

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften
zu München.

Jahrgang 1869. Band II.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1869.

In Commission bei G. Franz.

Sitzungsberichte

der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 4. Dezember 1869.

Herr Geheimrath Baron v. Liebig hält einen Vortrag
„Ueber die Gährung und die Quelle der
Muskelkraft.“

(Zweite Folge.)

II. Die Essiggährung.

Es ist behauptet worden, dass in der Untersuchung physiologischer oder solcher Erscheinungen, in welchen wie in der Gährung ein chemischer und ein physiologischer Process nebeneinander sich vollziehen, die richtige Methode gebiete, die chemischen und physikalischen Gesetze in beiden zu ermitteln, und dass Alles, was wir zu begreifen hoffen könnten, sich zunächst auf die Kenntniss dieser Gesetze beschränke. Eine physiologische Erscheinung erklären, heisse demnach vor allem Andern festzustellen, welche physikalische oder chemische Gesetze Theil daran nehmen, und die weitere Forschung habe die Aufgabe, zu bestimmen, wie weit sich dieser Antheil erstrecke.

Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich versucht, den chemischen Vorgang der Gährungserscheinungen auf eine chemisch-physikalische Ursache zurückzuführen und die Aufmerksamkeit auf die Wirkung zu lenken, welche ein Stoff im Zustande einer Molecularbewegung auf einen zweiten hochzusammengesetzten ausüben müsse, dessen Theile durch eine schwache Anziehung zusammengehalten, in einer gewissen Spannung sich befinden. Wenn die Molecularbewegung in dem

einen Körper die Folge von freiwerdenden Spannkräften sei, so dürfte ihr eine Arbeitsleistung zugeschrieben werden, welche in der Verschiebung oder Spaltung der Elemente des anderen Körpers sich offenbarte.

Diese Ansicht hat keine Vertreter gefunden, und es ist in der neuesten Zeit eine andere so ziemlich allgemein angenommen worden, welche den grossen Naturprocess der Rückverwandlung höherer organischer Wesen oder ihrer Theile in unorganische Verbindungen, der Ernährung und dem Wachstume niederer organischer Wesen zuschreibt, und so hat denn die alte Lebenskraft des vorigen Jahrhunderts im modernen Gewande, in der Erklärung selbst sehr einfacher chemischer Vorgänge wieder Boden gewonnen.

„Die Gährung“, sagte Mitscherlich (s. Ann. Chem. Pharm. XLVIII, 126), „wird durch ein vegetabilisches, die Fäulniss durch ein thierisches Wesen bewirkt“, und es sind 26 Jahre nach Mitscherlich, besondere Pilzspecies von Pasteur beschrieben worden, von denen die eine die Essigsäure-, eine andere die Milchsäuregährung, ein dritter und vierter Pilz die Schleimgährung hervorrufen; die Butter- und Weinsäuregährung, die sich den Fäulnissprocessen nähern, seien hingegen durch Vibrionen bedingt.

Die Eigenschaften dieser belebten Fermente sind sehr eigenthümlich.

Der Essigsäurepilz ist nach Pasteur dem Milchsäurepilz so ähnlich, dass beide häufig mit dem Mikroscope nicht unterschieden werden können; in reinem Zustande dargestellt sieht das Milchsäureferment übrigens auch wie Bierhefe aus (Compt. rend. XLV, 903. 1857). Die Wirkung dieser Fermente ist sehr mannigfaltig.

Die Essigsäure ist nach Pasteur das Product der Essigmutter, *Mycoderma aceti*; diese erzeugt aber auch Bernsteinsäure (Bull. de la Soc. chim. p. 52. 1862) und bringt wie Thomson fand (s. Ann. Chem. Pharm. LXXXIII, 90), mit Zucker

in Berührung auch Alkoholgährung hervor. Phosphate und Alkalien sind nach Pasteur nothwendige Bestandtheile der Essigmutter; dagegen versichert Mulder (s. Ann. Chem. Pharm. XLVI, 24), dass sie beim Verbrennen nicht die geringste Spur Asche hinterlasse.

Das Verhalten des Milchsäurepilzes ist noch merkwürdiger, denn seine Wirkung beschränkt sich nicht auf die Erzeugung von Milchsäure allein, sondern geht viel weiter; auch Buttersäure, Mannit, Schleim und sogar Alkohol können damit hervorgebracht werden (Compt. rend. XLV, 913. 1857).

Lässt man Zucker mit Bierhefe vergähren und, ohne die Hefe abzusondern, die gegohrene Flüssigkeit an der Luft stehen, so bildet sich auf ihrer Oberfläche eine Schimmeldecke, welche allmählig den Alkohol in Essigsäure überführt; eine Portion derselben mit Kreide und Zucker in Berührung verwandelt den Zucker in Milchsäure.

Das Milchsäureferment bringt, wie eben erwähnt, unter Umständen auch Buttersäure hervor, aber das eigentliche Buttersäureferment ist nach Pasteur ein Infusorium: es wandelt Zucker, Gummi und Milchsäure in Buttersäure um; atmosphärische Luft ist ihm feindlich; es wird durch Luftzutritt getödtet. Maddrell und Engelhard haben dagegen gefunden, dass zweimal umkrystallisirter milchsaurer Kalk, dem also nur Spuren von *Milchsäureferment beigemischt war*, der Buttersäuregährung ganz ausgezeichnet fähig sei, und in einem besonders zu diesem Zwecke angestellten Versuche im Widerspruche mit der Angabe Pasteur's beobachtet, dass *durch Luftzutritt die Buttersäuregährung beschleunigt werde* (s. Ann. Chem. Pharm. LXIII, 86).

Nach Pasteur soll man das Buttersäureferment wie die Bierhefe säen können; er gibt an, dass es in passenden Medien, z. B. in Lösungen von Zucker, Ammoniak und

Phosphaten, sich vermehre unter Bildung von Buttersäure. Wenn es sich aber mit dem Säen und Vermehren des Buttersäurefermentes verhält wie bei der Bierhefe, so scheint mir die Hoffnung auf einen besonderen Erfolg nicht sehr gross zu sein. Die Beobachtungen über diese lebenden Fermente sind offenbar sehr oberflächlich und widersprechend, so dass man nicht wohl sagen kann, man habe in den verflossenen 12 Jahren über die Natur und Wirkungsweise derselben eine bestimmtere Einsicht gewonnen.

Ueber den Antheil, den lebende Wesen an den Fäulnissprocessen nehmen, spricht sich van den Broeck (s. Ann. Chem. Pharm. CXV, 79) sehr bestimmt in folgender Weise aus: „Die mikroskopische Untersuchung der fünf genannten thierischen Substanzen (Eiweiss, Eigelb, arterielles Blut, Galle und Urin von Hund und Ochsen) hat mir gezeigt, dass keine Beziehung bestehe zwischen der Fäulniss derselben und der Entwicklung und dem Wachstume der Vibrionen.“

In einem Stück Muskel tritt von dem Augenblick an, wo er von dem lebenden Körper getrennt ist, eine Veränderung ein, nach wenigen Stunden nimmt er eine saure Reaction an, es gerinnen die gerinnbaren Muskelsubstanzen, der Inhalt des Muskelrohres wird fester und nimmt ein trübes Aussehen und eine dickliche Beschaffenheit an. Der Muskel verkürzt sich und wird dicker, es tritt, wie man sagt, die Todtenstarre ein; nach einiger Zeit löst sich die „Starre“, die saure Reaction nimmt zu, geht dann in eine alkalische über und man bemerkt die Erzeugung übelriechender Producte.

Wenn an der Bildung der ersten Producte, die sich in der Muskelsubstanz bis zum Eintreten der Todtenstarre erzeugen, organisirte Fermente keinen Antheil haben, und ich glaube nicht, dass es einen Physiologen gibt, der ihnen einen

Antheil zuschreibt, so ist es schwer zu verstehen, dass die weiteren Veränderungen davon bedingt sein sollen.

Die Pilze und Vibrionen sind von der Natur in Beziehung auf ihre Entwicklung und Ernährung auf organische Materien angewiesen, und die Fälle, wo sie in gewöhnlichen Verhältnissen *nicht* in faulenden und verwesenden Stoffen wahrgenommen werden, sind selten genug, und je nachdem sie der eine Beobachter findet oder nicht findet, so schwanken denn die Ansichten pendelartig hin und her; eine Entscheidung über ihre Rolle wird man aber von mikroskopischen Beobachtungen vergeblich erwarten.

Die Essiggährung, wenn man die Bildung der Essigsäure aus Alkohol mit diesem Namen bezeichnen will, ist von dem chemischen Standpunkte aus am Genauesten bekannt und untersucht.

Herr Pasteur hat uns belehrt, „dass die Essigbildung ein Gährungsprocess sei und von dem Pilz *Mycoderma aceti* bewirkt werde.“

„Bei der Cultur der *Mycoderma aceti* auf alkoholischen Flüssigkeiten geht der Alkohol unter intermediärer Bildung von Aldehyd in Essigsäure über. Die Essigmutter wirkt nur, wenn sie mit der Luft in directem Verkehr steht, nicht wenn sie untergetaucht ist; als weitere Nahrung braucht sie Phosphate und Eiweiskörper.“ (Compt. rend. LVIII, 142. 1864.)

Wir haben bis jetzt geglaubt, über die Erzeugung der Essigsäure ganz im Klaren zu sein und dass sie durch eine einfache Oxydation aus dem Alkohol entstehe.

Feinzertheiltes Platin, vermöge des an seiner Oberfläche verdichteten Sauerstoffs, verwandelt Alkohol in Aldehyd und Essigsäure.

Eine Menge organischer Materien nehmen, wie aus den schönen Untersuchungen Schönbein's bekannt ist, mit Luft in Berührung Sauerstoff aus derselben auf, der eine Zeit

lang ganz wie im Platin das Vermögen behält, andere Materien zu oxydiren. Man kann bekanntlich mit Terpentinöl, Aether, Aldehyd, Bittermandelöl, die man mit Luft geschüttelt hat, schweflige Säure in Schwefelsäure überführen; Indigtinctur ähnlich wie mit Chlorwasser zerstören; selbst schweflige Säure, und sehr viele feste organische Materien besitzen im Zustande der Sauerstoffaufnahme bei gewöhnlicher Temperatur das Vermögen, auf andere organische und unorganische Körper oxydirend zu wirken.

An festen organischen Substanzen, die sich im Zustande der Verwesung oder Fäulniss befinden, ist diese merkwürdige Eigenschaft schon vor 30 Jahren von de Saussure (Bibl. universelle de Genève, Febr. 1834) beobachtet worden, und seine schönen Versuche sind es, wie ich glaube, werth, in das Gedächtniss der Chemiker zurückgerufen zu werden.

„Wenn Dammerde oder der in verschiedenen Bodenarten enthaltene Humus, oder feuchte, in Gährung übergegangene Pflanzensamen in einer mit Sauerstoff gefüllten Glocke verweilen, so verwandelt sich dieses Gas allmählig in Kohlensäure.“ Diess ist keine besonders auffällige Thatsache, aber die folgende ist es um so mehr. „Setzt man nämlich dem Sauerstoffgas Wasserstoffgas zu, so wird dieses Gas zu Wasser oxydirt.“ „Für je 2 Volumen Wasserstoffgas verschwindet 1 Volum Sauerstoffgas.“

„Kohlenwasserstoffgas, Kohlenoxydgas und das durch Zersetzung von Wasser durch Eisen in der Glühhitze erzeugte Wasserstoffgas, verschwinden nicht, wenn sie dem gewöhnlichen, mittelst Zink und Säure erhaltenen Wasserstoffgas, in dem explosiven Gasmengenge substituirt werden.“ „Diese verwesenden Materien wirken in derselben Weise auf das Gemenge von Sauerstoff- und Wasserstoffgas ein, wie reine Platinflächen, und solche Gase, welche die Platinwirkung hemmen, wie Kohlenoxyd oder ölbildendes Gas, verhindern auch hier die Verbindung.“

Nichts kann hier wie ich glaube klarer sein, als dass die Oxydation des Wasserstoffs in Berührung mit verwesenden Materien und Sauerstoffgas, ein rein chemischer Process ist, der durch die Versuche von Schönbein näher erläutert und durch die Bildung von ozonisirtem Sauerstoff oder Wasserstoffsuperoxyd erklärt worden ist.

Die Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure, bei Gegenwart von alkalischen Basen, in humushaltiger Ackererde beruht auf demselben Grunde.

Es ist offenbar, dass verwesende Substanzen, den Sauerstoff aus der Luft zu verdichten und in einen Zustand zu versetzen vermögen, in welchem er fähig ist, eine Verbindung mit anderen Stoffen einzugehen, die ohne Vermittelung der Sauerstoff anziehenden Substanzen sich bei niederen Wärme-graden nicht damit verbinden.

Denkt man sich an der Stelle des Wasserstoffs in den Versuchen von de Saussure Weingeistdampf in Berührung mit dem verwesenden Holze oder einer ähnlich wirkenden organischen Materie, so hat man die Erklärung der Essigsäurebildung aus Alkohol. In Folge der Oxydation seines Wasserstoffs wird der Alkohol zuerst zu Aldehyd, der für sich durch weitere Sauerstoffaufnahme in Essigsäure übergeht. Es ist bekannt, dass die Theorie der Essigsäurebildung zuerst von Doebereiner durch seine Untersuchung: „das Verhalten des Platinmohrs zu Luft und Weingeistdampf“, begründet worden ist, und dass auf dieser Theorie das in Deutschland und anderen Ländern übliche, von Schützenbach im Jahr 1823 zuerst eingeführte Verfahren der Schnell-essigfabrikation aus verdünntem Alkohol beruht.

In diesen Fabriken, deren nähere Beschreibung nicht hierher gehört, dienen Hobelspäne von Holz, oder auch Holzkohle in groben Stücken, als Vermittler des Oxydationsprocesses.

In der hiesigen Essigfabrik des Herrn Riemerschmied,

einer der grössten und bestgeführten in Deutschland, empfängt der verdünnte Alkohol, während des ganzen Betriebes, keinen fremden Zusatz und ausser Luft und der Holz- oder Kohlenoberfläche ist kein fremder Stoff hierbei wirksam; dem frisch aufzugebenden verdünnten Alkohol wird nur etwas von dem Ablaufe der vorhergegangenen Operation, d. h. unfertiger Essig, beigemischt.

Auf meine an Herrn Riemerschmied gestellte Anfrage über die Mitwirkung der *Mycoderma aceti* an der Essigbildung empfing ich von ihm folgende Auskunft.

„Beifolgend eine Probe von einem Buchenholzspan aus der untersten Schichte eines Essigbilders, der *ununterbrochen seit 25 Jahren nach derselben Art und Weise im Betriebe ist.*“

„Andere Späne, seit 30 Jahren verwendet, sind mir gegenwärtig unzugänglich, lassen jedoch für die Essigbildung nichts zu wünschen übrig. So weit sie beobachtbar sind, erscheinen sie frei von *Mycoderma aceti* und sind besonders in den höheren Partien des Ständers, nur mit einem Ueberzug von Unreinigkeiten bedeckt, welchen das abtropfende Essiggut auf sie ablagert. Die Essigbilder von circa 1 Meter Durchmesser und $2\frac{1}{2}$ Meter Höhe nach Abzug der Aufguss- und Sammelräume verarbeiten in 24 Stunden $2\frac{3}{4}$ bis 3,2 Liter absoluten Alkohol.“

Aus der letzteren Angabe berechnet sich, dass ein fortwährend arbeitender Essigbilder in drei Tagen 1 Hectoliter Wein von 9 pC. Alkohol in Essig überführen könnte, in einem Jahre 120 Hectoliter Wein.

Wenn die Bildung von Essigsäure bedingt wäre, von dem Wachsen und der Entwicklung der Essigmutter, so wird man wohl annehmen dürfen, dass sich dieser Pilz in irgend einem Verhältnisse zur erzeugten Essigsäure vermehren müsse, bei Anwendung von Alkohol sowohl wie von gegohrenen Flüssigkeiten.

Diess geschieht in der That bei Verwendung von Wein und in besonders hohem Grade bei gegohrener Biermaische, welche stickstoffhaltige Materie und Phosphate, die Nährstoffe der *Mycoderma aceti*, in reichlicher Menge enthält; ihre Bildung ist in den Essigfabriken, welche diese Biermaische zur Essigbildung verwenden, eine Quelle stets sich wiederholender Störungen, da die Zwischenräume der Holzspäne oder Kohlen in den Essigbildern, durch welche die Luft circuliren muss, allmählig durch das Ueberwuchern der Essigmutter zuwachsen, in welchem Falle dann die Essigbildung aufhört.

Aber in dem verdünnten Alkohol, der in der Schnell-essigfabrikation zur Essigbildung dient, sind die Nährstoffe des Essigpilzes ausgeschlossen und es wird Essigsäure erzeugt ohne Mitwirkung desselben. Enthält der Branntwein Amylalkohol, so entsteht gleichzeitig Valeriansäure, die man in dem Essig liebt.

Auf dem Holzspan, welcher 25 Jahre lang in der Riemerschmied'schen Fabrik zur Essigbildung gedient hat, war auch mit dem Mikroscope keine *Mycoderma aceti* wahrnehmbar; er hatte die braune Farbe von verwesendem Holze angenommen, aber die Structur war ganz unverändert.

Es ist ganz unbezweifelbar, dass die Essigmutter die Oxydation des Alkohols zu Essig zu vermitteln vermag, aber diese Wirkung beruht nicht auf einem physiologischen Vorgange. Der Alkohol bedarf zu seinem Uebergange in Essigsäure nur Sauerstoff, den ihm die *Mycoderma aceti*, aus ihrer Substanz heraus, nicht geben kann und nicht gibt. Die Analyse der Luft, welche die Essigbilder verlässt, beweist, dass der zur Oxydation des Alkohols dienende Sauerstoff von der Luft genommen wird, und der einzige Antheil, den die Essigmutter an diesem Prozesse nimmt, kann nur darin bestehen, dass durch sie diese Aufnahme vermittelt wird; sie ist nur durch diese chemische Eigenschaft wirksam und

kann als lebende Pflanze durch eine ganze Anzahl todter Stoffe und Pflanzentheile vertreten werden.⁶⁾

Aus diesen bekannten und wohlerwiesenen Thatsachen ergibt sich, *dass die Essigbildung aus Alkohol nicht bedingt ist durch einen physiologischen Process; die Essigsäure ist nicht ein Product der Mycoderma aceti, sondern das Product eines Oxydationsprocesses.*

Alle Zersetzungsprocesse organischer Materien lassen sich, wie ich glaube, in drei bestimmte Gruppen ordnen.

In die erste Gruppe gehört die Alkohol-, Milchsäure-, Buttersäuregährung und die Fäulniss thierischer Substanzen: diese Processe verlaufen, wenn sie einmal begonnen haben, ohne weitere Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft.

