwefel schmilzt sechs und ein halbmal, das Eisen viermal so viel Eis als das Blei. Es ist vollkommen einleuchtend, daß, wenn wir Schwefel, Eisen und Blei auf einerlei Temperaturdifferenz, von 15° auf 200° z. B., mit derselben Spirituslampe zu erhitzen haben, so würden wir für Blei z. B. 1 Loth, für dieselbe Menge Schwefel $6\frac{1}{2}$ Loth und für das gleiche Gewicht Eisen fast 4 Loth Spiritus zu verbrennen haben. Diese verschiedenen Wärmemengen, welche gleiche Gewichte verschiedener Körper brauchen, um auf eine gegebene Temperaturdifferenz erwärmt zu werden, die jedem derselben eigenthümlich sind, heißen gerade deshalb die eigenthümlichen oder specifischen Wärmen. Aus der Kenntniß der ungleichen Wärmemengen, welche die Körper bei gleichem Gewichte und einerlei Temperatur enthalten, gestattet ein einfaches Regeldetrierempel, die ungleichen Gewichte vom Schwefel, Blei und Eisen zu berechnen, welche ein gleiches Wärmequantum enthalten, und es ergiebt sich aus dieser Berechnung, daß z. B. 16 Schwefel so viel Eis schmelzen, wie 28 Eisen und 104 Blei von gleicher Temperatur. Diese Zahlen sind die nämlichen, wie die Mischungsgewichte (Äquivalentzahlen). Gleiche Äquivalente dieser und vieler anderen Körper enthalten oder nehmen, um sich auf einerlei Temperatur zu erheben, einerlei Wärmemengen auf, und wenn wir uns die Äquivalente als die relativen Gewichte der Atome denken, so ist klar, daß die Wärmemenge, die je ein Atom unter gleichen Bedingungen aufnimmt oder abgiebt, für je ein Atom gleich ist, und sich, in Zahlen ausgedrückt, umgekehrt verhält, wie die Gewichte der Atome. Es ist gewiß ein seltsames Resultat, daß die Menge Eis, die ein Körper

schmilzt, dazu gebient hat, um in manchen Fällen die Gewichtsverhältnisse zu berichtigen und festzusetzen, in denen sich dieser Körper mit anderen verbindet.

Noch viel sonderbarer mag es aber Vielen erscheinen, daß diese Eigenschaft (Wärme aufzunehmen oder abzugeben) bei den luftförmigen Körpern in einer ganz bestimmten Beziehung steht zu dem Tone einer Pfeife oder Flöte, welcher durch Einblasen des Gases hervorgebracht wird, so zwar, daß ein berühmter Naturforscher (Dulong) aus dem ungleichen Tone die Menge der Wärme beziehungsweise festzusetzen vermochte, welche gleiche Volume der Gase bei dem Zusammenpressen entlassen oder bei ihrer Ausdehnung verschlucken. Um eine klare Einsicht in diesen merkwürdigen Zusammenhang zu haben, muß man sich an einen der schönsten Gedanken von La Place, hinsichtlich des Zusammenhanges der specifischen Wärme der Gase mit ihrem Fortpflanzungsvermögen des Schalles, erinnern. Es ist bekannt, daß Newton und viele auf ihn folgende Mathematiker vergebens versuchten, eine der Beobachtung entsprechende Formel für die Geschwindigkeit des Schalles aufzustellen. Das Berechnete war dem Resultate der Beobachtung nahe; allein es zeigte sich stets ein unerklärbarer Unterschied. Da nun die Verbreitung des Schalles durch das Vibriren der elastischen Lufttheilchen, in Folge also eines Zusammenpressens und einer darauf folgenden Ausdehnung derselben, geschieht, und bei dem Zusammenpressen der Luft Wärme frei, und bei der Wiederausdehnung Wärme verschluckt wird, so vermuthete La Place, daß dieses Wärmephänomen einen Einfluß auf die Fortleitung des Schalles haben müsse, und es zeigte sich in der That, daß nach in Rechnungstellung der specifischen Wärme der Luft die Formel des Mathematikers frei von al-

Specifische
Wärme und
Ton bei den
Gasen.

len Fehlern und ein genauer Ausdruck für die beobachtete Geschwindigkeit war.