Die zweite und dritte Gruppe umfasst die Essigsäure-,

6) Die nach der Gährung von Bier und zuckerarmem Most, in dem Wein, im Verhältniss grosse Menge zurückbleibende stickstoffhaltige Materie ist wegen ihrer grossen Anziehung zum Sauerstoff eine Hauptursache der Verderbniss und der Essigbildung im Wein.

In der Bierfabrikation sucht man durch Zusatz von Gyps zur kochenden Bierwürze, den Gehalt an stickstoffhaltiger Materie im Ganzen zu verkleinern und durch eine sehr niedere Temperatur bei der Gährung, die Essigbildung zu verhüten, was nicht vollständig gelingt.

In der Branntweinfabrikation aus Kartoffeln und besonders aus Mais, hat man seit einigen Jahren in der schwefligen Säure ein ganz ausgezeichnetes Mittel entdeckt, um die Ausbeute von Alkohol durch die Verhinderung der Essigbildung zu vergrössern. In Oesterreich und Ungarn ist das Verfahren als Geheimniss von einzelnen Fabrikanten zu hohen Preisen erworben worden. Man wendet eigene Apparate aus Gusseisen an, in denen Schwefelsäure mit Holzkohle erhitzt wird; die gebildete schweflige Säure wird im Wasser aufgefangen und mit diesem „Gaswasser“ der Mais eingemaischt. Ein mässiger Gehalt an schwefliger Säure hat auf die Gährung der Bierwürze und die des Zuckers durch Bierhefe, wie ich mich selbst durch besondere Versuche überzeugt habe, so gut wie keinen Einfluss.

Salpetersäure- u. s. w. Bildung, ferner die Harngährung; in beiden nimmt der Sauerstoff der Luft einen ganz bestimmten bedingenden Antheil.

Die Eigenthümlichkeit der Harngährung oder einer Art von Harngährung ist zuerst von Gay-Lussac beobachtet worden; er fand, dass frischer Harn in einem ganz damit angefüllten reinen Glasgefässe monatelang sich unzersetzt erhält; enthält das Glas zur Hälfte Luft und Harn, so wird der Sauerstoff der Luft absorbirt und eine entsprechende Menge Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak umgewandelt; die weitere Zersetzung hat damit eine Grenze und beginnt erst mit der Erneuerung des Sauerstoffs wieder, bis zuletzt aller Harnstoff umgewandelt ist.

Mit der Zersetzung des Harnstoffs geht die Oxydation der gefärbten Harnbestandtheile parallel, und es bildet sich im Harn eine kleine Menge Essigsäure.

Das ganz Eigenthümliche in der Harngährung ist, dass zwei Processe nebeneinander vor sich gehen, ein Oxydationsprocess und ein Spaltungsprocess; während ein oder mehrere Harnbestandtheile sich oxydiren, wirken diese im und wie es scheint, durch den Act der Oxydation auf den Harnstoff genau so, wie ein Ferment (wie z. B. die Bierhefe) auf Rohrzucker ein; der Harnstoff nimmt die Elemente des Wassers auf und spaltet sich wie der Zucker, ohne sonst Theil an den Oxydationsprocessen zu nehmen; Gährungen dieser Art kommen übrigens auch bei thierischen Stoffen vor, wenn man während ihrer Fäulniss den Zutritt der Luft nicht abschliesst.

Die Gährung des Dextrins in der Bierwürze bietet eine ganz ähnliche Erscheinung dar.

Ich habe Gelegenheit gehabt, in einer grossen Reihe von Versuchen, welche Dr. Lermier in meinem Laboratorium angestellt hat, die Beobachtungen von Musculus bestätigt zu sehen, wonach durch die Wirkung der Diastase

auf Stärkemehl nur ein Theil desselben in Zucker übergeführt wird.

Beim Einmaischen von Gerstenmalz wirkt ein grosser Ueberschuss von Diastase auf das darin vorhandene Stärkemehl ein; aber es wird im besten Falle nur die Hälfte der dem Stärkemehl entsprechenden Zuckermenge gebildet. Aus Malz, welches mit verdünnter Salzsäure 12 Stunden lang erhitzt 74 pC. Zucker gab, erhielt man beim Einmaischen bis zum Verschwinden aller Jodreaction nur 34 pC. Zucker. Eine mit Bierhefe versetzte Dextrinlösung geht nicht in Gährung über; bei einem Zusatz von Zucker zu dieser Mischung zersetzt sich aber ein grosser Theil des Dextrins ganz wie der Zucker in Alkohol und Kohlensäure.⁷⁾

Der Einfluss der Bewegung, in welche die Zuckeratome durch die Wirkung der Hefe versetzt wurden, auf das Dextrin, auf welches die Hefe für sich nicht wirkt, scheint hier ganz evident zu sein; ehe das Dextrin in Alkohol und Kohlensäure zerfiel, musste es in Zucker übergeführt worden sein.⁸⁾

Ausser der Bierhefe und der Essigmutter, die leicht und in Menge gesammelt und in reinem Zustande dargestellt werden können, sind die anderen Fermente in ihren chemischen Beziehungen kaum gekannt; es ist zu hoffen, dass bei eingehenderem Studium ihrer Eigenthümlichkeiten ihr

7) 300 CC. einer Maische, welche 8,449 Grm. Zucker enthielten, wurden mit 10 CC. Hefe bei $+ 18^{\circ}$ C. der Gährung überlassen; als nach sechs Tagen aller Zucker verschwunden war, wurde in der gegohrenen Flüssigkeit der Alkohol bestimmt; es wurden 17,65 Grm. Weingeist von 0,94 spec. Gew. = 6,942 Alkohol erhalten. Nach dem Zuckergehalte hätte die Flüssigkeit nur 4,317 Grm. Alkohol liefern sollen.

8) Aus 385 CC. Bierwürze aus der hiesigen Sedlmayer'schen Brauerei, welche 22,86 Grm. Zucker enthielten, wurden nach der Gährung 25,72 Grm. Destillat von 0,869 spec. Gew. = 18,0 Grm. Alkohol erhalten. Nach dem Zuckergehalte hätte nur 11,683 Grm.

Einfluss auf die Bildung von Milchsäure oder Buttersäure u. s. w. in ähnlicher Weise erklärbar sein wird, wie die Zersetzung des Zuckers in der Alkoholgährung oder die Bildung der Essigsäure durch *Mycoderma aceti*.

Es liesse sich erwarten, dass wenn chemische Ursachen oder Vorgänge die Wirkung der Hefenzelle in der Alkoholgährung bedingen, dass äussere chemische Einwirkungen einen gewissen Einfluss auf den Verlauf der Gährung ausüben müssen.

Ueber den Einfluss chemischer Agentien auf die Zuckergährung liegen bereits viele Beobachtungen vor, und obwohl manche Resultate, die ich erhielt, ebenfalls bekannt sind, so dürfte die Bestätigung derselben immerhin von einigem Interesse sein.

Eine Spur *Quecksilberoxyd* hebt die Wirkung der Hefe auf den Zucker völlig auf (Colin). Ganz auf dieselbe Weise wirkt *Quecksilberoxyd* auf Hefenwasser; setzt man demselben etwas frisch niedergeschlagenes rothes Oxyd zu, filtrirt ab und mischt das klare Filtrat mit einer Lösung von Rohrzucker, so wird dieser nicht in Traubenzucker umgewandelt.

Eine ganz gleiche Wirkung haben Kupferoxydsalze auf die Gährmischungen. Die Hefe nimmt das Kupfersalz auf und färbt sich grün, sie wirkt in diesem Zustande nicht mehr auf Zucker.

Alkohol erhalten werden sollen und der Ueberschuss könnte in beiden Versuchen nur von dem Dextrin geliefert worden sein.

Die Menge des in der Gährung zersetzten Dextrins scheint übrigens sehr abhängig von der Temperatur der gährenden Würze zu sein. Aus 500 CC. derselben Würze in dem Keller des Herrn Sedlmayer bei $+8^{\circ}$ C. vergohren, wurden 13,897 Grm. Alkohol erhalten. Die Zuckermenge in der Würze betrug 28,125 Grm., woraus 14,37 Grm. Alkohol gebildet werden könnte.

Eisenoxydsalze der Gährmischung zugesetzt, färben die Hefe schmutzig gelb; nach 2 bis 3 Tagen entfärbt sich die Hefe wieder und es tritt sodann eine langsame regelmässige Gährung ein.

Um Wiederholungen zu vermeiden bemerke ich, dass ich zu den folgenden Versuchen jederzeit Mischungen verwendet habe, welche 5 Grm. Zucker und die gleiche Menge ausgewaschene und aufgeschlämmte Bierhefe enthielten, und zwar so, dass mit allen Zusätzen das Gesamtvolum stets 100 CC. betrug; der einen oder mehreren dieser Mischungen wurden verschiedene Materien zugesetzt, um ihre Wirkung auf den Verlauf der Gährung zu prüfen; eine blieb ohne Zusatz und diente zur Controle.

Wenn in den Mischungen die Gährung in gleichen Zeiten und Verhältnissen ungleich verlief, so liess sich diess leicht durch die Bestimmung des Zuckers am Ende des Versuches ermitteln; wurde in der Controlmischung, die keinen Zusatz erhalten hatte, weniger gefunden als in der oder den anderen, so war in diesen letzteren selbstverständlich die Gährung verlangsamt worden.

Zur Zuckerbestimmung diente in der Regel die Fehling'sche Probe und eine neue Methode mit Cyanquecksilber, welche sehr genaue Resultate gibt, die ich später beschreiben werde.

Kochsalz und Chlorkalium schienen die Gährung gleichmässig um etwas zu beschleunigen.

In den Gährmischungen mit den beiden Chlormetallen waren in 16 Stunden etwa $5\frac{1}{2}$ pC. Zucker mehr zersetzt worden.

Aetzkali, -Natron und Ammoniak in solcher Menge den Gährmischungen zugesetzt, dass die Flüssigkeit stark alkalisch reagirte, hinderten die Gährung nicht; es dauerte aber viel länger, ehe sich eine Gasentwicklung bemerklich machte, da die freiwerdende Kohlensäure zuerst von diesen Alkalien in

Beschlag genommen wurde, bis sie sich in doppelt-kohlensaure Salze verwandelt hatten.

Chloroform. — Durch Chloroform wird die Gährung auffallend verlangsamt.

Nach dem Zusatz von 30 CC. einer filtrirten klaren Lösung von Chloroform in erwärmtem Wasser, frei von suspendirten Tröpfchen, wurden die Mischungen 15 bis 18 Stunden der Gährung überlassen. Es waren zersetzt in der

	I.	II.	III.	
Gährmischung mit Chloroform	0,240	1,240	4,000	Grm. Zucker
Controlmischung	1,670	2,230	4,340	„ „

Die Gährmischung I. wurde nach 18 Stunden, die II. nach 15 Stunden, die III. nach 40 Stunden auf ihren Zucker-gehalt untersucht.

Gegen 100 in den Controlmischungen zersetzten Zucker waren in derselben Zeit im Versuch I. in Gegenwart von Chloroform nur 14 pC., im Versuch II. nur 55 pC. Zucker zersetzt worden.

Das Chloroform löst sich nur in sehr geringer Menge im Wasser und wenn man sich das Chloroformwasser mit seinem gleichen Volumen Chloroformdampf gesättigt denkt, so macht diess nur $\frac{1}{3}$ von dem Volumen der Gährmischung aus, und man ist wohl berechtigt, die Wirkung des Chloroforms auf die Hefe als eine ziemlich mächtige zu bezeichnen. Wenige Tropfen Chloroform zu 100 CC. Gährmischung zugesetzt, hindern die Gährung vollständig.

Chinin. — Meine Versuche über die Wirkung des Chinins auf die Gährung bestätigen die Resultate, welche von Dr. Kerner und Anderen bereits erhalten worden sind; die Gährung wird durch kleine Mengen von Chinin verzögert, durch grössere ganz unterdrückt. Bei einem Zusatz von 0,2 Grm. schwefelsaurem Chinin enthielt die Gährmischung nach 48 Stunden noch 4,75 Grm. Zucker. In der

Controlmischung hingegen waren die darin enthaltenen 5 Grm. Zucker völlig zersetzt.

Nicotin. — Das Nicotin in neutralen Lösungen scheint die Gährung etwas zu beschleunigen. Bei einem Zusatz von 0,5 Grm. salzsaurem Nicotin verhielten sich nach 14 Stunden die zersetzten Zuckermengen in der mit Nicotin versetzten und der Controlmischung wie 11:10; in der reinen Zuckerlösung war also $\frac{1}{10}$ Zucker unzersetzt geblieben; nach 36 Stunden wie $29\frac{1}{2}:26\frac{1}{2}$, was dasselbe Verhältniss ist; die Beschleunigung schien demnach in beiden Proben die nämliche zu sein.

Strychnin. — Die Wirkung des Strychnins ist eigener Art; bei Zusatz von kleinen Mengen wird die Gährung anfänglich beschleunigt, später verlangsamt; die mit Strychnin versetzte Gährmischung entwickelte in den ersten 6 Stunden sehr viel mehr Gas als die Controlmischung; sie schäumt stärker und der Schaum erfüllt häufig das ganze Gefäss und steigt leicht über.

In zwei Gährmischungen, von denen der einen 0,010 Grm., der anderen 0,100 Grm. salzsaures Strychnin zugesetzt waren, verhielten sich nach 4 Stunden die vergohrenen Zuckermengen zu der vergohrenen Zuckermenge der Controlmischung wie 15:14:13; nach 18 Stunden wie 24:24:25,7; es hatte demnach, wie es scheint, in den ersten vier Stunden eine Beschleunigung, in den folgenden eine Verzögerung der Gährung stattgefunden.

Die Verzögerung tritt noch entschiedener hervor, wenn der Strychninzusatz vergrößert wird; bei einem Zusatz von 0,2 Grm. salzsaurem Strychnin waren zersetzt:

in der Strychninmischung	3,090 Grm. Zucker
„ „ Controlmischung . .	3,680 „ „

Kreatin und Kreatinin. — Von diesen beiden Stoffen schien das Kreatin die Gährung zu verzögern, das Kreatinin

dagegen zu beschleunigen; das Kreatin verwandelt sich hierbei zum Theil in Kreatinin.

Cyanwasserstoffsäure. — Es genügen ausserordentlich geringe Mengen Blausäure, um die Gährung zu verlangsamen und ganz zu unterdrücken.

In einer Gährmischung, der man 0,3 CC. verdünnte Blausäure, entsprechend 0,018 Grm. wasserfreier Säure, zugesetzt hatte, waren nach 16 Stunden zersetzt 0,60 Grm., in der Controlmischung hingegen 3,40 Grm. Zucker, also ungefähr 6 mal mehr; bei mehr Blausäure tritt keine Gährung ein.

Die Wirkung der organischen Materie im Hefenwasser auf Rohrzucker wird durch Blausäure nicht gehindert. Wenn man Hefenwasser mit einigen Tropfen Blausäure und einer Lösung von Rohrzucker versetzt und einige Stunden stehen lässt, so findet sich in der Flüssigkeit eine gewisse Menge Traubenzucker; sättigt man die Flüssigkeit mit Quecksilberoxyd, filtrirt ab und erhitzt unter Zusatz von Natronlauge, so entsteht eine graue Fällung von metallischem Quecksilber. Die Eigenschaft, in alkalischer Lösung das Cyanquecksilber zu reduciren, kommt nur dem Traubenzucker und nicht dem Rohrzucker zu.

Die Blausäure besitzt aber dennoch eine bemerkliche Wirkung auf das Hefenwasser; es ist erwähnt worden, dass das Hefenwasser an der Luft stehend unter Sauerstoffaufnahme sich trübt und einen weissen flockigen Niederschlag absetzt; häufig entsteht auch auf seiner Oberfläche eine Schimmelhaut. Diese Veränderung scheint durch die Blausäure gänzlich verhindert zu werden; mit einer Spur Blausäure vermischt bleibt das Hefenwasser wochenlang wasserhell und man bemerkt keinen Niederschlag und keine Schimmelbildung.

Die Verzögerung der Gährung durch Blausäure ist bereits von Schönbein beobachtet worden; bemerkenswerth für ihre

Wirkung scheint zu sein, dass die gährungserregende Eigenschaft der Hefe durch Blausäure nicht zerstört wird; Hefe, die mit ziemlich starker Blausäure längere Zeit in Berührung war, brachte nach der Entfernung der Blausäure durch Auswaschen eine ganz normale Gährung in Zuckerwasser hervor.

Es scheint sonach, dass die Blausäure keine Zersetzung des Zelleninhaltes bewirkt und keine dauernde Verbindung mit einem seiner Bestandtheile eingeht, sondern dass durch ihre Gegenwart, wie durch schwaches Kreosotwasser oder Carbolsäure, die in der Zelle vorhandene innere Bewegung gehemmt wird.

Bringt man Hefe mit wässerigem Wasserstoffhyperoxyd in Berührung, so wird dieses rasch unter lebhafter Entwicklung von Sauerstoffgas zersetzt, wie Schlossberger bereits gefunden hat; beim Zusatz von Blausäure zur Hefe wird die zersetzende Wirkung derselben auf das Wasserstoffsuperoxyd aufgehoben; man bemerkt alsdann keine Gasentwicklung.

Dieses Verhalten erinnert an die merkwürdigen Beobachtungen Schönbein's über die Wirkung der Blausäure auf den Blutfarbstoff und auf fäulnissfähige Materien; er fand bekanntlich, dass frisches oder mit Wasser verdünntes Blut mit einer Lösung von Wasserstoffsuperoxyd vermischt, den Gleichgewichtszustand der Bestandtheile dieser losen Verbindung in der Art stören, dass sie rasch und unter Aufschäumen in Sauerstoffgas und Wasser zerfällt, und dass durch Beimischung einer sehr geringen Menge Blausäure die zersetzende Wirkung des Blutroths gänzlich vernichtet wird; die Mischung wird alsdann dunkelschwarzbraun, ähnlich wie durch Schwefelwasserstoff.

Es ist bekannt, dass reines farbloses Blutserum, von der Concentration wie im Blut, wochenlang an der Luft stehen kann, ohne in Fäulniss überzugehen, während defibrirtes

Blut für sich, die Mischung also von Blutserum mit Blutkörperchen, sehr rasch in stinkende Fäulniss übergeht.

Der Blutfarbstoff wirkt in diesem Falle, wie es scheint, auf das Blutalbumin ähnlich wie die Hefe auf Zucker ein.

Ein Zusatz von $\frac{1}{1000}$ Blausäure zum Blut unterdrückt die Fäulniss desselben auf lange Zeit, ganz wie sie die Gährung des Zuckers verhindert.

Strychnin, Chinin, Pyrogallussäure, aufgeschlämmtes Quecksilberoxyd hindern die Wirkung des Blutfarbstoffs auf das Wasserstoffsperoxyd nicht; auch nicht Chloroform und Chloralhydrat; das Chloroform färbt das mit Wasser verdünnte Blut bemerklich heller, Chloralhydrat umgekehrt sehr dunkel, auch in schwach saurer Lösung.

Thénard hat beobachtet, dass frisches wohlausgewaschenes weisses Blutfibrin die nämliche Wirkung auf Wasserstoffsperoxyd hervorbringt, welche Schönbein am Blutroth beobachtet hat; in einer wässerigen Lösung des Wasserstoffsperoxyds bedeckt sich jede Fibrinfaser mit Gasblasen, welche bewirken, dass sie sich an die Oberfläche der Flüssigkeit erheben.

Lässt man das Blutfibrin mit ein Paar Tropfen verdünnter Blausäure benetzt eine Stunde stehen, so wird seine Wirkung auf das Wasserstoffsperoxyd ebenfalls unterdrückt.

In dem Verhalten der Hefenzelle gegen chemische Agentien, gegen Strychnin, Chloroform, Chinin und Blausäure, zeigt sich einige Aehnlichkeit mit der Wirkung, welche manche Arzneimittel auf gewisse Theile des lebenden thierischen Körpers ausüben, und sie dürften von diesem Gesichtspunkte aus einiges Interesse darbieten.

Für die Hefe als eine Pflanzenzelle ist es auffallend genug, dass sie sehr nahe die chemische Zusammensetzung der thierischen Gebilde hat; der Hauptunterschied besteht in der Zellenwand, die bei der Hefenzelle aus einem stickstofffreien Stoffe besteht. Die unorganischen Bestandtheile

sind die nämlichen und im grossen Kali- und Phosphorsäuregehalt sehr ähnlich denen des Muskels; die Producte ihrer Fäulniss sind von denen einer thierischen Substanz kaum verschieden.

Wir nehmen an, dass in der lebenden Zelle im thierischen Körper unausgesetzt ein Umsatz, ein Stoffwechsel besteht, ganz wie in der Hefenzelle, und dass die Wirkung vieler Arzneien auf den lebenden Körper, die des Chinins, Chloroforms, der Blausäure u. s. w. wesentlich auf dem Einfluss beruht, den sie auf den normalen Umsatz äussern, dass sie den Zustand und die normale Function der Nerven ändern, indem sie die in denselben vorgehende Bewegung ändern. Manche Wirkungen chemischer Agentien, wie die des Schwefelwasserstoffs und der Pyrogallussäure auf das Blut, sind rein chemischer Natur, aber die des Chinins und der Blausäure, des Strychnins sind nicht so einfach und lassen sich durch chemische Verbindungen oder Zersetzungen allein nicht erklären.

Wir können die Leber und gewisse Drüsen mit einem Systeme von Hefenzellen vergleichen, in welchem während ihres Aufbaues aus den Bestandtheilen des Blutes eigenthümliche Verbindungen gebildet werden, die den Inhalt der Zellen ausmachen, Verbindungen von einem vorübergehenden Bestande, und die, indem sich ihre Bestandtheile wieder lösen oder in andern Richtungen ordnen, eine bestimmte Wirkung auf das Blut und seine Bestandtheile ausüben, ähnlich wie die Hefenzelle auf die Bierwürze wirkt, welche, indem sie den Zucker zersetzt, sich stets dabei wieder neu generirt.

Die kürzlich von Schmulewitsch unter Ludwig's Leitung gemachte Beobachtung, dass die Leber eines soeben getödteten Kaninchens beim Durchleiten von defibrinirtem Hundeblood stundenlang Galle absondert, sowie die von Bernard beobachtete Zuckerbildung in der Leber, selbst bei

ausschliesslicher Fleischkost, sind in dieser Beziehung von der grössten Bedeutung.

Die Thatsache, dass eine frische, in Stücke zerschnittene Kalbsleber in Wasser von 37 bis 40° C. nach 4 bis 6 Stunden, ohne den mindesten Geruch zu verbreiten, reines Wasserstoffgas in grossen Blasen entwickelt, deutet, wie ich glaube, auf einen in derselben vorgehenden mächtigen Umsetzungsprocess, und wenn man die Rolle beachtet, welche eine in dem sauren Secret der Labdrüsen vorhandene organische Materie in der Verdauung spielt, und sich an die Eigenenthümlichkeiten des Speichels und des Pankreassecretes erinnert, so kann man sich kaum der Ansicht verschliessen, dass eine Menge von Vorgängen im thierischen Körper abhängig sind von der nämlichen Ursache, welche der Hefe ihre so merkwürdigen Wirkungen verleiht.

III. Die Quelle der Muskelkraft.

Auf ganz allgemeine Erfahrungen gestützt, habe ich früher die Ansicht ausgesprochen, dass in dem Stoffwechsel, im Besonderen in der Umsetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Muskels, die Quelle der mechanischen Effecte des thierischen Körpers gesucht werden müsse; die Arbeitsleistungen zweier Individuen sollten hiernach im Verhältniss stehen zu ihrer Muskelmasse und ihre Dauer im Verhältniss zu der Zufuhr von Stoffen, welche geeignet sind, die umgesetzten Theile der Muskelmasse stets wieder herzustellen.

Die ausführlichen und mit aller Umsicht angestellten Untersuchungen von Playfair über den Bedarf verschiedener Gesellschaftsclassen an Albuminaten in der täglichen Nahrung schienen keinen Zweifel in Beziehung auf die Richtigkeit

dieser Ansicht zu lassen; er wies nach, dass überall und in allen Verhältnissen der arbeitende Mann in der Mischung seiner Speisen einer grösseren Menge von Albuminaten bedarf, als der ruhende, wenn seine Arbeitskraft und Gesundheit erhalten werden soll; so in Gefängnissen, in Arbeitshäusern, bei Soldaten im Kriege und Frieden u. s. w.

Auch ist den Ergebnissen der umfassenden Arbeit von Playfair kein ernster Widerspruch in einer gleichwerthigen Untersuchung entgegengesetzt worden. Man hat einzelne Beobachtungen gegen seine Schlüsse geltend gemacht, aber ich glaube, man sollte sie mit eben der Vorsicht aufnehmen, wie die in Bayern landläufige Ansicht, dass das Bier ein sehr gutes Nahrungsmittel sei, und dass stark arbeitende Männer ihre Kraft vorzugsweise dem Biergenusse verdanken; die genaue Ermittlung der Diät der Bräuknechte in einer der grössten Münchener Brauereien ergibt dagegen, dass diese Arbeiter, welche die grösste Menge Bier geniessen, die stärksten Fleischesser sind.⁹⁾

Die Frage über die Quelle der Muskelkraft ist durch einen Schluss verwirrt gemacht worden, welcher als irrig sich erwiesen hat und den ich selbst verschuldet habe. Wenn die sich umsetzende Muskelsubstanz die Quelle der Muskelkraft und das letzte stickstoffhaltige, durch Mitwirkung des Sauerstoffs gebildete Product dieses Umsatzes, der Harnstoff ist, so musste sich, diess war der Irrthum, aus der Menge des Harnstoffs die Arbeitsleistung erschliessen lassen. Mit

9) In der hiesigen Sedlmayer'schen Brauerei verzehrten vom 1. October bis 30. April 95 Arbeiter, 6 Mägde und 9 Kinder, im Ganzen 112 Personen, 11189 Kil. Brod, 17870 Kil. Fleisch und 159120 Liter Bier. Rechnet man 6 Mägde und 9 Kinder = 9 Arbeitern, so wurde per Kopf verzehrt täglich 810 Grm. Fleisch. Die Arbeit der Brauknechte ist die schwerste von allen und nur sehr starke Männer eignen sich dazu.

der Arbeit musste der Umsatz und mit diesem der secernirte Harnstoff im Verhältniss stehen.

Die ersten Thatsachen gegen die Ansicht, dass der Harnstoff ein Mass der Muskelarbeit sei, sind von Dr. Bischoff in seiner Arbeit über den Harnstoff als Mass des Stoffwechsels, sodann in der von Bischoff und Voit in München unternommenen, noch umfassenderen Untersuchung, die man als eine Fortsetzung der Giessener Versuche ansehen muss, ermittelt worden. Es ist wohl kaum nöthig, hier zu bemerken, dass ich an diesen Arbeiten stets das lebhafteste Interesse nahm, wie denn meine Methode, den Harnstoff durch salpetersaures Quecksilberoxyd zu bestimmen, dadurch hervorgerufen worden ist.

In diesen Versuchen wurde ein Hund mit bekannten Quantitäten Fleisch und Fett, mit Fleisch allein, mit Fleisch und Kohlehydraten und Leim gefüttert und die täglich secernirte Harnstoffmenge bestimmt.

Die Menge des Stickstoffs im Fleisch und Harn war bekannt und in der Rechnung liess sich annehmen, dass wenn der Stickstoff im Harn dem des genossenen Fleisches gleich gefunden wurde, dass das ganze Fleisch umgesetzt worden sei; war die Harnstoffmenge kleiner, so musste ein Theil des genossenen Fleisches im Körper geblieben oder angesetzt, war die Harnstoffmenge grösser, so musste der Ueberschuss von den Körpertheilen geliefert worden sein.

Zu den wichtigsten Resultaten dieser Versuche gehören die folgenden:

Bei einem gewissen Verhältniss von Fleisch und Fett liess sich das Versuchsthier dauernd auf seinem Gewichte erhalten. In diesem Falle erschien aller Stickstoff im Harn in der Form von Harnstoff, und da keine Gewichtszunahme statthatte, so musste das Fett zur Respiration verbraucht worden sein.

Es zeigte sich nun, dass bei Vermehrung der Fleisch-

ration, ohne Verminderung des Fettes, die secernirte Harnstoffmenge in eben dem Verhältnisse stieg, als man mehr Fleisch zugesetzt hatte, und dass das Körpergewicht zunahm.

Der damals herrschenden Ansicht entgegen, dass das Fett den Umsatz im Körper beschränke, indem es weit geeigneter zu sein schien, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden als das Fleisch, ging aus diesem Versuche das Umgekehrte hervor; das Plus des Fleisches trat an die Stelle von Fett in die Respirationsarbeit ein, und während vorher das Fett vollkommen aufgebraucht wurde, blieb bei mehr Fleisch ein Theil desselben im Körper zurück.

Diese Thatsache gewinnt in einer besonderen Beziehung eine hohe Bedeutung, insofern sie beweist, dass in dem thierischen Körper eine Einrichtung besteht, welche die Vermehrung des Blutes oder der Bestandtheile des Blutes, über eine gewisse Grenze hinaus hindert. Wird ein Ueberschuss von Albuminaten über seinen Bedarf zugeführt, so werden diese auf die rascheste Weise entfernt.

Die nämlichen Ursachen, welche diesen Ueberschuss zerstören, können im normalen Zustande der Ernährung auf die Blutbestandtheile selbst keine Wirkung haben; denn diese würden sonst beim Mangel an Ersatz durch die Nahrung oder im Hungerzustande eben so rasch dem zerstörenden Einflusse dieser Ursachen verfallen müssen, als wie ihr Ueberschuss in der Nahrung verfällt.

Die Herren Bischoff und Voit zeigten ferner, dass das Versuchsthier mit fettlosem Fleisch allein, beim Ausschluss von allem Fett ernährt und auf seinem vollen Gewichte mit sehr schwachen Schwankungen erhalten werden könne. Die secernirte Harnstoffmenge entsprach in diesem Falle dem Stickstoffe des genossenen Fleisches.

Das Gleichbleiben des Körpergewichts zeigte an, dass das Fett durch Fleisch in dem Respirationsprocesse vollkommen vertreten werden könne; ein Theil des Fleisches

hatte unzweifelhaft zur Wärmeerzeugung, ein anderer zum Wiederersatz der umgesetzten Körpertheile gedient.

Das Product war aber in beiden Processen ein und derselbe Körper, nämlich Harnstoff.

Wenn aber Harnstoff ein Product des Stoffwechsels und gleichzeitig ein Product des Respirationsprocesses war, so konnte aus der Menge des secernirten Harnstoffs, die Grösse des Umsatzes, und wenn der Umsatz die Muskelarbeit bedingte, auf die Muskelarbeit nicht geschlossen werden. Die frühere Ansicht konnte nur dann aufrecht erhalten werden, wenn nachweisbar gewesen wäre, dass die Arbeitsleistungen im Thier im Verhältniss zur Fleischmenge gesteigert worden waren.

In diesem Falle wäre anzunehmen gewesen, dass das Fleisch zu Muskel, der Muskel umgesetzt worden, und die Producte der Umsetzung als Material zur Wärme-Erzeugung gedient hätten.

In gewissen Fällen lieferte aber das Versuchsthier zehnmal so viel Harnstoff als bei normaler Fütterung, ohne dass ein äusseres Zeichen einer vermehrten inneren Arbeit bemerkbar war.

Aus der Ansicht, dass der Umsatz der stickstoffhaltigen Körpertheile die Arbeitskraft bedinge und der secernirte Harnstoff ein Mass derselben sei, folgte von selbst, dass durch vermehrte äussere Arbeit der Stoffwechsel beschleunigt und in einer gegebenen Zeit die Harnstoffmenge vermehrt werden müsse.

Diese Betrachtungen führten Voit auf seinen bekannten Versuch, durch welchen er zeigte, dass bei derselben Nahrung in der Ruhe oder Arbeit die secernirte Harnstoffmenge nicht steigt; er fand sie in beiden Fällen gleich.

Diese Untersuchungen stellten sonach fest, dass der Harnstoff zwar ein Mass der in der Nahrung zugeführten und im Körper umgesetzten stickstoffhaltigen Bestandtheile, aber nicht ein Mass der Arbeitsleistung des Körpers ist; die Ver-

mehrung der Arbeit schien ohne Einfluss auf die Vermehrung des Harnstoffs zu sein.

Wenn man über diese Thatsachen nachdenkt, so sieht man sogleich ein, dass diess nicht anders sein kann; denn wenn der Umsatz der Muskelsubstanz stiege mit der Arbeit, so würde, da die Arbeit im Willen liegt, ein Mensch seinen ganzen Muskelvorrath verbrauchen können. Aber die Arbeitsleistungen des Muskels haben eine Grenze; über ein gewisses Mass hinaus tritt Ermüdung ein. Die Fälle, wo Thiere durch ein Uebermass von Kraftverbrauch dem Tode verfallen, bedürfen einer besonderen Erklärung.

Die Muskelkraft entspringt aus einem Vorgange im Muskel, es kann so viel davon zur Arbeit verbraucht werden, als verfügbar ist, aber nicht mehr; der Verbrauch der verfügbaren Kraft kann die Vorgänge im Muskel, welcher die Quelle derselben ist, vielleicht in der Zeit beschleunigen, aber die Arbeit an sich ist nicht die Ursache des Umsatzes.

Ueber den Ursprung der Muskelkraft und dass ihr Sitz im Muskel selbst ist, besteht kein Zweifel, auch darüber nicht, dass sie aus einer Stoffveränderung oder einer Umsetzung der Muskelsubstanz entspringt; aber in Beziehung auf den Vorgang selbst und die Stoffe, welche die Veränderungen erleiden, gehen die Ansichten auseinander.

Nach der einen Ansicht entspringt die Kraft aus einer Umsetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Muskels, an welchem der Sauerstoff Antheil nimmt, ohne ihn direct zu bedingen.

Nach der anderen Ansicht hingegen wird die Kraft im Muskel durch die Verbrennung seiner eigenen stickstofffreien oder der stickstofffreien Bestandtheile des durchströmenden Blutes erzeugt.

Was die Fähigkeit der Muskelsubstanz betrifft, zur Erzeugung der Muskelarbeit zu dienen, so kann sie nicht bezweifelt werden.

Ein Fleischfresser kann mit Muskelfleisch allein und beim Ausschluss aller stickstofffreien Materien ernährt und gesund erhalten werden. Die innere Arbeit und Wärme müssen in diesem Falle durch den Umsatz des Fleisches bestritten werden.

Was die Fähigkeit des Fettes oder der sogenannten Kohlehydrate betrifft, die Arbeitskraft durch ihren Verbrennungsprocess zu erzeugen, so kann für diese keine gleichwerthige Thatsache geltend gemacht werden.

Ein Thier kann durch Fütterung mit Fett oder Kohlehydraten allein nicht ernährt und arbeitsfähig erhalten werden, es bedarf hierzu stets einer gewissen Menge von Albuminaten oder Muskelsubstanz; die Arbeit steht ferner in keiner Beziehung zu den genossenen stickstofffreien Nährstoffen, sie kann durch ihre Vermehrung im Futter nicht gesteigert werden, sie nimmt durch ihre Verminderung nicht ab, wenn in der Speise oder dem Futter die zur Wärmeerzeugung fehlende Menge an diesen Stoffen durch ein Aequivalent stickstoffhaltiger Nährstoffe ergänzt wird.

Die allgemeinsten Erfahrungen scheinen hingegen dafür zu sprechen, dass die Arbeitsleistungen eines Individuums, alle übrigen Bedingungen seiner Ernährung als gegeben gedacht, in einem gewissen Verhältnisse stehen zu der täglich in seiner Nahrung genossenen Menge von Muskelsubstanz oder von Stoffen, die sich zur Erzeugung derselben eignen; dass die Zufuhr derselben gesteigert werden müsse mit der Arbeit, so dass also ein arbeitendes Individuum nicht von einem Tag zum andern oder während weniger Tage, sondern während eines Monats oder Jahres mehr davon in seiner Speise bedarf als ein ruhendes.

Die Anhänger der Ansicht, dass die Muskelkraft durch die Verbrennung von stickstofflosen Stoffen im Muskel erzeugt werde, bestreiten die Richtigkeit dieser Erfahrungen nicht, sie erklären sie aber in einer anderen Weise.

Diese Ansicht beruht zum Theil auf einigen Thatsachen, welche die Herren Fick und Wislicenus in einer Untersuchung über die Quelle der Muskelkraft ermittelt haben; sie fanden, dass während der Verrichtung einer äusseren messbaren Arbeit, der Erhebung ihres Körpergewichtes auf eine bekannte Höhe, die während der Arbeit und nach fünf Stunden Ruhe secernirte Harnstoffmenge, richtiger Stickstoffmenge, dem Verbräuche einer Eiweissmenge entsprach, welche verbrannt gedacht, in dem Arbeitsäquivalent der erzeugten Wärme, kaum den dritten Theil der geleisteten Arbeit erkläre. Die Stickstoffmenge der Fäces wurde nicht bestimmt. Während der Arbeit genossen beide Forscher nur stickstofflose Speisen.