Wenn man nun die Geschwindigkeit des Schalles nach der Newton'schen Formel (also ohne Rücksicht auf die spezifische Wärme der Luft) berechnet und sie mit der Formel von La Place vergleicht, so ergibt sich zwischen beiden ein Unterschied in der Länge des Raumes, den eine Schallwelle in einer Secunde in beiden Fällen zurücklegt. Dieser Unterschied rührt von der spezifischen Wärme der Luft, von der Wärmemenge her, die bei der Fortpflanzung des Schalles aus den in Bewegung gesetzten Lufttheilchen frei wird. Es ist nun klar, daß dieser Unterschied in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in anderen Gasen, die bei gleichem Volume mehr oder weniger Wärme, als die Luft, enthalten, und durch Druck entlassen, größer oder kleiner ausfallen wird, als für die Luft, und es ist somit leicht ersichtlich, wie die Zahlen, welche diese ungleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in verschiedenen Gasen ausdrücken, zu gleicher Zeit ein Maas abgeben für die ungleichen Wärmemengen, die sie enthalten.

Da nun die Höhe oder Tiefe des Tones von der Anzahl der Vibrationen einer Schallwelle in einer Secunde, also von der Geschwindigkeit abhängig ist, mit welcher sich die eingetretene Bewegung fortpflanzt, und man weiß, daß in allen Gasen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit*) einer Schallwelle direct proportional ist der Anzahl der Vibrationen der Töne, die dadurch hervorgebracht werden, so erklärt sich hieraus, wie durch die ungleiche Höhe des Tones, welcher durch ver-

*) Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist das Produkt der Anzahl der Schwingungen in der Secunde mit der Länge einer Welle.

schiedene Gase mittelst einer Pfeife hervorgebracht wird, die spezifische Wärme der Gase (wie viel das eine Gas mehr als das andere enthält) ermittelt werden kann. Die große Entdeckung, daß die musikalische Harmonie, ein jeder Ton, der das Herz rührt, zur Freude stimmt, für Tapferkeit begeistert, das Merkzeichen einer bestimmten und bestimmbaren Anzahl von Schwingungen der Theile des fortpflanzenden Mediums ist und damit ein Zeichen von Allem, was nach den Gesetzen der Wellenlehre erschließbar ist aus dieser Bewegung, hat die Akustik zu dem Range erhoben, den sie gegenwärtig einnimmt. Eine Menge die Töne betreffender Wahrheiten wurden aus der Wellenlehre erschließbar, während empirische Wahrheiten zu einer entsprechenden Erkenntniß der Eigenschaften vibrirender Körper führten, welche früher ganz unbekannt waren.

Man unterlegt dem berühmten Wiener Violinverfertiger, daß er sich das Holz zu seinen Violinen im Walde mit dem Hammer ausgesucht, daß er diejenigen Bäume gewählt habe, die beim Anklopfen einen gewissen ihm allein bekannten Ton gegeben hatten. Dies ist sicher eine Fabel; daß er aber wußte, daß das obere und untere Brett einer guten Violine in einer Secunde eine gewisse Anzahl Schwingungen machen, einen bestimmten Ton geben, und daß die Dicke des Brettes hiernach eingerichtet werden müsse, darüber kann man nicht den geringsten Zweifel hegen.

Wenn man zuletzt erwägt, daß der durch einen Metall-

Elektricität
und Magneti-
tismus, Mag-
netismus u.
Wärme,
Magnetiismus
und chemische
Kraft.

draht gehende elektrische Strom in einem ganz bestimmten Verhältnisse steht zu den magnetischen Eigenschaften, welche dieser Draht hierdurch empfängt, wenn man sich erinnert, daß durch die Magnetnadel die feinsten Unterschiede der strahlenden Wärme gemessen werden können, daß die Quantität

der in Bewegung gesetzten Electricität in Zahlen ausdrückbar ist durch die nämliche Magnetnadel, daß sie gemessen werden kann in Cubitzollen Wasserstoffgas und in Gewichtstheilen von Metallen; wenn wir also sehen, daß die Ursachen oder Kräfte, von welchen die Eigenschaften der Körper, ihre Fähigkeit, auf unsere Sinne einen Eindruck zu machen oder überhaupt einen Effect auszuüben, in einem ermittelbaren Abhängigkeitsverhältnisse zu einander stehen, wer könnte gegenwärtig daran zweifeln, daß die vitalen Eigenschaften diesen Gesetzen der Abhängigkeit gleich allen anderen Eigenschaften folgen, daß die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Elemente, ihre Form- oder Ordnungsweise, eine ganz bestimmte und bestimmbare Rolle in den Lebenserscheinungen spielen?