Sie zogen hieraus den Schluss, dass die Quelle der Muskelkraft nicht in dem Umsatz der Muskelsubstanz und ihrer Verbrennung gesucht werden könne, sondern dass sie durch den Uebergang der Bestandtheile der stickstofflosen Nahrungsmittel im Muskel in Sauerstoffverbindungen erzeugt worden sein müsse.

Die von den Herren Fick und Wislicenus angestellte Rechnung scheint auf der Vorstellung zu beruhen, dass es sich mit der Krafterzeugung im Muskel ähnlich verhalte, wie etwa in einem Schiessgewehre; man kann sich denken, dass aus dem Volum der Pulvergase bei der Verbrennung von Schiesspulver sich die Triebkraft der Kugel und umgekehrt aus dem zurückgelegten Weg derselben das Volum der Pulvergase berechnen liesse. Wenn der Vorgang der Krafterzeugung dem im Schiesspulver ähnlich ist, so müsste in der Voraussetzung, dass die Kraft durch Verbrennung der Muskelsubstanz erzeugt werde und der Harnstoff ein Product derselben sei, die Menge desselben in der That der Arbeitsleistung proportional sein; immer vorausgesetzt, dass Kraft und Harnstoff in dem nämlichen Momente erzeugt werden. War in dieser Annahme die Menge des Harnstoffs oder

secernirten Stickstoffs, der Arbeitsleistung nicht entsprechend, so mussten, wenn die letztere durch Verbrennung vermittelt wurde, andere und zwar stickstofflose Materien für die Muskelsubstanz eingetreten sein und sich mit dem Sauerstoff verbunden haben.

Es lässt sich wohl nicht annehmen, dass die genossene stickstofflose Nahrung eine besondere Bedingung für die Krafterzeugung abgegeben habe, indem es wohl als gewiss betrachtet werden kann, dass die beiden kräftigen Männer auch bei Enthaltung aller Speise und wenn sie anstatt Wein nur Wasser getrunken hätten, das Faulhorn-Hôtel ohne grössere Ermüdung erreicht hätten. Für den Schluss selbst hat diess selbstverständlich kein besonderes Gewicht, denn wenn sie keine stickstofflose Nahrungsmittel genossen hätten, so liesse sich annehmen, dass das Fett von ihren Körpertheilen an ihrer Stelle verwendet worden sei.

Was die beiden Herren an ihrem Körpergewichte nach dem Versuche verloren hatten, scheint von ihnen nicht bestimmt worden zu sein; ihre Schlussfolgerungen sind natürlich nur richtig, wenn die Voraussetzungen, auf die sie gebaut sind, wahr sind. Es könnte aber doch ganz anders sich verhalten.

Es könnte sein, dass die Maschine, die wir Organismus nennen, eine viel vollkommeneren Einrichtung, als nach den Voraussetzungen der Herren F. und W., vielleicht so vollkommen wie ein menschliches Werk, eine Uhr, besässe, die wir z. B. durch Aufziehen jeden Tag mit Kraft, ähnlich wie den Körper mit Speise versehen, und die so eingerichtet ist, dass sie drei und mehr Tage Arbeit verrichten kann, ohne weitere Zufuhr von Kraft, in Folge von angesammelter Kraft; für die Erhaltung des Ganges ist es in beiden Fällen nothwendig, nach Verlauf einer gewissen Zeit die zur Bewegung verbrauchte Kraft wieder zu ersetzen; aber einmal vollständig aufgezo- gen, ist bis zu einer gewissen Grenze der

Ersatz nicht nothwendig. Was an Kraft in einer gewissen Zeit, sagen wir in drei Tagen, mehr ausgegeben als ersetzt worden ist, muss allerdings nach Verlauf derselben durch stärkere Zufuhr ausgeglichen werden, wenn der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden soll.

Es könnte ferner sein, dass der Harnstoff gar kein Verbrennungsproduct der stickstoffhaltigen Muskelbestandtheile ist, und dass seine Bildung in einer ganz anderen Beziehung zu der Muskelarbeit steht, als wie die Herren F. und W. angenommen haben.

Aus der Arbeit von F. und W. lässt sich nicht mit vollkommener Klarheit entnehmen, in welcher Weise sie sich den Uebergang der durch die Verbrennung der stickstofflosen Materien im Muskel erzeugten Wärme in mechanische Effecte denken. Frankland, der ihre Ansichten adoptirt hat, spricht sich hierüber ganz bestimmt aus; er sagt:

„Die verbrennlichen Nahrungsstoffe und Sauerstoff sind beide im Blute, welches sich durch den Muskel bewegt, aber wenn der Muskel in Ruhe ist, so üben beide keine Wirkung aufeinander aus. Sobald hingegen vom Gehirn aus, ein Befehl auf den Muskel wirkt, so wird durch Vermittelung der Nerven die Oxydation bewirkt. Die potentielle Kraft wird zur thätigen Kraft, ein Theil davon wird in Bewegung, ein anderer in Wärme übergeführt. Diess ist die Quelle der Wärme, diess die Quelle der Muskelkraft. Der Muskel ist ähnlich dem Stempel und Cylinder in der Dampfmaschine — eine Maschine zur Ueberführung der Wärme in Bewegung, beide sind der Abnutzung unterworfen und bedürfen der Erneuerung; aber die Maschinentheile tragen in beiden Fällen durch ihre eigene Verbrennung zur Erzeugung der Kraft, die sie äussern, in keinem bedeutenden Grade etwas bei.“

Diess ist ein Bild des Vorganges der Krafterzeugung,

wie ihn Frankland und Andere, die ihm beigetreten sind, sich denken.

Der Harnstoff und die Harnsäure sind hiernach die Producte der Abnutzung des Muskels.

Wäre diese Ansicht richtig, so müsste sicherlich die Muskelmaschine zu den unvollkommensten gerechnet werden, die von Menschenhänden gemacht werden könnte, so gross erscheint in dem secernirten Harnstoff der tägliche Abgang derselben. Die Roststäbe des Feuerherdes einer Dampfmaschine nutzen sich so schnell nicht ab.

Es ist gewiss, dass uns der wunderbare Aufbau des thierischen Leibes und seiner Theile auf lange noch, vielleicht für immer, ein unlösbares Räthsel bleiben wird; aber die Vorgänge in seinen Organen sind physikalischer und chemischer Natur, und es lässt sich nicht verstehen, dass Sauerstoff und die verbrennlichen Theile im Blute, eines Befehles von Centralorganen bedürfen sollen, um eine Verbindung einzugehen. Der Antheil, den die willkürlichen Bewegungsnerven an der Muskelthätigkeit nehmen, muss von ganz anderer Art sein.

Es scheint mir aber nicht angezeigt, die Ansicht von Frankland, F. und W. vorläufig einer näheren Prüfung zu unterziehen; denn im Ganzen glaube ich, dass die Forscher, die sich mit der Frage über den Ursprung der Muskelkraft beschäftigten, die Lösung derselben sich zu leicht gedacht haben, und dass viele Jahre noch vergehen werden, ehe es gelingt, über die richtige Fragestellung derselben, die dann ihre Lösung vorbereiten wird, ins Klare zu kommen.

Ich habe nicht die Absicht, hier in den Streit einzutreten, und werde meinen Zweck für erreicht ansehen, wenn die folgenden Bemerkungen dazu beizutragen vermögen, über die Verhältnisse, die zu ermitteln hier in Betracht kommen, einiges Licht zu verbreiten.

Ueber die Art und Weise der Wirkung des Sauerstoffs

im thierischen Körper glauben die Naturforscher so ziemlich im Reinen zu sein; der Sauerstoff verbindet sich mit den Elementen der Speisen oder des Körpers; Kohlensäure, Wasser und Harnstoff werden als die letzten Verbrennungsproducte derselben angesehen.

Als Folge dieser Verbrennung entsteht Wärme, die als solche den Körper erwärmt und seine Temperatur erhält oder in Form von mechanischen Effecten sich äussert.

Kennt man somit die Verbrennungswärme der verschiedenen Nährstoffe, so drückt diese in gewissem Sinne ihren Werth als Krafterzeuger aus.

„Von diesem Gesichtspunkte aus“, sagt Frankland in seiner Abhandlung, „ist es interessant, die verschiedenen Nährstoffe, welche im allgemeinen Gebrauche sind, auf ihre Fähigkeit zur Erzeugung von Muskelkraft einer Untersuchung zu unterwerfen,“ und er kommt durch die Bestimmung ihrer Verbrennungswärme zu dem Resultate, dass bei gleichem Gewichte und ihrem natürlichen Zustande der Chester-Käse 3 mal, der Zucker $2\frac{1}{2}$ mal, die Butter 5 mal so viel Kraft in Meterkilogrammen ausgedrückt, im Körper entwickeln, als das magere Ochsenfleisch.

Alles diess in der Voraussetzung, dass die Muskelkraft durch die Verbrennung dieser Stoffe im Muskel erzeugt werde und dass der Vorgang ihrer Verbrennung dem unter dem Kessel einer Dampfmaschine gleich sei. Zwei Gewichtstheile trockener Kartoffeln sehen wir in dieser Beziehung gleich gestellt $1\frac{1}{2}$ Gewichtstheilen trockenem Rindfleisch und zwei Gewichtstheilen gekochtem Schinken (trocken) u. s. w. Diess sind sicherlich höchst interessante, jedenfalls sehr unerwartete Ergebnisse der Abnutzungstheorie.

Es ist vielleicht hier der Ort, daran zu erinnern, dass der Vorgang der Verbindung des Sauerstoffs mit den verbrennlichen Elementen des thierischen Körpers ganz anderer Art und sehr verschieden ist von den gewöhnlichen Ver-

brennungsprocessen. Nie wird im lebenden Körper Kohlensäure erzeugt durch Verbindung des Sauerstoffs mit Kohlenstoff; sie ist im gewöhnlichen Sinne kein Verbrennungsproduct (s. Der chemische Process der Respiration. Ann. Chem. Pharm. LVIII, 335).

Um den Unterschied des Verbrennungsprocesses unter einem Dampfkessel von dem im thierischen Körper richtig aufzufassen, muss man die Bildung der organischen Verbindungen in der Pflanze in Betracht ziehen; sie sind alle aus Kohlensäure entstanden und mehr oder weniger veränderte Kohlensäureatome, und verwandeln sich im thierischen Körper wieder rückwärts in Kohlensäureatome, in das, was sie ursprünglich waren.

Bei ihrer Bildung unter dem Einflusse des Sonnenlichtes wird Wärme (oder Sonnenkraft) gebunden, oder, wie man sagt, latent, bei ihrer Rückbildung wird sie wieder frei, und das Maximum wird frei, wenn die Rückbildung dieser Substanzen genau ihrer Bildung entspricht.

Vergleichen wir z. B., um nur einen Anhaltspunkt zu haben, die Kohlensäure und den Zucker in ihrer einfachsten empirischen Formel, so haben wir:

Kohlensäure



Traubenzucker



Ein Blick auf beide Formeln zeigt, dass der Zucker Kohlensäure ist, in welcher 1 Aeq. Sauerstoff vertreten ist durch 1 Aeq. Wasserstoff. Die Kohlensäure ist bei der Bildung des Zuckers nicht zerlegt, sondern es ist nur einer ihrer Bestandtheile ausgetauscht worden.

Bei dem Uebergang des Zuckers in Kohlensäure wird nicht der Kohlenstoff des Zuckers, sondern der eingetretene Wasserstoff verbrannt; und indem sich dieser Wasserstoff im Thierleibe mit Sauerstoff zu Wasser verbindet, tritt an seinen Platz der aus der Pflanze ausgetretene und dem

Blute zugeführte Sauerstoff wieder ein. Der Zucker kann demnach auf zweierlei Weise verbrannt und in Kohlensäure übergeführt werden, direct, indem man ihn in hohen Temperaturen mit Sauerstoff verbindet, oder indirect durch Ersatz seines Wasserstoffs durch Sauerstoff in niederen Wärmegraden. Die Sauerstoffmengen sind in beiden Fällen ganz gleich, für 15 Grm. Zucker 16 Grm. Sauerstoff; aber wenn die Verbrennungsarbeit ungleich ist, welche Wärme verbraucht, so muss auch die freigewordene Wärme ungleich sein.

Ich führe dieses Beispiel weiter aus, ohne ein Gewicht auf die Richtigkeit meiner Darstellung selbst zu legen; was ich bezwecke, ist nur die Unterschiede zu zeigen, deren nähere Erläuterung Sache des Physikers ist.

Wenn wir nach der obigen Formel des Traubenzuckers uns denken, dass 6 Grm. Kohlenstoff von 15 Grm. Zucker sich mit 16 Grm. Sauerstoff direct verbinden, so müssten sich 6×7838 Wärme-Einheiten entwickeln. Nehmen wir aber an, dass 1 Grm. Wasserstoff durch 8 Grm. Sauerstoff oxydirt wird und die eintretenden 8 Grm. Sauerstoff mit dem Rest der Kohlensäure = 14 Grm. Kohlenoxyd, eben so viel Wärme entwickeln, wie bei seiner Verbindung mit Kohlenoxydgas, so haben wir

im ersten Falle	47000 W.-E.
im anderen Falle	68900 W.-E. ¹⁰⁾
im letzteren mithin	21900 W.-E. mehr.

Dass Unterschiede dieser Art in der ausgegebenen Verbrennungswärme wirklich bestehen, lässt sich leicht durch ganz bestimmte Thatsachen erweisen.

10) Durch Verbrennung des Wasserstoffs . .	34533 W.-E.
durch Verbindung von 14 Grm. Kohlenoxyd	
mit 8 Grm. Sauerstoff	34384 W.-E.
Zusammen:	<u>68917 W.-E.</u>

Frankland hat unter Anderm die Verbrennungswärme des Rohrzuckers bestimmt und für 1 Grm. 3348 W.-E. erhalten; hieraus folgt, dass 171 Grm. Rohrzucker (1 Atom) 572508 W.-E. liefern werden.

Aus dem Zucker entsteht in der Gährung Kohlensäure und Alkohol, und wenn keine anderen Producte daraus gebildet würden, so sollten aus 171 Grm. Zucker erhalten werden 92 Grm.; man erhält nur 88 bis 89 Grm., sagen wir 88½ Grm. Alkohol, das Fehlende ist Bernsteinsäure und Glycerin u. s. w.

Nach den zahlreichen Bestimmungen sehr genauer Beobachter, von Dulong, Despretz und Favre liefert aber 1 Grm. Alkohol im Mittel 6981 W.-E. und 88½ Grm. mithin 617818 W.-E.

Der Alkohol, für sich allein verbrannt, liefert mithin 45310 W.-E. mehr als der Zucker, durch dessen Zersetzung er entstanden ist. Dazu muss aber noch die Wärme gerechnet werden, welche bei der Gährung des Zuckers frei wird und diese ist nach directer Bestimmung von Dubrunfaut gleich dem achten Theil der Wärme, welche durch Verbrennung des in der entwickelten Kohlensäure enthaltenen Kohlenstoffs erzeugt wird.

Man hat also:

der Alkohol aus 171 Grm. Zucker liefert	617818 W.-E.
171 Grm. Zucker in der Gährung . . .	22743 W.-E.
	<hr/>
im Ganzen	640561 W.-E.

Nach Frankland's Bestimmung

liefern aber: 171 Grm. Zucker	572508 W.-E.
mithin weniger	68053 W.-E.

Die Verbrennung der anderen Producte der Gährung ungerechnet, welche ebenfalls 8 bis 10,000 W.-E. geliefert haben würden, liefert der Zucker auf einem andern als dem directen Wege verbrannt nahe ⅓ mehr Wärme, als Frank-

land's Bestimmung ergeben hat; und wenn wir uns denken, dass wir den Alkohol in niederen Temperaturen zuerst zu Aldehyd, dann zu Essigsäure, Ameisensäure und zuletzt zu Kohlensäure oxydirt hätten, so würden wir möglicher Weise wieder eine andere Zahl für seine Verbrennungswärme erhalten haben.

Bei Bestimmungen der Verbrennungswärme kommt sehr viel auf die Verbrennungsarbeit an; wenn ein Theil derselben zur Aufhebung von Widerständen verbraucht wird, so tritt dieser Theil nicht in der Form von Wärme auf.

Der einfache Unterschied in der Dichte macht den Diamant schwerer verbrennlich als die Kohle und einen Unterschied in ihrer Verbrennungswärme aus. Der Wärmewerth des Diamants ist um 285 W.-E. kleiner als der der Kohle. (Favre und Silbermann.) Wir legen uns diese Thatsache durch die Annahme zurecht, dass der Diamant bei seiner Krystallisation Wärme verloren habe, die er bei seiner Verbrennung wieder aufnehme, und da die Cohäsion ein Widerstand sei, der sich der Verbindung mit Kohlenstoff entgegenseetze, so gehe ein Theil der Wärme in der Ueberwindung dieses Widerstandes auf und es werde darum weniger Wärme frei.

Die von Frankland ermittelten Verbrennungswärmen der Nahrungsstoffe sind sicherlich brauchbar zur Bemessung des Werthes, der ihnen als Material zur Verbrennung unter einem Dampfkessel zukommt; aber als Ausdruck für ihren Wärmewerth im lebendigen Körper haben seine Zahlen, wie ich glaube, keine besondere Bedeutung.

In noch viel höherem Grade gilt diess für seine Bestimmung der Verbrennungswärme der stickstoffhaltigen Bestandtheile thierischer Körper, oder der Albuminate in den Nahrungsmitteln, und für die Schlüsse, welche Frankland daraus zog, zur Beurtheilung ihres Werthes als Kraft-erzeuger.

Diese Materien sind im gewöhnlichen Sinne keine verbrennlichen Substanzen und verbrennen im thierischen Leibe eben so wenig, wie der Zucker als Zucker verbrennt; sie sind unter den organischen Substanzen in Beziehung auf ihre Verbrennlichkeit und ihre Fähigkeit, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, was das Gold und Silber ist in der unorganischen Natur.

Was ihre Verbrennlichkeit betrifft, so weiss der Chemiker nur allzuwohl, wie schwierig es ist, bei Aschenbestimmungen organische Substanzen zu verbrennen, welche reich an Albuminaten sind; nicht stundenlange, sondern tagelang dauernde Glühhitze in der Muffel gehört dazu, um den Rest der stickstoffhaltigen Kohle zu entfernen; derselben Schwierigkeit begegnet man bei der Verbrennung von Harnsäure oder harnsauren Salzen.

Die meisten nicht gasförmigen Stickstoffverbindungen besitzen diese Eigenthümlichkeit; es gibt sicherlich keine entzündlicheren und verbrennlicheren Substanzen, wie der Wasserstoff und Phosphor ist, aber ihre Verbindungen mit Stickstoff sind ganz unentzündlich, so z. B. das Ammoniak, obwohl es in einem Volum $\frac{1}{2}$ Volum mehr Wasserstoff, als das gewöhnliche Wasserstoffgas enthält.