Vitale Eigenschaften sind keine Ausnahmen eines Naturgesetzes.

Es liegt lediglich in ihrer Methode, welche viele Physiologen und Pathologen dahin geführt hat, die vitalen Eigenschaften gewissermaßen als Ausnahmen eines großen Naturgesetzes anzusehen; wie ließe es sich sonst erklären, daß sie die Anzahl und Gruppierung der Elemente, woraus die Theile des Organismus zusammengesetzt sind, nicht als eine physiologische Eigenschaft betrachten, welche als ein ganz unentbehrliches Hülfsmittel zur Einsicht in die vitalen Erscheinungen dienen muß; wie ließe sich erklären, daß man in der Heilung und Hebung von Krankheitszuständen die Elementarzusammensetzung der Heilmittel und ihre davon abhängigen Eigenschaften, durch welche ihre Wirkung ausgeübt wird, nicht in Rechnung nimmt. Die bloße Kenntniß der Formeln reicht natürlich hierzu nicht aus, sondern es ist nothwendig, die Gesetze der Beziehungen zu ermitteln, in welchen die Zusammensetzung und Form der Nahrung oder der Secrete zu dem Ernährungsproceß oder die Zusammensetzung der Heilmittel zu

den Wirkungen, die sie auf den Organismus ausüben, stehen.

Es ist gewiß, daß alle Fortschritte der Physiologie der Pflanzen und Thiere von Aristoteles bis auf unsere Zeiten nur durch die Fortschritte der Anatomie möglich gemacht worden sind. So wie derjenige über die Destillation im Dunkeln bleiben wird, der nichts mehr davon gesehen hat, als die Maische, das Feuer und den Hahn, aus welchem der Spiritus tropft, so ist in der That ohne Kenntniß des Apparates die Einsicht in den Vorgang unmöglich. Nun ist aber der Organismus ein viel zusammengesetzterer Apparat, der vor allem Anderen eine ganz genaue Kenntniß der Structur aller einzelnen Theile erfordert, ehe man ihre Bedeutung und die Function für das Ganze beurtheilen kann (Schleiden).

Anatomie vor
allem noth-
wendig.

Man darf aber nicht vergessen, daß seit Aristoteles bis auf Leuwenhoeck's Zeiten die Anatomie für sich über die Geseze der Lebenserscheinungen nur theilweise Licht verbreitet hat, daß uns die Kenntniß des Destillationsapparates allein über seinen Zweck nicht unterrichtet, daß für viele organische Prozesse dasselbe behauptet werden kann, wie für die Destillation, wo der, welcher die Natur des Feuers, die Geseze der Verbreitung der Wärme, die Geseze der Verdampfung, die Zusammensetzung der Maische und die des Productes der Destillation kennt, unendlich mehr von der Destillation weiß, nicht allein als der, welcher den Apparat in seinen kleinsten Theilen kennt, sondern auch unendlich mehr, als der Kupferschmied, der den Apparat gemacht hat.

Mit jeder Entdeckung in der Anatomie haben die Beschreibungen an Schärfe, Genauigkeit und Umfang zugenommen, die rastlose Forschung ist bis zur Zelle angelangt, von diesem Höhepunkte an muß eine neue Forschung beginnen.

Anatomie allein nicht ausreichend.

Wenn aber, wie Viele meinen, jetzt und in der Zukunft die weiteren Fortschritte der Physiologie nur von der vervollkommnung unserer Kenntniß des anatomischen Baues und der Structur der Organismen abhängig sind, dann wird die Chemie der Physiologie, insofern durch sie die anatomischen Kenntnisse nicht vermehrt werden können, in keiner Weise Dienste leisten, denn die Aufgabe der Chemie ist ja nicht die Ermittlung der Form, sondern die Feststellung der Beziehungen der Form zu den Elementen und ihrer Ordnungsweise, durch die sie hervorgebracht ist.