Auf den Widerstand, den der Stickstoff in diesen Verbindungen dem einwirkenden Sauerstoff entgegensetzt, beruht offenbar ihre Unentzündlichkeit. Zieht man hierbei die Wärme in Betracht, so ergeben die Bestimmungen von Favre und Silbermann, dass z. B. 1 Grm. Wasserstoff bei seiner Verbindung mit Stickstoff zu Ammoniak 7576 W.-E. entwickelt sehr nahe eben so viel Wärme, als bei der Verbrennung von 1 Grm. Kohlenstoff zu Kohlensäure frei wird, und man muss wohl annehmen, dass ein gleiches Wärmequantum in der Verbrennung von 5,66 Grm. Ammoniak, worin 1 Grm. Wasserstoff, in der Verbrennungsarbeit aufgeht. Man kann diess als einen Grund der Schwerverbrennlichkeit vielleicht

ansehen, aber nicht als den ganzen Grund; sehr viel scheint hier von den äusseren Verhältnissen abzuhängen, wenn diese es ermöglichen, dass sich auch der Stickstoff oxydirt (in Mischungen von verwesenden Materien und alkalischen Basen), so verbrennt der Wasserstoff des Ammoniaks mit grosser Leichtigkeit.

In dem Cyan und Paracyan haben wir zwei Verbindungen des Stickstoffs mit Kohlenstoff von identischer Zusammensetzung und einer ausserordentlichen Verschiedenheit in ihrer Verbrennlichkeit; das Cyan ist leicht, das Paracyan äusserst schwer verbrennlich.

Die Beobachtung ergibt, dass 1 Grm. Kohle im Cyan 43 pC. mehr Wärme entwickelt, als 1 Grm. Kohlenstoff (11260 W.-E.). Bei der Bildung des Cyans muss offenbar dieses Mehr von Wärme in die Verbindung übergegangen oder, wie man sagt, absorbirt worden sein; in der That bemerkt man, dass beim Uebergange des Cyansilbers in Paracyansilber eine so grosse Menge Wärme frei wird, dass die Masse in ein sichtbares Glühen übergeht; wenn die Leichtverbrennlichkeit des Cyan von der darin gebundenen Wärme herrührt, so erklärt diess immer noch nicht, warum der Kohlenstoff im Paracyan seine Verwandtschaft zum Sauerstoffe in so hohem Grade verloren zu haben scheint.

Diese einfache Betrachtung des Verhaltens mancher stickstoffhaltiger Körper dürfte genügen, um darzuthun, dass man ihren Wirkungswerth, als Kraftquellen, nicht nach der Anzahl der Wärme-Einheiten beurtheilen darf, die sie bei directer Verbrennung entwickeln.

Wir können uns denken, dass wir mit dem Dampf von Chlorstickstoff, indem wir ihn in dem Cylinder einer Gasmaschine durch die Berührung mit Phosphor zum Explodiren bringen, eine Maschine in arbeitsfähigem Gange erhalten können, und es würde für uns so gut wie unmöglich sein, die geleistete Arbeit direct in Wärmewerthen zu bestimmen;

denn weder Chlor noch Stickstoff sind im gewöhnlichen Sinne verbrennliche Substanzen.

Der Chlorstickstoff entsteht durch die Einwirkung von Chlor auf Ammoniak; ist Ammoniak im Ueberschuss, so wird kein Chlorstickstoff gebildet, das Chlor zerlegt alsdann das Ammoniak mit *starker Wärme-Entwicklung*; bei Abwesenheit des freien Ammoniaks entsteht Chlorstickstoff, *ohne alle Temperaturerhöhung*; es ist klar, dass alle im ersteren Fall freigewordene Wärme im anderen im Chlorstickstoff gebunden worden ist, sie tritt bei seiner Zersetzung aber nicht als Wärme, sondern als Bewegung auf.

Es gibt eine Menge von Fällen, in denen mechanische oder Bewegungseffecte hervorgebracht werden durch eine innere oder Molecularbewegung. Die Grösse der Effecte hängt in diesem Falle von dem labilen Gleichgewichte oder der Spannung ab, in welcher sich diese Theile zu einander befinden.

Das Verhalten der Glastränen gibt ein gutes Beispiel von einer solchen inneren Spannung ab; wenn sie an irgend einem Punkte durch Verletzung der Oberfläche aufgehoben wird, so zerfällt die Glasträne mit grosser Gewalt in ein feines Glaspulver, in diesem Falle ohne Aenderung der Zusammensetzung des Glases; die Spannung war zwischen den homogenen Glastheilchen, nicht zwischen den Bestandtheilen derselben; beim Knallsilber und Nitroglycerin und anderen besteht diese Spannung vorzugsweise zwischen den ungleichartigen oder Bestandtheilen der Substanzen.

Man kann das Nitroglycerin oder Knallsilber über 100° ohne Zersetzung erhitzen, das Zerbrechen eines kleinen Krystallfitters Knallsilber mit der Spitze eines Federmessers, ein schwacher Stoss auf das Nitroglycerin bringt hingegen durch den Uebergang der Bestandtheile des Glycerins und Knallsilbers in ein stabiles Gleichgewicht eine furchtbare Explosion hervor. Lässt man auf ein rothglühendes Eisen tropfenweise

Nitroglycerin fallen, so verbrennt es vollständig mit einem schwachen Zischen ohne alle Explosion.

In dem einen Fall wird durch den Stoss eine enorme Triebkraft, im anderen durch Verbrennung Wärme hervorgebracht. Die Triebkraft ist die Folge einer inneren oder Molecularbewegung, die Wärme die Folge einer vollständigen Verbrennung der Bestandtheile des Nitroglycerins.

Diese Beispiele sind selbstverständlich ganz ungeeignet, zur Erläuterung der Muskelkraft im thierischen Körper zu dienen, die in ganz anderer Weise in Wirkung tritt; sie sollen einfach darthun, dass durch die Aenderung der inneren Anordnung der Bestandtheile gewisser Verbindungen, ohne alle Mitwirkung von Sauerstoff von Aussen, grosse mechanische Effecte hervorgebracht werden können.

Die Albuminate des Pflanzenreichs sind die höchst zusammengesetzten Stickstoffverbindungen, die wir kennen; alle Bestandtheile des Thierkörpers sind aus dem Albumin im Thierleibe entstanden durch eine geänderte innere Anordnung der Theile des Albumins, oder durch Spaltungen, an denen der Sauerstoff einen bedingenden Antheil hat, ohne die Ursache derselben zu sein, und man kann annehmen, dass wenn diese Producte des Albumins Kraftquellen sind, dass die Bewegung, die sie hervorbringen, nicht auf ihrer Verbrennung und dem Umsatz der Wärme in Bewegung, sondern auf der bei ihrem Zerfallen freiwerdenden Spannkraft beruht, die in ihnen während ihrer Bildung angehäuft ist.

Es ist ganz sicher, dass die Substanz der Membranen und die leimgebenden Bestandtheile der Knochen, das Blutfibrin, die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Gehirns, die Glyco- und Taurocholsäure der Galle, die Hippursäure und Harnsäure, Spaltungs- und Umsetzungsproducte des Albumins sind; aber wir haben keinen Beweis, dass das Albumin

in Folge einer Verbrennung Harnstoff, Kohlensäure und Wasser liefert.

Alle Bemühungen, Harnstoff aus Albuminaten durch einen Oxydationsprocess zu erzeugen, sind eben so vollständig fehlgeschlagen, als die Erzeugung von Alkohol aus Zucker auf chemischem Wege, und es dürfte vielleicht die Ueberführung der Harnsäure in Harnstoff und Kohlensäure ein gutes Beispiel abgeben von den Vorgängen und Veränderungen, welche die Albuminate im thierischen Körper erleiden.

Die Harnsäure gehört wie das Albumin zu den direct schwer verbrennlichsten Körpern; sie ist nicht spaltbar durch concentrirte Schwefelsäure, durch Kochen mit Salzsäure oder Kalilauge, und es gibt dennoch vielleicht keinen Körper, dessen Bestandtheile bei gleichzeitiger Einwirkung von Sauerstoff und Säuren oder Alkalien so leicht beweglich und in eine so grosse Mannigfaltigkeit von Producten umsetzbar sind, wie die Harnsäure.

Durch Zufuhr von 2 Aequivalenten Sauerstoff, bei Gegenwart einer Säure, spaltet sich die Harnsäure in Harnstoff und Alloxan, durch weitere Zufuhr von Sauerstoff, das Alloxan in Harnstoff und Kohlensäure. Bei Gegenwart einer stärkeren Basis und Sauerstoff spaltet sich die Harnsäure in Oxalsäure, Allantoin und Harnstoff; das Allantoin bei Zufuhr von mehr Sauerstoff in Harnstoff und Allantursäure; diese letztere enthält die Elemente der Kohlensäure und des Harnstoffs.

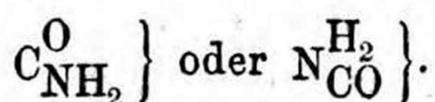
In allen diesen Fällen ist der Harnstoff durch Sauerstoffzufuhr aus der Harnsäure entstanden; es ist aber kein directes Oxydationsproduct derselben, sondern ein Product der Spaltung einer neu entstehenden höheren Sauerstoffverbindung.

Nach Allem, was wir von den Oxydationsprocessen wissen, die in Temperaturen, welche die Körperwärme nicht übersteigen, vor sich gehen, verläuft der Uebergang ihrer

Elemente bei den stickstofffreien in Kohlensäure und Wasser, bei den stickstoffhaltigen in Kohlensäure, Ammoniak und Wasser in derselben Weise: es entstehen wasserstoffärmere und sauerstoffreichere Producte, und erst das letzte sauerstoffreichste liefert bei weiterer Sauerstoffzufuhr Kohlensäure. Der Alkohol verwandelt sich zuerst in Aldehyd, dann in Essigsäure, diese in Ameisensäure und die Ameisensäure zuletzt in Kohlensäure.

Die hoch zusammengesetzten stickstoffhaltigen Verbindungen unterliegen stets zuvor einer Spaltung in ein stickstoffreicheres und in daran ärmere oder stickstofffreie und kohlenstoffreiche Producte, die dann durch Aufnahme von Sauerstoff ähnlich wie die Harnsäure und die stickstofffreien zuletzt in Kohlensäure, Ammoniak und Wasser übergehen.

Der Harnstoff ist nichts anderes als Kohlensäure, in welcher 1 Aeq. Sauerstoff durch 1 Aeq. Amid, oder Ammoniak, in welchem das dritte Aeq. Wasserstoff durch Kohlenoxyd vertreten ist:



Im thierischen Körper findet die Oxydation stickstofffreier Verbindungen bei Gegenwart von Alkalien statt, und es ist für diese in vielen Fällen das von Kolbe entdeckte Oxydationsgesetz, wie ich glaube, massgebend; es erklärt die Bildung sauerstofffreier oder sauerstoffärmerer Producte aus sauerstoffreichen. (Ann. Chem. Pharm. LXX, 318.)

Aus dem Vorhergehenden ist es wohl verständlich, dass die Muskelkraft, wenn sie ihren Sitz im Muskel hat, nicht durch Verbrennung, ähnlich wie in einer Dampfmaschine, entstehen kann; sie kann nur die Folge eines Umsatzes, d. i. einer im Innern des Muskels, in seinen beweglichen Theilen vorhandenen Bewegung sein.

Die nähere Betrachtung des Verhaltens der Hefenzelle ist vielleicht geeignet, über die Vorgänge im lebendigen Muskel zu bestimmteren Vorstellungen zu gelangen:

Es ist ziemlich gleichgültig, welche Ansicht man über die Art und Weise der Wirkung der Hefenzelle auf den Zucker haben mag; so viel ist gewiss, dass im Innern der Hefenzelle eine Bewegung besteht, durch welche sie die Fähigkeit empfängt, eine äussere Arbeit zu verrichten; diese Arbeit ist die Spaltung eines Kohlenhydrates und ähnlicher Verbindungen; es ist eine chemische Arbeit; eine mechanische Arbeit würde es sein, wenn z. B. durch die Wirkung der Hefe Holz gespalten werden könnte, welches ebenfalls ein Kohlehydrat ist.

Von der Grösse dieser in der Hefe wirkenden Arbeitskraft gibt die Thatsache eine Vorstellung, dass ein Hefentheilchen sein 60 faches (Pasteur) und wie ich glaube sein mehr als 100 faches Gewicht Zucker zum Zerfallen bringt.

Diese Spaltung ist von einer beträchtlichen Wärmeentwicklung und einer mechanischen Wirkung begleitet. Nach Dubrunfaut's directen Bestimmungen entwickelt 1 Grm. Zucker in der Gährung 127 W.-E.; hierzu kommt, dass die in der Gährung entwickelte Kohlensäure das Gewicht der Atmosphäre heben oder überwinden muss, und dass sie also eine mechanische Wirkung ausübt, welche in Rechnung gebracht für 1 Grm. Zucker 2482 Grm. Meter entspricht.

Nimmt man nun an, dass die Hefe ihr 60 faches Gewicht Zucker zersetzt, so folgt hieraus, wenn man vom Zucker absieht und die Wärme- und Kraftentwicklung auf die Hefe allein bezieht, dass 1 Grm. Hefe 60×127 W.-E. = 7620 W.-E. und eine mechanische Wirkung von 148960 Grm. Meter hervorzubringen vermag, sehr viel mehr als sie durch Verbrennung entwickeln würde und ohne Zutritt und Mitwirkung von Sauerstoff.

Und wenn wir uns ein System von Röhren und Gefässen von der Feinheit der Blutgefässe im Muskel und die Wände dieser Gefässe aus lauter Hefenzellen gebildet denken, und wir ferner uns vorstellen, dass sich durch diese Gefässe ein Strom von Zuckerwasser bewege, so würden wir durch die Bestimmung der entwickelten Wärme und der hervorgebrachten mechanischen Wirkung diesen Apparat als eine ganz enorme Wärme- und Kraftquelle betrachten müssen.

Und wenn wir zuletzt von dem Zucker und von dem Verhalten der Hefe in der Gährung nicht mehr wüssten, als wir vom Blute und dem Muskel in der Muskelarbeit wissen, so würden wir nicht entfernt im Stande sein, durch die Bestimmung der Gewichtsabnahme des Systems und der Verbrennungswärme des Stoffes, woraus das System besteht, einen Begriff der Grösse der darin wirkenden Ursache zu gewinnen.

Und wenn wir anstatt des Zuckerwassers einen Strom von Bierwürze, welche die Bedingungen zur Vermehrung der wirksamen Hefenzellen enthält, durch unser Hefenzellensystem fliessen liessen, so würde, was die arbeitenden Zellen an Gewicht abnehmen, durch neue Zellenbildung stets wieder ersetzt werden; das System würde an Umfang und Masse wachsen und seine Wirkung mit seinem grössten Querschnitt proportional sein müssen.

Wir würden, in der Voraussetzung, dass uns die Veränderungen des Zuckers bei seinem Durchgang durch den gedachten Zellenapparat unbekannt wären, ganz unzweifelhaft die hervorgebrachte Kohlensäure und Wärme und die erzeugte mechanische Wirkung, welche Merkzeichen eines Oxydationsprocesses sind, einem Verbrennungsprocesse zuschreiben, und den Vorgang dem unter dem Kessel einer Dampfmaschine, sowie deren Maschinentheile, mit dem aus Hefenzellen zusammengesetzten Apparat vergleichen können.

Diese Vorstellung würde vollkommen falsch sein, der

Sauerstoff der Luft kann Theil an dem Vorgange der Gährung nehmen, den Alkohol z. B. in Essigsäure überführen, aber es ist nicht die Bedingung desselben; die Kohlensäure- und Wärmeentwicklung sind nicht die Producte eines Verbrennungsprocesses.

Die Ursache, auf welche alle diese Wirkungen zurückgeführt werden müssen, liegt in dem beweglichen und in Bewegung befindlichen Zelleninhalt.

Vergleichen wir mit dem Verhalten der Hefenzelle das des Muskels, so wissen wir, dass in ihm ein steter Umsatz, eine Bewegung besteht, die in seiner Substanz, auch vom Leibe getrennt, sich fortsetzt. Während dieses Umsatzes vermag der Muskel eine gewisse mechanische Arbeit zu verrichten; die innere oder Molecularbewegung im Muskel ist ganz unabhängig von der äusseren Arbeit oder Massenbewegung, sie vollzieht sich im Zustande der Ruhe und bei Ausschluss von Reizen, ohne dass der Muskel eine äussere Bewegung zeigt, aber die letztere ist abhängig von der inneren; wenn diese eine bestimmte Grenze erreicht hat, so erlischt die mechanische Arbeitskraft des Muskels.

Dieses Verhalten entspricht genau dem der Hefenzelle, die Umsetzung ihres Inhaltes ist ganz unabhängig vom Zucker.

Die ausgezeichnetsten Physiologen haben sich mit der Messung der absoluten Muskelkraft beschäftigt und gefunden, dass sie dem grössten Querschnitte des Muskels proportional ist.

Auch der ausgeschnittene Muskel äussert noch sein Arbeitsvermögen, ohne dass ein Blutstrom sich hindurch bewegt, welcher Sauerstoff und verbrennliche Elemente zuführt, und ohne Befehl vom Centralorgan wird die potentielle Energie zu actualer Kraft; es wird Wärme und Kohlensäure gebildet und neben diesen gewisse andere Producte, durch deren Anhäufung im Innern der Muskel

ermüdet. Die einfache Entfernung derselben durch Ausspritzen mit einer schwachen Kochsalzlösung stellt die Arbeitsfähigkeit für eine Zeitlang wieder her. (J. Ranke.)

Der Unterschied im Verhalten des Muskels im lebenden Körper und ausser Verbindung mit demselben ist der, dass der arbeitsfähige Zustand im lebenden Organismus dauert, während er in dem davon getrennten Muskel eine sehr rasche Grenze findet.

Die Erklärung der Dauer der Arbeitsfähigkeit des Muskels im lebenden Organismus ist nicht die erste, sondern die zweite Frage, die hier zu lösen ist.

Die Dauer ist davon abhängig, dass der Muskel in seiner ursprünglichen Beschaffenheit stets wieder hergestellt, und die Producte, die seine Arbeitsfähigkeit beeinträchtigen, unaufhörlich wieder entfernt werden; aber der Muskel ist eine Zeitlang arbeitsfähig, beim Ausschluss aller Bedingungen seiner Ernährung.

Ein von allem Blute durch Ausspritzen mit schwachem Salzwasser befreites Froschherz vermag 12 und mehr Stunden zu arbeiten, ganz wie im lebenden Körper, und wir können es in diesem Zustande kaum mit etwas Anderem vergleichen, als mit einer gespannten Feder, welche in Bewegung ausgiebt, was sie an Kraft durch ihre Spannung empfangen hat. Die mechanische Spannung beruht auf einer veränderten Lagerung der kleinsten Theile der Feder; die Bewegung hört auf, wenn die ursprüngliche Richtung dieser Theile wieder hergestellt ist. In ganz ähnlicher Weise sehen wir, dass mit den mechanischen Effecten, welche der Muskel äussert, sich die Anordnung seiner inneren Theile ändert, und man kann sich beim Ausschluss aller anderen Ursachen, welche Arbeitsleistungen bedingen, der Ansicht nicht verschliessen, dass die in diesen Theilen vorhandene Bewegung die Quelle der Muskelkraft, ganz ähnlich wie der Wechsel

in der Beschaffenheit des Inhaltes der Hefenzelle die Ursache des Zerfallens des Zuckers ist.

Es ist eine den Physiologen bekannte Thatsache, dass man aus einem Frosche alles Blut durch Ausspritzen mit schwachem Salzwasser entfernen kann, und dass das Thier stundenlang sich bewegt, springt und athmet, wie ein lebendes Thier; im Grunde verhält sich das Thier allerdings nicht anders, wie sein vom Leibe getrennter Schenkel, aber in ihrer Ganzheit ist es eine Erscheinung, die jeden Nicht-physiologen in das grösste Erstaunen versetzen muss.¹¹⁾

Man kann sich wohl kaum anders denken, als dass die in der Bewegung sich äussernde Kraft der höchst zusammengesetzten Thier- und Pflanzenbestandtheile in ihrer Zusammensetzung beruht, und dass diese Kraft zur Wirkung in einer bestimmten Richtung kommt, in Folge ihrer physiologischen Anordnung, oder wenn man will ihrer Gestaltung zu dem Organe im lebenden Körper, dessen Baumaterial sie sind.

11) Ich empfang von meinem Freunde, Professor O. N. Rood in New-York, vor Kurzem einen Brief, in welchem er mir die folgende Thatsache mittheilt: „Professor Agassiz beschäftigt sich seit einiger Zeit mit dem Haifischfang, um gewisse anatomische Verhältnisse dieses Thieres zu studiren, welches, wie Sie wissen, äusserst wild und mit der Angel gefangen mit grosser Kraft und Wuth sich loszureissen kämpft; Agassiz erzählt in seinem Vortrage folgenden Vorfall: Bei einer gewissen Gelegenheit fasste die Angel einen Haifisch, der im Wasser eben so lange und kräftig focht, wie diess in der Regel geschieht; aber an das Land gebracht, zeigte die Dissection, dass der Körper des Thieres beinahe gänzlich blutleer war; die nähere Prüfung ergab, dass seine Kiemen durch einen Parasiten angegriffen und an manchen Stellen durch und durch gefressen waren, so dass beinahe alles Blut des Thieres ausgeflossen und (mit Salzwasser) ausgewaschen war. Agassiz erwähnt diese Thatsache, um den Schluss daran zu knüpfen, dass ein Haifisch seine ganze Kraft ungeschwächt erhalten kann, lange Zeit nach dem Verlust von beinahe seinem ganzen Blut.

Um diess zu verstehen, darf man sich nur daran erinnern, dass die Hefenzelle, wenn sie Gährung bewirkt, einen Theil ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile verliert, welcher die gährungserregende Eigenschaft an sich nicht besitzt, aber wieder empfängt, wenn dieser Bestandtheil zur Herstellung einer neuen Zelle gedient und die ursprüngliche Anordnung wieder erhalten hat.

Es ist nicht leicht, sich eine Vorstellung davon zu machen, ob und in welcher Weise die Wärme in der Arbeitsleistung des Muskels betheilig ist; die Schwierigkeiten würden vielleicht geringer sein, wenn uns die Stoffe, aus denen durch ihren Umsatz die Muskelarbeit entsteht, genauer bekannt wären.

Die unveränderte Zusammensetzung des Syntonins und Eiweisses im Muskel scheint zu beweisen, dass eine Spaltung derselben im Muskel nicht statt hat, und wir müssen demnach voraussetzen, dass es Stoffe von viel höher gesteigerten Spannkräften sind, welche seine Arbeitsleistung bedingen; es können diess Producte sein, die aus dem Albumin unter Mitwirkung des Sauerstoffes entstanden sind und bei ihrer Bildung Wärme in sich aufgenommen haben, wie man diess vom Chlorstickstoff bei seiner Bildung kennt, und die von v. Pettenkofer und Voit beobachtete, im Zustande der Ruhe sich im Körper aufspeichernde Sauerstoffmenge, ohne entsprechende Kohlensäurebildung, dürfte hier vielleicht in Betracht gezogen werden.

Es ist denkbar, dass bei der Spaltung dieser Stoffe die aufgenommene Wärme in ihr mechanisches Aequivalent umgesetzt wird; in diesem Falle müsste eine Wärme-Erzeugung durch Oxydation, möglicherweise von stickstofffreien Stoffen, der Arbeitsleistung vorhergehen, jedenfalls sie begleiten.

Für die Existenz solcher Verbindungen im Muskel spricht vielleicht die Thatsache, dass Frankland die Verbrennungs-

wärme des Kreatins nicht bestimmen konnte, weil es in seinem Rohre stets heftig explodirte, ganz wie manche Cyanverbindungen es thun, wenn sie mit Salpeter oder chloresaurem Kali verbrannt werden. Von dem Cyan wissen wir, dass es bei seiner Bildung eine höchst beträchtliche Menge Wärme absorbirt. Es soll damit nicht entfernt gesagt sein, ob und in welcher Weise das Kreatin an der Muskelarbeit betheilig ist.

Die Beobachtung von Helmholtz, dass die Temperatur des arbeitenden, von dem lebenden Körper getrennten Muskels merklich steigt, führt vielleicht bei genauer Ermittlung der mitwirkenden Bedingungen der Temperaturerhöhung zur Entscheidung dieser Frage.

Das Schwierigste, was vielleicht nie erklärt werden wird, ist der Einfluss der Nerven auf die Muskelarbeit. Der Muskel verhält sich als Apparat der Kraftbewegung offenbar ähnlich wie in den elektrischen Fischen der Apparat zur Electricitätserzeugung.

In diesen Thieren wird freie Electricität durch einen Umsatz in den kleinen Säulen erzeugt, und es scheint stets ein gewisser Vorrath davon vorhanden zu sein, der im Zustande der Ruhe zerstreut in dem Erzeugungsapparat oder zu anderen Zwecken im Thiere verbrauchbar ist; sie wird nicht im Momente des Verbrauches erzeugt.

Von dem Willen des Thieres, vermittelt durch die Nerven, hängt es offenbar ab, eine solche Anordnung in den Theilen seines electrischen Apparates zu gestalten, dass die zerstreute freie Electricität gesammelt und zu Schlägen verbraucht werden kann. Häufige Entladungen ermüden das Thier und es bedarf der Ruhe und Nahrung, um den Vorrath der Electricität zu erneuern.

In ähnlicher Weise scheinen die Nerven im Muskelapparate zu wirken; durch ihren Einfluss empfängt der Umsatz, welcher stetig vor sich geht, eine besondere Rich-

tung in der Art, dass die vorhandene Molecularbewegung in eine Massenbewegung umgesetzt wird ¹²⁾).

Eine tiefer eingehende Erklärung der Vorgänge im Muskel, welche die Zusammenziehung des Muskelementes bedingen, auf welcher sein Arbeitsvermögen beruht, würde auf dem gegenwärtigen Standpunkte unseres Wissens als ein Wagniss angesehen werden müssen.

Wir sind nur darüber nicht in Ungewissheit, dass die Muskelkraft nicht wie die Bewegungskraft in einer Dampf-

12) Nach den mikroskopischen Beobachtungen findet im Muskelement bei seiner Zusammenziehung eine Trübung, beim Rückgang in die ursprüngliche Lage ein Wiederklarwerden statt, und es ist nicht unmöglich, dass das Syntonin (richtiger Myosin, nach Kühne) eine gewisse Rolle bei dieser Erscheinung durch seine chemischen Eigenschaften spielt; ich habe mit dem Namen Syntonin eine besondere Form des Albumins bezeichnet, welche ausschliesslich nur im Muskel vorkommt, von sehr bemerkenswerthen Eigenschaften; es ist ausserordentlich löslich in sehr verdünnten Säuren, sowie in sauren phosphorsauren Alkalien, in verdünnten kaustischen und kohlen-sauren Alkalien, Kalkwasser und Salzen mit alkalischen Basen (Dr. Pelican und Ilisch), und wird aus diesen Lösungen beim Neutralisiren in dicken, durch Wasseraufnahme aufquellenden Flocken gefällt. Es liesse sich denken, dass im Zustande der Arbeit und darauf folgenden Ruhe das im arbeitsfähigen Muskel gelöste Syntonin durch abwechselndes Freiwerden von Alkali und Säure gefällt und wieder gelöst werde, und dass, in einer elastischen Hülle eingeschlossen gedacht, das Syntonin in Folge einer Quellung bei seiner Abscheidung durch Wasseraufnahme einen starken Druck im Innern hervorbringen müsse, der bei seiner Wiederauflösung wieder verschwindet. Es ist diess allerdings eine sehr rohe chemische Vorstellung, die mit der Volum-Abnahme des Muskels bei seiner Zusammenziehung kaum vereinbar ist, aber bemerkenswerth bleibt es immer, dass durch einfache Befeuchtung mit einer schwachen Lösung von saurem phosphorsaurem Kali oder Milchsäure, welche das geronnene Syntonin lösen, eine vollständige Lähmung in einem frischen arbeitsfähigen Muskel sich einstellt. (J. Ranke.) Das electricische Verhalten des Muskels in Ruhe und im Zustande der Arbeit könnte vielleicht zu Aufschlüssen führen.

maschine erzeugt wird, und dass die einfache Annahme, dass sie durch Verbrennung von stickstofffreien oder stickstoffhaltigen Stoffen im Muskel entsteht, uns in diesem so dunklen Gebiete ohne alle Hülfe lässt; sie ist eine Formel ohne Inhalt, die uns mehr verwirrt als nützt.

Ein Bestandtheil des Muskelelements muss, wenn es einen mechanischen Effect hervorbringt, eine chemische Veränderung erleiden, es müssen aus seinen löslichen und beweglichen Bestandtheilen nach und nach neue oder andere Verbindungen gebildet werden, und diess so lange er arbeitsfähig ist. Genauere Untersuchungen werden uns hierüber Aufschluss geben, vorläufig lässt sich mit Bestimmtheit betonen, dass unter diesen Producten sich kein Harnstoff befindet, der weder im lebenden noch in dem vom Leibe getrennten Muskel nachweisbar ist.

Es folgt hieraus von selbst, dass Muskelarbeit und die Erzeugung von Harnstoff in keiner directen Beziehung zu einander stehen, und dass sonach die während eines Tages verrichtete Arbeit durch die an diesem Tage secernirte Harnstoffmenge nicht gemessen werden kann.

Die bewundernswürdigen Beobachtungen von Dr. Parkes lassen, wie ich glaube, über diesen Punkt keinen Zweifel zu; ich betrachte sie als die Grundlage des wahren Gesetzes, nach welchen wir den Muskelumsatz im thierischen Körper zu beurtheilen haben. (Proc. of. the Roy. Soc. Nr. 94. 1867.)

Diese Versuche wurden mit zwei gesunden Soldaten (S. und B.) von ungleichem Körpergewichte angestellt, welche in 16 Tagen in ihrer Nahrung die gleiche Menge Stickstoff zu sich nahmen. Die Nahrung bestand aus Brod, Fleisch, Gemüse u. s. w. in einem solchen Verhältnisse, dass ihr Körpergewicht beinahe genau constant erhalten werden konnte. Diese Versuche zerfielen in fünf Perioden. In der ersten verrichteten die beiden Männer ihre gewöhnliche Arbeit; in der zweiten blieben sie ruhend meistens auf dem

Bette liegend. In der darauf folgenden dritten Periode verrichteten sie ihre gewöhnliche Arbeit, in der vierten, der anstrengenden Arbeit, machten sie am ersten Tage einen Marsch von 24 engl. Meilen auf ebenem Grunde, am zweiten von 35 Meilen. In der fünften Periode verrichteten sie ihre gewöhnliche Arbeit.

Die in diesen fünf Perioden secernirte Harnstoffmenge betrug:

I. Periode. — Gewöhnliche Beschäftigung.

Mittel von 4 Tagen: S. 36,374 — B. 37,134 Grm. Harnstoff.

II. Periode. — Ruhe.

Mittel von 2 Tagen: S. 38,348 — B. 39,100 Grm. Harnstoff.

III. Periode. — Gewöhnliche Beschäftigung.

Mittel von 4 Tagen: S. 36,223 — B. 37,534 Grm. Harnstoff.

IV. Periode. — Anstrengende Arbeit.

Mittel von 2 Tagen: S. 38,643 — B. 40,328 Grm. Harnstoff.

V. Periode. — Gewöhnliche Beschäftigung.

Mittel von 4 Tagen: S. 40,811 — B. 38,909 Grm. Harnstoff.

Diese Resultate setzen, wie ich glaube, auf eine unzweideutige Weise fest, dass die während der Muskelarbeit freigewordenen Stoffverbindungen in letzter Form als Harnstoff austreten, und dass diess vollständig nicht am Arbeitstage, sondern erst später geschieht.

In der zweiten Periode, der Ruhe, *vermehrte* sich bei beiden Individuen die secernirte Harnstoffmenge; sie blieb in der dritten Periode die nämliche wie in der ersten; sie *stieg* in den beiden darauffolgenden anstrengenden Marschtagen beträchtlich und auch in der fünften Periode gewöhnlicher Beschäftigung *war sie immer noch höher*, als in der ersten und dritten Periode.

Damit in Uebereinstimmung fiel das Körpergewicht in der zweiten Periode, stieg in der dritten Periode, fiel am stärksten in der vierten und stellte sich in der fünften Periode wieder her.

Dr. Parkes' Abhandlung über die Ausscheidung des

Stickstoffs in der Ruhe und Arbeit bei stickstoffloser Diät enthält noch eine ganze Anzahl sehr bemerkenswerther Resultate, auf die näher einzugehen hier nicht der Ort ist; nur auf eines glaube ich die Aufmerksamkeit richten zu sollen.

Der Gewichtsverlust beider Individuen war während der anstrengenden Märsche bei gewöhnlicher und stickstofffreier Kost sehr beträchtlich.

Bei S. betrug in dieser Periode die Abnahme seines Körpergewichts 5 Pfd. und 4 Pfd.; bei B. $4\frac{3}{4}$ und $1\frac{1}{2}$ Pfd.; der Grund dieses Gewichtsverlustes kann nicht zweifelhaft sein; durch einen grösseren Sauerstoffverbrauch während der anstrengenden Arbeit konnten beide Individuen Fett von ihrem Körper verloren haben, aber der grösste Theil des Verlustes war offenbar Wasser, und zwar nicht flüssiges Wasser, welches durch Trinken hätte ersetzt werden können, sondern in den Muskeln und Geweben gebundenes Wasser, welches in Folge des Umsatzes oder Schwindens der Muskelsubstanzen seinen Halt verloren hatte; die langsame Wiederherstellung des Körpergewichts und die nothwendige Mitwirkung der Nahrung beweisen, dass die Gebilde, die in ihrem natürlichen Zustande das ausgetretene Wasser zurückgehalten hatten, in ihrer Beschaffenheit verändert worden waren; es dauerte bei S. und B. vier Tage, ehe sie ihr ursprüngliches Gewicht wieder erlangt hatten.

Man hat häufig den thierischen Organismus mit einer Eisenbahnlocomotive verglichen, in welcher durch das Zusammenwirken von Luft, Wasser und Brennmaterial Wärme und Kraft erzeugt wird; in der That sind Luft, Wasser und Speisen, die man im gewissen Sinne als Brennmaterial ansehen kann, nothwendige Bedingungen der Wärme und Krafterzeugung auch im thierischen Körper, sie dienen aber noch zu anderen Zwecken.

Das Eisen und Kupfer, woraus die Maschinentheile der

Locomotive bestehen, werden nicht durch das Brennmaterial zugeführt, und zur Herstellung und Erhaltung dieser Theile wird eine äussere menschliche Kraft, die Kraft von vielen Arbeitern, verbraucht.

Die Verschiedenheit in der thierischen Maschine von der Locomotive ist, dass die Speisen nicht allein nothwendig sind, um ihre Temperatur zu erhalten und Kraft zu erzeugen, sondern dass sie auch das Material liefern, um ihre arbeitsfähigen Maschinentheile oder Organe aufzubauen und im Stande zu erhalten. Auch diess geschieht nicht umsonst. Zum Aufbaue dieser Organe in der richtigen Form und Beschaffenheit, um die ihnen zukommende Arbeit zu verrichten, wird wie zur Bearbeitung des Kupfers und Eisens in der Locomotive ein gewisses Quantum Kraft, allerdings in einer ganz anderen Weise, und zur Erzeugung dieser Arbeitskraft eine gewisse Quantität Stoff verbraucht.

Die Einrichtung der thierischen Maschine ist zuletzt so wunderbar, dass ihre eigenen Theile und Bestandtheile dazu dienen, um ihren Bedarf an Wärme und Kraft auf ihre Kosten zu erzeugen, selbst bei Enthaltung aller Speise.

Von dem ganzen Quantum der im thierischen Körper erzeugbaren Kraft wird ein Theil verbraucht zur inneren Arbeit, und zwar:

- a) zu allen unwillkürlichen Bewegungen: des Blutes, der Athembewegungen etc.;
- b) zur Verarbeitung der Nahrung in die Stoffe, welche zum Aufbau und der Wiederherstellung der Organe, überhaupt aller Körpertheile dienen,

und es kann erst der Rest von Kraft, welcher nach diesen beiden Arbeitsleistungen übrig bleibt, zur äusseren Arbeit verwendbar sein.

Als Arbeitsapparat und Kraftquelle des thierischen Körpers gewinnt die Bekanntschaft mit der chemischen Zusammensetzung des Muskels ein hohes Interesse; wir wissen aber

leider sehr viel weniger davon, wie von seinen morphologischen Verhältnissen.

Wir unterscheiden im Muskel geformte und formlose Bestandtheile; der siebente Theil der trockenen Muskelsubstanz besteht aus löslichen und in der Hitze nicht gerinnbaren Stoffen; es sind diess die sogenannten Extractivstoffe, welche dem zerriebenen Muskel durch kaltes Wasser entzogen werden können.