Durch die Kenntniß des anatomischen Baues und der Structurverhältnisse allein wird eben nur die Anatomie gefördert, und mit der genauesten Erforschung der Bewegungserscheinungen im Körper erfahren wir nie etwas über die Ursachen oder die Gesetze, die sie regieren, nur die Art und Weise der Richtung der Bewegung gelangt dadurch zu unserer Kenntniß.

Was hinzugezogen werden muß.

Wenn die anatomische Kenntniß zur Lösung einer physiologischen Frage dienen soll, so muß nothwendig noch etwas mit hinzugezogen werden, und das Nächste ist doch offenbar der Stoff, aus dem die Form besteht, die Kräfte und die Eigenschaften, die ihm neben den vitalen zukommen, die Kenntniß des Ursprunges des Stoffes und der Veränderungen, die er erfährt, um vitale Eigenschaften zu erlangen; es ist zulezt unerläßlich, die Beziehungen zu kennen, in welchen alle Bestandtheile des Organismus, die flüssigen sowohl, wie die festen, ganz abgesehen von der Form, zu einander stehen. Mit dem, was die Chemie über diese hochwichtigen Fragen zu Tage gefördert hat, scheint vielen Physiologen nur die Chemie bereichert worden zu sein, obwohl alle diese Resultate in der Chemie einen ebenso untergeordneten Platz

einnehmen, wie die, welche durch die Mineralien- und Mineralwasseranalysen erworben worden sind.

Ein anderer Grundirrtum, welcher von manchen Physiologen gehegt wird, ist der, daß man mit den chemischen und physikalischen Kräften allein oder in Verbindung mit Anatomie ausreichen könne, um die Lebenserscheinungen zu erklären; es ist in der That schwer zu begreifen, daß der Chemiker, der mit den chemischen Kräften genau bekannt ist, in dem lebendigen Körper die Existenz von neuen Gesetzen, von neuen Ursachen erkennt, während der Physiologe, dem die Kenntniß der Wirkung und des Wesens der chemischen und physikalischen Kräfte ferne steht oder abgeht, die nämlichen Vorgänge mit Hülfe der Gesetze der anorganischen Natur erklären will.

Die Chemie
allein nicht
ausreichend.

Ihrer wahren Bedeutung nach ist die letztere Ansicht die extreme Folge einer Reaction gegen eine vorhergegangene. In dem noch nicht lange vergangenen Zeitalter der philosophischen Physiologie erklärte man Alles durch die Lebenskraft. Die Reaction verwirft die Lebenskraft und glaubt an die Möglichkeit, alle vitalen Vorgänge auf physikalische und chemische Ursachen zurückführen zu können. In dem lebendigen Thierkörper herrschen — so sagte man vor vierzig Jahren — andere Gesetze, wie in der anorganischen Natur, alle Vorgänge sind anderer Art. Manche der heutigen Physiologen dagegen halten sie für gleicher Art. Das Gewinnlose für uns in beiden Ansichten liegt darin, daß man weder damals, noch jetzt die Abweichungen in den Effecten der Lebenskraft und den Wirkungen der unorganischen Kräfte oder ihre Aehnlichkeit oder Gleichheit festzusetzen oder zu ermitteln versucht hat. Die Schlüsse, zu denen man kam, waren nicht auf die Bekanntschaft der Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit in ihren ge-

gegenseitigen Beziehungen, sondern auf die Unbekanntschaft mit denselben gegründet.

Was heißt
chemische
Kräfte.

Diejenigen Physiologen, welche die vitalen Vorgänge als Effecte der unorganischen Kräfte betrachten, vergessen ganz, daß der Ausdruck »chemische Kräfte« nichts Anderes heißt, als das Quantitative in den verschiedenen Lebensäußerungen und die Qualitäten, welche durch diese Quantitäten bedingt werden. Von der falschen Vorstellung, die man von dem Einflusse der Chemie auf die Erklärung der vitalen Erscheinungen macht, rührt es her, daß man von der einen Seite diesen Einfluß zu gering anschlägt, während die Erwartungen und Anforderungen von der andern zu hoch gespannt sind.

Durch Zahlen
wird kein
Abhängig-
keitsverhältnis
hergestellt.

Wenn zwischen zwei Thatsachen ein ganz bestimmter Zusammenhang besteht oder aufgefunden wird, so ist es die Aufgabe der Chemie keineswegs, diesen Zusammenhang zu erweisen, sondern lediglich nur denselben in Quantitäten, in Zahlen auszudrücken. Durch die Zahlen allein kann zwischen zwei Thatsachen keine Beziehung hergestellt werden, wenn diese Beziehung an sich nicht besteht.

Zahlen sind
nur Ausdrücke
von bestehen-
den Abhän-
gigkeitsver-
hältnissen.

Bittermandelöl und Benzoesäure sind ihrem Vorkommen und ihren Eigenschaften nach zwei durchaus verschiedene organische Verbindungen. Von einer gegenseitigen Beziehung zwischen beiden war vor wenigen Jahren noch keine Rede. Man entdeckte nun, daß das Bittermandelöl an der Luft fest und krystallinisch wurde, und daß der entstandene Körper identisch in seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung mit Benzoesäure ist. Eine Beziehung zwischen beiden war nach dieser Erfahrung unverkennbar. Die Beobachtung erwies, daß bei dem Uebergange des Bittermandelöls in Benzoesäure Sauerstoff aus der Luft aufgenommen wird, und die Ana-

lyse beider setzte die vorgegangene Umwandlung in Zahlen fest und soweit sie erklärbar war, erklärte sie sie damit.

In einer ähnlichen Weise wurde durch das Studium der Beispiele. Veränderungen, welche das Kartoffelfuselöl durch den Einfluß des Sauerstoffs erfährt, eine bestimmte Beziehung zwischen diesem Körper und der Baldriansäure entdeckt, und durch den Zahlenausdruck dargethan, daß sich beide zu einander wie der gewöhnliche Weinalkohol zu der Essigsäure verhalten.

Der Harn des Menschen enthält Harnstoff, häufig Harnsäure, in dem Harn gewisser Thierklassen fehlt die Harnsäure, in dem Harn anderer der Harnstoff. Mit der Zunahme der Harnsäure nimmt der Harnstoffgehalt des Harnes ab, der Harn des Fötus der Kuh enthält Allantoin, in dem Menschenharn macht die Dralsäure einen selten fehlenden Bestandtheil aus. Der Wechsel in gewissen vitalen Vorgängen im Organismus ist begleitet von einem entsprechenden Wechsel in der Natur, Menge und Beschaffenheit der Verbindungen, welche durch die Nieren secernirt werden. Es ist die Aufgabe des Chemikers, die beobachteten Beziehungen quantitativ auszudrücken, in welchen diese Körper zu einander und zu den Vorgängen im Organismus stehen.

Die Chemie unterlegt zuvörderst durch die Analyse den Wie die Chemie verfährt, um die Beziehungen auszu drücken. Wörtern Harnstoff, Harnsäure, Allantoin, Dralsäure ihre quantitative Bedeutung; durch diese Formeln wird noch keine Beziehung zwischen ihnen gegenseitig hergestellt, indem sie aber ihr Verhalten und die Aenderungen untersucht, welche diese Verbindungen unter dem Einflusse des Sauerstoffs und des Wassers, derjenigen Körper also erleiden, die an ihrer Bildung oder Veränderung im Organismus Antheil haben, so gelangt sie zu Ausdrücken eines bestimmten und unverkennbaren Zu-

sammenhanges. Durch die Hinzuführung von Sauerstoff zu Harnsäure spaltet sie sich in drei Producte, in Allantoin, Harnstoff und Oxalsäure. Durch eine größere Zufuhr von Sauerstoff geht die Harnsäure gerade auf in Harnstoff und Kohlensäure. Das Allantoin stellt sich dar als harnsaurer Harnstoff. Die Vergleichung der von dem Chemiker entdeckten Bedingungen des Uebergangs der Harnsäure in Harnstoff, mit denjenigen, die den Vorgang im Organismus begleiten, führt zu dem Schlusse, daß die Bedingungen (in dem erwähnten Falle Zufuhr von Sauerstoff) in beiden Fällen die nämlichen sind oder daß sie von einander abweichen. Diese Abweichungen geben jetzt neue Anhaltspunkte zu Untersuchungen ab, mit ihrer Ermittlung ist der Vorgang erklärt.