Harnstoff und Harnsäure kommen im gesunden Muskel nicht vor, nur einmal ist Harnsäure von Meissner im Hühnerfleische in sehr geringer Menge wahrgenommen worden. (In 9 Pfd. Hühnerfleisch einige Milligrammen.)

Die einfache, nie fehlende Gegenwart des Kreatins oder Kreatinins im Muskelfleisch aller höheren Thierklassen kann als ein entschiedener Beweis für die Meinung betrachtet werden, dass beide für die Oekonomie des Muskels nothwendig sind.

Manche Physiologen haben sie als zur Excretion bestimmt angesehen, weil namentlich Kreatinin häufig im Harne vorkommt.

Das Kreatin ist durch sein chemisches Verhalten ein Stoff, dem kein zweiter in der ganzen Chemie an die Seite gestellt werden kann; durch sehr schwache Einwirkungen wie z. B. in einer gährenden Zuckerlösung (s. Seite 409) verwandelt es sich in eine starke alkalische Basis und wieder rückwärts in einen neutralen Körper, lediglich durch Wasserabgabe oder Aufnahme, ohne dass also beim Neutralwerden eine Säure mitwirkt; eine Verbindung von so merkwürdigen Eigenschaften muss für die Vorgänge im Apparat der Kraft-erzeugung eine gewisse Bedeutung haben.

Dass diese Stoffe oder ein Theil davon das System verlassen, darüber kann wohl kein Zweifel bestehen, aber ich glaube, man geht zu weit, aus ihrer Gegenwart im Harn den Schluss zu ziehen, dass sie keinen Theil an den Vorgängen

im Muskel genommen haben. Die organischen Alkalien, zu denen das Kreatinin gehört, sind Verbindungen eigener und sehr fester Art, und Jedermann würde es für unzulässig halten, aus dem Vorkommen des Chinins im Harn den Schluss zu ziehen, dass es ohne Einfluss auf die Vorgänge im Körper ist.

Inosinsäure ist nach den neuesten Beobachtungen von Seekamp ein constanter Bestandtheil des Ochsenfleisches, wahrscheinlich von allem Fleisch ¹³⁾, ebenso Hypoxanthin.

Die an Quantität überwiegenden nicht krystallisirbaren stickstoffreichen Bestandtheile des Muskelfleisches sind ihrer chemischen Natur nach so gut wie unbekannt; zu den stickstofffreien gehört eine Substanz, die sich sehr leicht in Milchsäure umsetzt, vielleicht Zucker (Meissner) oder Inosit, der in grösserer Menge im Herzmuskel vorkommt.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass Myosin oder Syntonin, Eiweiss, Bindegewebe, Nervensubstanz und Phosphate den Muskel nicht ausmachen, sondern dass die anderen verbrennlichen, ihrer chemischen Natur nach so überaus merkwürdigen Materien, als eben so nothwendige Bestandtheile desselben angesehen werden müssen; alle zusammen haben Theil an den Vorgängen des arbeitenden Muskels und müssen als die Bedingungen derselben angesehen werden.

Es ist diess kaum ein Schluss, vielmehr eine Thatsache, die keiner Begründung bedarf, und wenn man die geformten Muskelbestandtheile als die Maschinentheile ansieht, so müssen die anderen beweglichen Muskelsubstanzen als das Arbeitsmaterial gelten.

Von diesem Gesichtspunkte aus erweitert sich, wie ich glaube, unser Verständniss des Ernährungsprocesses, den wir

13) Ich habe vor Kurzem beträchtliche Mengen inosinsauren Baryt, aus Rindfleisch dargestellt, aus Fray Bentos erhalten.

bis jetzt nur nach seinen grössten Umrissen kennen, und die Verschiedenheit desselben in den Fleisch- und Pflanzenfressern tritt klarer hervor.

In den Pflanzen werden die Albuminate erzeugt, welche der Pflanzenfresser zu Muskelfleisch verarbeitet; die Carnivoren leben von dem Fleische des Pflanzenfressers; der Organismus des Fleischfressers ist nicht unfähig, aus Pflanzenalbuminaten Fleisch zu erzeugen, aber er ist für sein Fortbestehen und seine Entwicklung auf die Verarbeitung von Pflanzenalbuminaten in Fleisch von der Natur nicht angewiesen.

Der Organismus des Pflanzenfressers besitzt durch die ihm eigenen Einrichtungen die Fähigkeit, die ihm zur Nahrung dienenden Futterstoffe zu verarbeiten und in Theile seines Leibes überzuführen.

Dem Fleischfresser geht diese Fähigkeit völlig ab, sein Körper ist für die Verarbeitung von vegetabilischen Nahrungsmitteln, so wie sie die Natur darbietet, nicht befähigt.

Es ist unmöglich, ein fleischfressendes Thier mit Erbsen, Korn oder Gras zu ernähren; das Thier frisst diese Stoffe nicht und lässt sich auch nicht daran gewöhnen; seine Fresswerkzeuge sind zum Zerreißen und Verschlingen, nicht zum Verkauen eingerichtet; die ihm zukommende Fleischnahrung bedarf, um assimilirbar zu werden, keiner Kauarbeit.

Es gelingt der Kunst des Menschen, einem dieser Mängel, aber nicht allen, abzuhelfen und manche vegetabilische Nahrungsstoffe auch für Fleischfresser dienlich zu machen, indem er z. B. das Korn in Mehl verwandelt; mit Brod oder Mehl in Form von Brei, Klößen oder Schmarn mit oder ohne Zusatz von Fett können fleischfressende Hausthiere ernährt werden.

Die Ernährung des Fleischfressers mit solchen zubereiteten vegetabilischen Nahrungsmitteln ist immer unvollständig; sie nehmen ein grosses Volumen ein, und sein

Verdauungsapparat ist für die Bewältigung grösserer, für seinen Bedarf ausreichender Massen, in einer gegebenen Zeit, nicht eingerichtet.

Die Ueberführung der Pflanzenalbuminate in Fleisch, in die Apparate seiner Kraft und Wärme-Erzeugung, die Verdauung des Stärkmehls überträgt seinem Körper Arbeitsleistungen, die ihm seine natürliche Nahrung beinahe völlig erspart. Ein grosser Theil von der Summe seiner inneren Kraft geht in der Verarbeitung dieser Stoffe auf; er verliert seine Wildheit und wird seinem Charakter nach dem Pflanzenfresser ähnlich. Als Versuchsobject zur genaueren Ermittlung aller Ernährungsvorgänge ist darum ein Fleischfresser kaum tauglich.

Im Gegensatze hierzu sind die Arbeitsorgane des Pflanzenfressers, sein Kau- und insbesondere sein Verdauungsapparat nicht bloss zur Verkleinerung, sondern auch für die Aufnahme und Verarbeitung sehr viel grösserer Massen von vegetabilischen Futterstoffen eingerichtet; in unseren eigentlich fleischproducirenden Hausthieren geht nahezu die ganze Summe der in ihrem Leibe erzeugbaren Kraft für die innere Arbeit auf; ausser für die Tragung und Bewegung ihres Körpers verrichten sie keine äussere Arbeit; was ihnen durch Zwang an äusserer Arbeit auferlegt wird, geht ihrer inneren, nämlich der Fleischerzeugung ab.

Vergleichen wir das Fleisch mit den Albuminaten, so fällt der Unterschied zwischen beiden sogleich in die Augen.

In 100 Theilen frischem magerem Muskelfleisch (Rind-) sind:

Fett und Fleischmilchsäure	1,18	} 24,12
Syntonin, Fleischalbumin	18,00	
Gewebe, Gefässe und Nerven	1,50	
Verbrennliche, lösliche Materien, Extractivstoffe	2,64	
Lösliche Salze	0,66	
Unlösliche Phosphate	0,14	} 75,88
Wasser	75,88	

Die Pflanzenalbuminate, welche im Leibe des Pflanzensressers zur Erzeugung seines Fleisches dienen, sind chemisch identisch mit dem Syntonin und Eiweiss des Fleisches; weit mehr weichen die Gewebe und Gefässe in ihrer Zusammensetzung von den Albuminaten ab, am stärksten die verbrennlichen löslichen Bestandtheile des Muskels.

Es ist hieraus ersichtlich, dass die Ueberführung der Pflanzenalbuminate in Fleischalbuminate den kleinsten, die Erzeugung der löslichen Bestandtheile des Muskels den grössten Aufwand an innerer Arbeit erheischen, und da diese mit dem Verbräuche an Stoff im Verhältniss steht, so bedürfen sie zur Erhaltung oder Vermehrung ihres Körpergewichtes eine grössere Masse von Albuminaten.

In dem lebenden Organismus kommen die nämlichen mechanischen Gesetze, welche die Arbeit in der unorganischen Natur beherrschen, zur vollen Geltung; und so hat denn die Beschaffenheit des Futters den grössten Einfluss auf die äusseren Arbeitsleistungen der Thiere.

In der Beurtheilung und Anwendung dieser Verhältnisse ist die Kunst wie gewöhnlich der Wissenschaft weit voraus, freilich ohne sie erklären zu können, was die Aufgabe der Kunst allerdings nicht ist.

Der Thierzüchter unterscheidet Kraftfutter vom gewöhnlichen Futter. Zu dem Kraftfutter gehören die Samen der Getreidearten und Leguminosen, welche am reichsten an Pflanzenalbuminaten und Stärkmehl, den leichtverdaulichsten Pflanzennährstoffen sind; sie erfordern weniger innerer Arbeit und sehr viel weniger Zeit zu ihrer Verarbeitung in dem Magen der Thiere und zu ihrer Ueberführung in den Kreislauf, als die Nährstoffe im Gras und Heu, und man versteht, welchen mächtigen Einfluss der Zusatz von Hafer zum Heu auf die Energie des Pferdes, der Bohnen und Erbsen auf die Fleischerzeugung beim Rindvieh und Schwein ausüben muss.

Was an innerer Arbeit dem Thiere in der einen Richtung erspart wird, wächst dem Thiere in einer anderen Richtung zu.

Ganz dieselben Gesetze gelten für den Menschen, der die Eigenthümlichkeiten der pflanzen- und fleischfressenden Thiere in sich vereinigt.

Es gibt grosse Gesellschaftsclassen, ganze Völkerschaften, welche ausschliesslich von vegetabilischer Nahrung leben und die volle Arbeitsfähigkeit der Arbeitsthierc besitzen; aber der Mensch kann, im Grossen Ganzen genommen, zu höheren, namentlich zu energischeren Arbeitsleistungen das Fleisch, eine viel höher potenzierte Nahrung, nicht entbehren.

Im besonderen Grade gilt diess für die Arbeiten des Gehirns oder die geistige Arbeit, welche das Thier nicht zu verrichten hat, und die einen eben so grossen, vielleicht noch grösseren Aufwand an innerer Kraft erheischen, als die mechanische Arbeit durch die Glieder. Zu ihrer Unterhaltung ist dem Menschen eine künstlich zubereitete Nahrung von besonderem Nutzen und Jedermann weiss, dass wenn seine Verdauungsorgane in Conflict mit seinen Speisen kommen, dass die geistige und körperliche Arbeit dadurch leidet. Die Nahrung muss so beschaffen sein, dass man die Verdauungs- und gewisse innere Arbeiten nicht empfindet. Die einfache Verminderung des Schlafes in Folge von schwer verdaulicher Nahrung bringt in dieser Beziehung einen Unterschied hervor.

Man versteht ferner, dass für einen Carnivoren, zwei Gewichtstheile Albuminate in Form von Brod genossen nicht äquivalent sein können von zwei Gewichtstheilen Albuminaten in seiner Fleischnahrung; in letzterer empfängt er nicht nur die Albuminate in concentrirter, für den Umfang und die Leistungsfähigkeit seiner Verdauungsorgane passendsten Form, sondern er empfängt auch in dem Fleisch alle Bestandtheile seines Muskelsaftes; für den Fleischfresser bedarf das genossene

Fleisch eines Minimums von innerer Arbeit, um dessen Bestandtheile rückwärts wieder in seinen arbeitleistenden Muskelapparat überzuführen und für die anderen Bedürfnisse seines Körpers dienlich zu machen.

Die Umwandlung von einem Theile der Pflanzenalbuminate in die löslichen Muskelsubstanzen würde in seinem Körper eine gewisse Arbeit erheischen, die ihm durch deren Zufuhr im Fleische so gut wie vollständig erspart wird.¹⁴⁾

Beim Braten und Kochen des Fleisches gerinnen die Fleischalbuminate, die löslichen Muskelbestandtheile treten in die Flüssigkeit über, die im gebratenen Fleische wie in einem Schwamme nahe vollständig, im gekochten in kleinerem Verhältnisse enthalten sind; die Physiologen haben die bemerkenswerthe Beobachtung gemacht, dass die durch die Hitze geronnenen Fleischalbuminate durch Kauen gehörig zertheilt noch löslicher oder, wie man sagt, noch verdaulicher sind, als im rohen Zustande; die rohen und gekochten Albuminate werden im Magen in einerlei Producte (Peptone) übergeführt, und die allgemeinste Erfahrung gibt zu erkennen, dass das gebratene Fleisch oder das gekochte, mit der Brühe

14) Hieraus erklärt sich vielleicht eine von Bischoff und Voit am Hunde beobachtete auffallende Thatsache in Beziehung auf die Zunahme am Körpergewichte bei Fleischnahrung, die in gleichem Grade beim Pflanzenfresser nicht vorkommt.

Ein durch Brodfütterung herabgekommener Hund von 34 Kilogramm Gewicht nahm bei Fütterung mit 1800 Grm. reinem Fleisch am ersten Tage um 600 Grm. Gewicht zu. Ein ganzes Drittel des genossenen Fleisches blieb in seinem Körper und vermehrte sein Körpergewicht um $\frac{1}{68}$.

Bei der Mästung des Rindviehes dagegen gilt als Regel, dass für die Zunahme an Körpergewicht um 1 Pfund (= 125 Grm. trocken gedacht) die vier- bis sechsfache Menge von Albuminaten im Futter gereicht werden muss; ein ziemlich sicheres Anzeichen, wieviel mehr Arbeit und Material für die Fleischerzeugung der Pflanzenfresser verbraucht.

genossen, den gleichen Ernährungswerth besitzen, der dem rohem Fleische angehört, welches der Fleischfresser genießt, und dass mithin den löslichen Muskelbestandtheilen im gekochten Fleische die nämlichen Wirkungen im menschlichen Körper zukommen müssen, die sie in dem Organismus des Fleischfressers äussern.

Von allen Organen im Körper sind die Verdauungswerkzeuge die umfangreichsten; sie [haben nach dem Herzen und den Athem-Muskeln vorübergehend die stärkste innere Arbeit zu verrichten. Ein bedeutend entwickelter Muskelapparat arbeitet stundenlang, um die verhältnissmässig schweren Massen der Speisen in Bewegung zu setzen und die Mischung aller ihrer Theile mit dem secernirten Magensaft zu vermitteln, und es ist leicht verständlich, dass die Kraft, welche diese Muskeln verbrauchen, vorzugsweise den Muskeln der willkürlichen Bewegung abgehen muss; daher denn die äussere Ruhe eine der Bedingungen einer kräftigeren Verdauung.¹⁵⁾

Der Einfluss schwerverdaulicher Nahrungsmittel oder einer Störung der Verdauung auf die Thätigkeit aller übrigen Organe im Körper, auf die mechanische Arbeit der Glieder, die Gehirnarbeit, den Schlaf ist bekannt genug. Es ist einleuchtend, dass schwer verdauliche Nahrungsmittel eine längere, leicht verdauliche eine kürzere Zeit für ihre Verdauung erheischen und dass die Zeit im Verhältniss zur Arbeitsleistung stehen muss; je kürzer die Zeit der Verdauung ist, je mehr

15) Der Einfluss verschiedener arbeitender Apparate auf einander ist leichter verständlich, wenn man sich an die Vorgänge in einer industriellen Werkstätte erinnert, in welcher durch einen einzigen Dampfkessel, d. h. durch die vorhandene verfügbare Kraft, mehrere Maschinen z. B. ein Walzwerk und ein Hammer im Gange erhalten werden sollen. Wenn das Walzwerk in voller Thätigkeit ist, leistet der Hammer nur geringe Dienste, und wenn der Hammer arbeitet, lassen sich nur schwache Bleche walzen.

wird erspart an Kraft, welche selbstverständlich den übrigen Organen zuwächst. Von diesem Gesichtspunkte aus, der Ersparung der Arbeitskraft, gewinnt die Kunst der Zubereitung der Speisen für die Menschen sowohl, wie für die Thiere eine hohe Bedeutung.

„Die Suppen und der Brei“, sagt Hippocrates, „sind erfunden worden, weil die Erfahrung die Menschen belehrte, dass die Speisen, welche sich für den Gesunden eignen, für den Kranken nicht dienlich sind.“

Ich habe bereits den bemerkenswerthen Erfolg erwähnt, den man durch die einfache mechanische Zertheilung gewisser vegetabilischer Nahrungsmittel, für ihre Verdauung im Körper des Fleischfressers erzielt; sie erspart ihm die Kauarbeit und erhöht ihre Verdaulichkeit; es ist wahrscheinlich, dass durch Kochen des Mehls zu Brei, durch die Ueberführung des Stärkmehls in Dextrin und Zucker und geeignete Zusätze ihr Nährwerth für ein solches Thier noch verstärkt werden könnte.

Für den Menschen im Besonderen ist die richtige Wahl und Zubereitung seiner Speisen zur Entfaltung und Aeusserung aller seiner Kräfte von hoher Wichtigkeit.

Man kann das Brod, welches den Menschen erhält, mit dem Heu im gewissen Sinne vergleichen, womit man ein Pferd ernährt; aber mit Heu allein, lassen sich nicht alle Fähigkeiten des Pferdes zur vollen Entwicklung bringen.

Man darf nur den Brod und Kartoffel essenden deutschen mit dem Fleisch verzehrenden englischen und amerikanischen Arbeiter in ihren Arbeitsleistungen vergleichen, um sogleich zur Klarheit darüber zu kommen, in welchem Grade die Natur der Speisen bei den letzteren, z. B. der Fleischgenuss, die Grösse, Energie und Ausdauer der Arbeit steigert; oder den englischen Staatsmann, der in einer fünf- und mehrstündigen Rede in einer Kammerdebatte seine Ansichten erläutert und die seiner Gegner bekämpft, der in seinem

60. Jahre seine volle Jugendkraft in den anstrengendsten Jagden bewährt, mit dem deutschen Gelehrten, der in demselben Alter den Rest seiner Kräfte sparsam zusammenhält, um noch leistungsfähig zu sein, und den ein Spaziergang von ein paar Stunden erschöpft.¹⁶⁾

Für grosse dauernde geistige und körperliche Arbeitsleistungen gehören nicht bloss gute Verdauungswerkzeuge, sie sind eben so sehr bedingt durch die richtige Wahl der Speisen, welche so beschaffen sein müssen, dass sie, um zu

16) Am hohen Goldberg in der Rauris arbeiten die Bergleute in einer Höhe von 7500 Fuss über dem Meere und es können nur vollkommen gesunde, kräftige Männer den Berggang ertragen. Als Regel gilt, dass bei einem Lebensalter von rund 40 und einer Dienstzeit von 20 Jahren der Rauriser Knappe nicht mehr fähig ist, den Berggang auszuhalten.