Der Harnstoff und die Harnsäure sind Producte der Veränderungen, welche die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Blutes unter dem Einflusse des Wassers und des Sauerstoffs erleiden, die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Blutes sind identisch in ihrer Zusammensetzung mit den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Nahrung. Die Beziehung zwischen der letzteren und der Harnsäure, dem Harnstoffe mit dem Sauerstoffe der Luft und den Elementen des Wassers, die quantitativen Bedingungen ihrer Bildung drückt die Chemie in Formeln aus, und soweit ihr Gebiet reicht, erklärt sie sie damit.

Was die chemischen Formeln betreffen.

Es ist auch dem Unkundigen einleuchtend, daß die Verschiedenheit der Eigenschaften in zweien Körpern entweder abhängig ist von einer verschiedenen Ordnungswiese der Elemente, woraus sie bestehen, oder von einem quantitativen Unterschiede in der Zusammensetzung. Die Formeln des Chemikers sind Ausdrücke der verschiedenen Ordnungswiese oder der quantitativen Verschiedenheiten, welche die qualitativen begleiten. Die heutige Chemie kann selbst durch die sorgfält-

tigste Analyse die Zusammensetzung eines organischen Körpers nicht mit Sicherheit feststellen, wenn die quantitative Beziehung desselben zu einem zweiten nicht ermittelt ist, über dessen Formel kein Zweifel besteht; nur in dieser Weise konnte z. B. die Formel des Bittermandelöls und Fuselöls festgesetzt werden, und wenn ein Abhängigkeitsverhältniß zwischen zwei Körpern durch unmittelbare Beobachtung nicht wahrgenommen werden kann, so ist der Chemiker genöthigt, sich durch die Experimentirkunst die Beziehungen zu schaffen, er sucht den Körper in zwei oder mehrere Producte zu spalten, er untersucht die Producte, die er durch den Einfluß des Sauerstoffs oder des Chlors, der Alkalien und Säuren daraus erhält, und durch diese Mittel gelingt es ihm zuletzt, eins oder mehrere Producte zu erhalten, deren Zusammensetzung vollständig ermittelt ist, deren Formel er kennt. An die Formel dieser Producte knüpft er jetzt die Formel des Körpers an, die er sucht. Die Summe des Ganzen erschließt er mit Hülfe der Kenntniß einer, mehrerer oder aller Theile, aus denen das Ganze besteht. So ist die Anzahl der Aequivalente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die zu einem Zuckertheilchen gehören, durch die Analyse nicht bestimmbar; die Geschicklichkeit eines Chemikers giebt keinen Beweis ab für die Richtigkeit seiner Analyse des Salicins, des Amygdalins; der Zucker verbindet sich aber mit Bleiorpd, er zerlegt sich durch die Gährung in Kohlensäure und Alkohol, in zwei Verbindungen, deren Formel genau bekannt ist; das Amygdalin zerfällt in Blausäure, in Bittermandelöl und Zucker, das Salicin in Zucker und in Saligenin.

Es ist klar, daß, wenn das Gewicht des Körpers und des von einem oder zwei oder allen aus demselben hervorgehenden Producten und ihre Formel bekannt ist, so kann die

Werth der
Formeln.

Anzahl und das Verhältniß von einem oder zwei oder von allen seinen Elementen, d. h. seine Formel, erschlossen, das Resultat der Analyse kann dadurch bewahrheitet oder berichtigt werden.

Warum der Chemiker die Zerlegungsproducte eines Körpers studirt.

Die Bedeutung der Formeln des Chemikers ist hiernach klar. Die richtige Formel eines Körpers drückt die quantitativen Beziehungen aus, in welchen der Körper zu einem, zwei oder mehreren anderen steht. Die Formel des Zuckers drückt die ganze Summe seiner Elemente aus, die sich mit einem Aequivalent Bleoxyd vereinigen, oder die Menge Kohlenensäure und Alkohol, in welche er durch die Gährung zerfällt. Man wird hiernach verstehen, warum der Chemiker gezwungen ist, den Stoff, dessen Zusammensetzung er feststellen will, in zahlreiche Producte zu spalten, warum er seine Verbindungen studirt. Alles dies sind Controlen für seine Analyse. Keine Formel verdient volles Vertrauen, wenn der Körper, dessen Zusammensetzung sie ausdrücken soll, diesen Operationen nicht unterworfen worden ist.

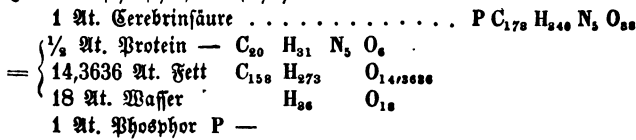
Mißbrauch der Formeln.

Indem einige neuere Physiologen vergaßen, daß die Kenntniß der Beziehungen zweier Erscheinungen ihrem Ausdrucke in Zahlen vorangehen müsse, arteten die Formeln des Chemikers in ihren Händen zu einer sinnlosen Spielerei aus. Anstatt eines Ausdruckes für ein wirklich vorhandenes Abhängigkeitsverhältniß suchten sie durch Zahlen Beziehungen herzustellen, die in der Natur nicht bestehen oder niemals beobachtet worden sind. Diese Eigenschaft kommt aber den Zahlen nicht zu *). Die Zeit wird aber kommen, obwohl sie die gegenwärtig

*) »Die mikroskopische Anatomie zeigt, daß in dem Gehirn und Rückenmark eine Mischung von grauen und weißen Substanzen existirt, und daß sich in diesem Organ Eiweiß und Del vereinigen. Statt diese Nothiz der Anatomie bei ihren Untersuchungen zu benutzen,

tige Generation schwerlich erleben wird, wo man einen Zahlensausdruck in chemischen Formeln für alle normalen Thätigkeiten des Organismus ermittelt haben wird, wo man die Abweichungen in den Functionen seiner einzelnen Theile messen wird durch entsprechende Abweichungen in der Zusammensetzung des Stoffs, woraus diese Theile bestehen, oder der Producte, die er hervorbringt; wo die Effecte, welche durch Krankheitsursachen oder durch Arzneimittel hervorgebracht werden, quantitativ ermittelt, wo eine bessere Methode Erkenntniß aller Bedingungen der Lebenserscheinungen, Klarheit und Sicherheit in die Erklärungen bringen wird; man wird es alsdann für unbegreiflich halten, daß eine Zeit bestand, wo man den Antheil, den die Chemie an diesen Erwerbungen zu nehmen bestimmt ist, bestritt, wo man über die Art und Weise ihrer Hülfe zweifelhaft sein konnte.

analysirten die Chemiker das Fett als Ganzes, d. h. eine unbekannte Mischung von Eiweiß und Fett. Man kam dabei auf eine eigenthümliche, angeblich stickstoffhaltige Fettsäure, die Cerebrinsäure, und suchte die Anomalie eines Fettes, was Stickstoff führte, durch theoretische Gründe zu stützen. Allein durch eine chemische Deduction, bei welcher die Proteinformel von Mulder zu Grunde zu legen ist, läßt sich zeigen, daß man eben nur das, was sich vom anatomischen Standpunkte aus erwarten ließ, nämlich eine Mischung von Eiweiß, Fett und Phosphor, vor sich hatte. Denn



Dadurch tritt aber die scheinbare Anomalie, welche sonst die Gehirnsubstanz darbieten würde, wieder in die Regel ein. (Valentin in f. Lehrbuch I. p. 174.)

Im Verlage von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig ist erschienen:

Handwörterbuch der Physiologie,

mit Rücksicht auf physiologische Pathologie, in Verbindung mit mehreren Gelehrten herausgegeben von Dr. R. Wagner, Professor in Göttingen. Mit Kupfern und in den Text eingedruckten Holzschnitten. Drei Bände, jeder zu 50 — 60 Bogen größtes 8^o, in Lieferungen von 8 — 12 Bogen. fein Velinpap. geh. Liefer. 1 — 14. Preis der Lieferung 1 Thlr.

Dieses Handwörterbuch bringt die physiologischen Lehren und viele für die allgemeine Pathologie und praktische Medicin wichtige Abschnitte, in Form gebrängter Monographien nach alphabetischer Ordnung, von Männern bearbeitet, welche dieselben zum Gegenstande specieller Forschungen gemacht haben. So trägt das Wörterbuch mehr den Charakter eines Handbuchs, als statt eines Verfassers deren mehrere hat. Die Koryphäen dieses Zweiges der Wissenschaft haben für die Bearbeitung der Artikel ihre Mitwirkung zugesagt und zum Theil schon erfüllt. Bb. I. Lief. 1—6, II. 1—6, III. 1—2 enthalten: Leben, Lebenskraft, Instinct, Seele u. Seelenleben, von Prof. Voje in Göttingen. Absonderung, Electricität der Thiere, Ernährung, Flimmerbewegung, Galvanismus (in seiner Einwirkung auf den thierischen Körper), Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers, von Prof. Valentin in Bern. Atrophie, von Prof. Canstatt in Erlangen. Aufsaugung, Herz, von Prof. Kärchner in Marburg. Blut, Chylus, Lymphe, von Prof. Raffe in Marburg. Entzündung und ihre Ausgänge, Gewebe (in pathologischer Hinsicht), Hypertrophie, von Prof. Vogel in Göttingen. Fieber, von Prof. Stannius in Rostock. Galle, von Prof. v. Berzelius in Stockholm. Gehirn, Nervenphysiologie, Sehen, von Prof. Volkmann in Halle. Geschlechts-eigenthümlichkeiten, von Prof. Berthold in Göttingen. Entwicklungs-geschichte, mit besonderer Berücksichtigung der Mißbildungen, von Prof. Th. L. W. Bischoff in Gießen. Harn, von Prof. Lehmann in Leipzig. Haut, von Medicinalrath Prof. Krause in Hannover. Kreislauf des Blutes, von Prof. Bergmann in Göttingen. Leber, von Prof. Theile in Bern. Mikrosko., von Prof. Purkinje in Breslau. Anhang zu dem vorhergehenden Artikel „Mikroskop“, vom Herausgeber. Milch, von Prof. Scherer in Würzburg. Nieren und Harnbereitung, von Dr. C. Ludwig in Marburg. Parasiten, von Prof. R. Th. C. von Siebold in Erlangen. Psychologie und Psychiatrie, von Dr. F. W. Hagen in Windsheim. Respiration, von Dr. K. Bierordt in Karlsruhe. Riechen, Schmecken, von Prof. F. Bidder in Dorpat. Schwangerschaft, und Physiologie des weiblichen Organismus überhaupt, von Prof. Eigmann in Greifswalde.

Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse,

oder die Lehre von den Operationen, von den Reagentien und von dem Verhalten der bekannteren Körper zu Reagentien, sowie systematisches Verfahren zur Auffindung der in der Pharmacie, den Künsten, Gewerben und der Landwirtschaft häufiger vorkommenden Körper in einfachen und zusammengesetzten Verbindungen. Für Anfänger bearbeitet von Dr. C. Remigius Fresenius, Professor der Chemie zu Wiesbaden. Mit einem Vorwort von Dr. Justus Liebig. Vierte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8^o. fein Velinpap. geh. 1 Thlr. 8 Sgr.

Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse,

oder die Lehre von der Gewichtsbestimmung und Scheidung der in der Pharmacie, den Künsten, Gewerben und der Landwirtschaft häufiger vorkommenden Körper in einfachen und zusammengesetzten Verbindungen. Für Anfänger und Geübtere bearbeitet von Dr. C. Remigius Fresenius, Professor der Chemie zu Wiesbaden. Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8^o. Velinpap. geh. 2 Thlr. 8 Sgr.

Ueber eine

Ursache des Branntweingenußes,

als Anmerkung zu Liebig's Thierchemie (2te Aufl.), Seite 216 und 217, nebst Mitteln zur Beseitigung derselben, und gerichtlich-medizinische Beurtheilung der in der Trunkenheit verübten gesetzwidrigen Handlungen, von F. W. Boecker, Doctor der Medicin und Chirurgie, praktischem Arzte, Wundarzte und Geburtshelfer. gr. 8^o. Fein Velinpap. geh. Preis 20 Sgr.

Im Verlage der Unterzeichneten ist erschienen:

Die Chemie
in
ihrer Anwendung
auf
Agricultur und Physiologie.

Von
Justus Liebig.

Sechste Auflage.

gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis: 2 Thlr. 12 Ggr.

Bildniss

des

Freiherrn Justus Liebig,

Professor der Chemie an der Universität zu Gießen.

Nach einem Gemälde v. Trautshold. In Kupfer gestochen
v. Ernst Rauch.

gr. Fol. Auf starkem Velinpapier 1½ Thlr.

Auf chineßischem Papier 2 .

Braunschweig, im October 1846.

Friedrich Vieweg und Sohn.