Am Rathhausberg bei Böckstein liegt das Berghaus Hieronymus, 6064 Fuss, jenes bei Kristof 6700 Fuss hoch, das eine 1436, das andere 800 Fuss niedriger, als in der Rauris, und in diesen Höhen wird der Bergmann erst in einem Alter von rund 50 und einer Dienstzeit von 30 Jahren arbeitsunfähig. Athmungsbeschwerden und daraus hervorgehende Krafterlahmung, vornehmlich in den Füßen, zwingen den Bergmann, den Dienst als untauglich hierzu aufzugeben. Der Einfluss der Höhe auf den körperlichen Zustand eines arbeitenden Mannes ist in diesen unbezweifelbaren Thatsachen bemerklich genug, und daraus erklärlich, dass mit der Abnahme des Luftdruckes, zu der täglichen Arbeitsleistung durch die Glieder, eine dauernd gesteigerte Arbeit der Athemmuskeln für die Athmung und des Herzens für den Blutkreislauf hinzukommt, welche den Körper früher aufreibt.

Auf die Arbeit selbst hat die Qualität der Nahrung dieser Bergleute einen ganz entschiedenen Einfluss; denn während der Arbeiter am Rathhausberg mit Waizenmehl, Brod, Rindschmalz und Milch auskommt, muss der Arbeiter in der Rauris, in einer 1500 Fuss höheren Region, mitten in den Gletschern, um überhaupt arbeitsfähig zu sein, noch dazu 0,7 Pfd. (392 Grm.) Fleisch und $\frac{1}{4}$ Pfd. Bohnen verzehren, was eine weitaus ungenügende Ration ist, um ihn über sein vierzigstes Jahr hinaus, im kräftigsten Mannesalter, arbeitsfähig zu erhalten (s. Chem. Briefe, II. Bd., S. 484).

ihrer vollen Wirkung in dem Körper des Arbeitenden zu gelangen, den kleinsten Bruchtheil seiner verfügbaren Kraft in Anspruch nehmen, so dass ein um so grösserer Rest zur vollen freien Verfügung des Individuums verwendbar bleibt.

Auf die Bekanntschaft mit dem Verhältnisse der richtigen Ernährung zu den Arbeitsleistungen kommt es denn doch bei dem Menschen vorzugsweise an. Wir müssen uns nach ganz anderen Factoren zur Beurtheilung dieser Verhältnisse umsehen, seitdem wir den Harnstoff als Mass der Arbeit, und wie die Versuche von Dr. Parkes beweisen, auch als ausschliessliches Mass für die Zu- und Abnahme des ruhenden und arbeitenden Körpers leider verloren haben.

Die Leistungen der Kunst, die sich mit der Zubereitung der Speisen beschäftigt, sind in Beziehung auf die Ersparung der Kraft und die Steigerung der Wirkungen der Speisen, in der Zeit, wahrhaft bewundernswürdig. Durch den Einfluss der Siedehitze wird, wie erwähnt, die Verdauungsfähigkeit der Hauptbestandtheile der Nahrung eher erhöht als vermindert; das Braten und Kochen, das lange und schwache Sieden bei der Zubereitung der verschiedenen Fleischsorten von Säugethieren, Fischen und Geflügel, die Wahl der Gemüse und Saucen, welche den einzelnen Gerichten beigegeben werden; alles ist wie berechnet für den Zweck der Zertheilung, der Ergänzung und Verstärkung ihrer wirkenden Bestandtheile und Verkürzung der Zeit der Verdauungsarbeit oder der leichteren Verdauung. Der Zucker und Milchzucker machen bei dem Kinde schon einen Unterschied und geben beiden einen Vorzug vor dem Stärkemehl.

Der erfahrene Koch legt den höchsten Werth als Zusatz zu seinen Producten auf die löslichen Bestandtheile des Muskels der Säugethiere, das Arbeitsmaterial des Muskels; aus den Fleischabfällen der Küche bereitet er sich einen

Extract im Vorrath, dessen Name Stock, den der englische Koch diesem Extracte in dem Sinne von „Bereicherung“ oder „Grundlage“ gibt, die hohe Bedeutung hinlänglich bezeichnet, die er ihm als Bestandtheil und Zusatz zu seinen Speisen beilegt.

Es ist völlig unverständlich, dass der Werth der Extractivstoffe des Fleisches für die Diätetik nicht längst erkannt und als völlig festgestellt betrachtet wird und über ihre Bedeutung für den Menschen, selbst bei Aerzten, noch Zweifel herrschen, während die Bekanntschaft mit der Wirkung dieser Stoffe in der Form von Fleischbrühe und Suppen zur Hebung der Kräfte des Genesenden nicht nach Jahrhunderten, sondern seit Hippocrates Zeiten bemessen werden muss.

Es ist klar, dass diese Stoffe in der Form von Suppen oder Saucen, überhaupt als Zusatz zur vegetabilischen Nahrung, im Körper des Menschen dieselbe Wirkung besitzen müssen, die ihnen, im Fleische genossen, zukommt.

In Beziehung auf die Wahl der Speisen, entsprechend den Bedürfnissen des Menschen, ist der Instinct, geleitet durch den Wächter der Gesundheit, den Geschmack, ein untrüglicher Führer; er kann wohl vorübergehend, aber auf die Dauer nicht getäuscht werden. Wie mit Fracturschrift steht das Naturgesetz neben den Eingängen der Münchener Bierkeller in der unvermeidlichen, nie fehlenden Käsbude geschrieben. Der Bierconsument genießt sein Respirationsmaterial in Form von Bier, und den zur Blutbildung und Krafterzeugung unentbehrlichen Stoff in der Form von Käse, und da das Bier seiner Respirationsarbeit leichter dient, als das Fett, so hasst er das Fett und erklärt es für ungesund; er isst beim Bier seinen Käse ohne Butter.

Die Extractivstoffe des Fleisches treten, in den Speisen zugeführt, als wahre Nährstoffe für ihre identischen, aus den Albuminaten zu erzeugenden Producte ein. Die einfachsten

Beobachtungen dürften sehr bald über diese Wirkung jeden Zweifel beseitigen.

Die Versuche von Bischoff und Voit haben die Thatsache festgestellt, dass dem Leim in Verbindung mit Fleisch ein beträchtlicher Nährwerth ($\frac{1}{4}$ des Eiweisses) zukommt, so zwar, dass ein Hund von 36 Kilogramm., der bei Ernährung mit 500 Grm. Fleisch allein, in 4 Tagen um 1 Pfd. an seinem Körpergewichte verlor, bei Zusatz von 200 Grm. Leim zu derselben Menge Fleisch in 3 Tagen dagegen um 134 Grm. an Körperfleisch zunahm.

Nach allen unseren Kenntnissen von der Natur des Leims und seiner Zusammensetzung lässt sich dieses Nährvermögen nicht daraus erklären, dass der Leim oder ein Theil davon zu Eiweiss wird und die genossene Menge Eiweiss dadurch vermehrt; sondern weil er die Stelle von gewissen, dem Organismus nöthigen Producten vertritt, welche gleichfalls und leichter im Körper aus dem Leime erzeugbar sind, als aus Eiweiss, und dass er dem Thiere in Folge hiervon an Arbeit und eine gewisse Menge für andere Zwecke verwendbares Eiweiss erspart.

Ein Hund kann mit gekochtem Brei von ganzem Korn bei Zugabe von Knochen vollständig und nahezu eben so gut, wie mit Fleisch allein, ernährt werden.

Ich glaube, dass der Mangel an Verständniss der Ernährungs- und diätischen Gesetze auf zwei irrige Vorstellungen zurückgeführt werden muss; die eine ist, dass man bei Versuchen über Ernährung *ein* Thier als den Repräsentanten *aller* Thiere häufig angesehen und sich berechtigt geglaubt hat, aus dem Resultate solcher Versuche mit diesem einen Thier Folgerungen für den Ernährungsprocess im Allgemeinen, von dem des Fleischfressers z. B. auf das Verhalten des Pflanzenfressers zu ziehen, und von der Wirkung, welche die vegetabilische Nahrung im Körper des Fleischfressers

hat, rückwärts Schlüsse auf den Ernährungswerth des Fleisches und umgekehrt zu machen.

Der ungleiche Kraftverbrauch in Individuen verschiedener Thierclassen oder die Erzeugung von Kraft zur Verrichtung von inneren und äusseren Arbeiten kommt bei vielen Physiologen weiter nicht in Betracht; für manche sogar ist der Thierkörper nichts anderes, als eine Maschine, welche Eiweiss in Harnstoff umsetzt.

Ein zweiter eben so grosser Irrthum liegt darin, dass manche Physiologen dem Eiweiss eine Wirkung zuschreiben, die ihm, seiner Natur nach, gar nicht zukommt.

Das Eiweiss ist nichts anderes für den Thierkörper, als was Kohlensäure, Wasser und Ammoniak für die Pflanzen sind, und so ist denn sein Werth hoch genug. Neben der Bedeutung, welche das Wasser für die Pflanze hat, indem es ihr den Wasserstoff liefert, besitzt es noch einen anderen chemischen Werth für die Pflanze, welcher darin besteht, dass das Wasser die Aufnahme der Kohlensäure und die Zufuhr der mineralischen Nährstoffe vermittelt; eben so hat die Kohlensäure, welche den Kohlenstoff liefert, den besonderen Werth, dass sie gewisse Nährstoffe, welche das Wasser nicht löst, löslich macht; und ähnliche Eigenschaften besitzt denn auch das Eiweiss, aber besondere Wirkungen kommen dem Eiweiss nicht zu, und es ist ein Fehler im Verständniss der Natur des Eiweisses, wenn man glaubt, mit dem Eiweissbegriff physiologische Erscheinungen erklären zu können. Das Eiweiss wirkt nur durch die Dinge, die daraus erzeugt werden, und so ist es mir so gut wie unmöglich, mich in die modernen Begriffe von Organ-Eiweiss und circulirendem Eiweiss hineinzufinden, die denn doch einerlei Ding sind; sie verwirren mich zuletzt in dem Grade, dass ich, um einen trivialen Ausdruck zu gebrauchen, Rechts von Links nicht mehr zu unterscheiden weiss.

Alle verbrennlichen geformten Bestandtheile des thierischen

Leibes sind veränderte Eiweissatome, ganz so, wie die Bestandtheile des Pflanzenleibes veränderte Kohlensäureatome sind, und es ist ganz gewiss, dass die meisten im Thierleibe aus dem Eiweiss entstandenen Producte, als Nahrung genossen, sich in dem Processe der Ernährung und Krafterzeugung und in besonderen Vorgängen jedes in eigener Weise zu vertreten vermögen, wie diess vom Zucker und allen Fetten und ihren Derivaten, dem Alkohol u. s. w. in dem Processe der Wärme-Erzeugung geschieht. Die beschränkten Begriffe von Nahrungsmitteln, die auf der Beobachtung der Vorgänge in dem Körper der Pflanzen- und Fleischfresser beruhen, müssen für den Menschen erweitert werden.

Da man unter „Verdauung“ im chemischen Sinne nichts Anderes verstehen kann, als den Process der Umsetzung der Colloide in der Nahrung (zu denen das Albumin, der Käsestoff, der Leim, Stärkmehl und Gummi u. s. w. gehören) in einen diffundirbaren Zustand, so begreift man, dass die in der Nahrung genossenen Bestandtheile des Muskelsaftes ihrer Hauptmasse nach keiner Verdauung bedürfen, und dass sie, in der Fleischnahrung und für sich genossen, zuerst und lange vorher, ehe das Eiweiss löslich im Magen geworden ist, in den Kreislauf übergehen und die ihnen zukommende Wirkung äussern; sie gehören zu den normalen Bestandtheilen des Fleisches und müssen als hochpotenzirte wahre Nahrungsmittel angesehen werden, nicht, wie ich ausdrücklich wiederhole, in der Bedeutung, welche das Eiweiss als Nährstoff besitzt, sondern in einer viel höheren; es ist unmöglich, mit diesen Stoffen das Eiweiss in seinen Functionen zu vertreten, aber es kommt ihnen eine Wirksamkeit zu ohne von Eiweiss begleitet zu sein; es sind Arbeit ersparende und in gewisser Richtung Kraft erhöhende Nährstoffe.

In gleicher Weise muss der Leim zu den Eiweiss ersparenden Nährstoffen gerechnet werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus studirt, werden wir, wie

zu hoffen ist, eine ganz andere Einsicht von der Wirkung vieler Genussmittel zu erwarten haben, und selbst die Wirkung mancher Arzneimittel wird durch die Erweiterung des Ernährungsbegriffes erklärbar werden.

Ich halte es für ganz unbezweifelbar, dass der Pflanzenkost durch Zusatz der Extractivstoffe des Fleisches der gleiche Wirkungswerth auf den menschlichen Körper verliehen werden kann, den die Fleischkost auf letzteren hat, natürlich nur in der Voraussetzung, dass sich in der Pflanzenmehrung genügende Mengen verdaulicher Albuminate befinden. Sicher ist das Fleischextract das einzige uns zu Gebote stehende Mittel, um beim Menschen den Mangel an Fleisch bei Pflanzennahrung auszugleichen.¹⁷⁾ Ueber Dinge

17) Versuche, welche Dr. E. Bischoff auf meine Veranlassung vornahm, durch Zusatz von Fleischextract zu Brod dessen Ernährungs- und Aufnahmefähigkeit bei einem Hunde zu steigern, haben, wie sich durch richtigere Beurtheilung bereits bekannter Thatsachen hätte voraussehen lassen, keinen Erfolg gehabt; sie scheiterten an der Natur des Carnivoren. Das Thier konnte die für seinen Bedarf zur Erhaltung seines Körpergewichts erforderliche Menge der vegetabilischen Nahrung nicht fressen und das gefressene Stärkmehl nicht vollständig genug verdauen.

In den Versuchen von Bischoff und Voit (S. 210) ergab sich, dass ein 34 Kilogramm schwerer Hund 40 Tage lang mit Brod, so viel er fressen konnte, ernährt, täglich nicht mehr als 771 Grm. Brod frass, und nur $\frac{7}{8}$ davon, nämlich 676 Grm. Brod, verdauen konnte, der Rest ging in den Koth, in welchem unverdautes Stärkmehl nachweisbar war.

In den assimilirten 676 Grm. Brod berechnen sich:

<i>Brodalbuminat</i>	<i>Stärkmehl</i>
55 $\frac{1}{3}$ Grm.	299 Grm.

Rechnet man das Stärkmehl in sein Aequivalent Fett (24 Stärkmehl = 10 Fett) um, und nimmt man an, der Zusatz von Fleischextract habe das Brodalbuminat geradeauf in Fleisch verwandelt, so würde der Hund empfangen haben:

<i>in Form von Fleisch</i>	<i>von Fett</i>
257 Grm.	125 Grm.

dieser Art lässt sich nicht streiten, ihr diätetischer Werth muss an Menschen, nicht an Hunden der Prüfung unterworfen werden.

Es ist schon Recht, dass man das Einzelne erforscht, um das Ganze in seinem Werden und Wirken zu begreifen, aber um das Einzelne richtig zu interpretiren, muss man ein klares Bild vom Ganzen in seiner vielseitigen Erscheinung und Begrenzung haben.

Ich weiss so ziemlich die Bedeutung von Experimenten und Thatsachen zu schätzen und wie ungleich an Werth sie für Schlüsse sind. Die einfache Beobachtung einer Natur-

Diese Ration ist für einen Hund von 34 Kilogramm nicht genügend, um sein Körpergewicht zu erhalten; das Thier bleibt im Zustande der Verhungerung; die Erhaltung seines Körpergewichts wäre nur dann zu erwarten gewesen, wenn zu der assimilirten Stärkemenge die vierfache Menge an Pflanzenalbuminaten, z. B. in Form von Kleber zugesetzt worden wäre, oder wenn auf die verzehrte Menge Brodalbuminat es dem Hunde möglich gewesen wäre, die doppelte Menge Stärkmehl zu verdauen; er konnte aber die einfache Menge nicht bewältigen.

Nimmt man an, dass der mit Brod ernährte Hund eben so viel Stickstoff als Darmsecret im Kothe abgibt, als der mit Fleisch gefütterte und bringt diesen Stickstoff in Rechnung, so ergibt sich, dass der Hund das Brodalbuminat bis auf $6\frac{1}{2}$ pC. verdaute.

Vergleicht man die Ration rein vegetabilischer Nahrungsmittel, welche einen Menschen vollkommen arbeitsfähig erhält, mit der, welche ein Hund bewältigen kann, so fällt der Unterschied in dem Verdauungsvermögen beider sogleich in die Augen. Ein Holzknecht (Reichenhall) empfängt von seinem Herrn, wenn er am Montag nach dem Frühstück in den Berg geht, 3,4 Zollpfund Schmalz, 7,8 Pfd. Mehl und 4,5 Pfd. Brod; er kommt Samstags Abend nach Hause und isst zu Hause zu Nacht. Die angegebene Nahrung muss also für fünf volle Tage reichen; sie entspricht — das Stärkmehl in Fett und das Brod in Fleisch umgerechnet — 100 Mehl = 140 Pfd. Brod, worin 8 pC. Albuminate; pro Tag:

Fleisch
540 Grm.

Fett
626 Grm.

erscheinung, die ohne unser Zuthun sich gestaltet, ist sehr viel wichtiger, häufig viel schwieriger als die Vorgänge, welche im Experiment unser Wille hervorbringt; in der ersteren spiegelt sich immer die Wirklichkeit, in dem Experimente die Unvollkommenheit unserer Begriffe ab.

Ich erinnere mich, vor Jahren auf einem Spaziergange auf dem Wege von Berchtesgaden an den Königssee durch eine sehr einfache Beobachtung zum Abschluss über den Ursprung des Kohlenstoffs in den Pflanzen gelangt zu sein. Ueber die Quelle desselben herrschte damals eine grosse Verwirrung, und es war schwer, über den Humus hinauszukommen. An dem erwähnten Wege ist der Beweiss, dass der Kohlenstoff der Pflanze nur von Kohlensäure stammen

Nimmt man das Gewicht des Holzknechtes rund zu dem doppelten Gewichte des Hundes = 68 Kilogramm. an, so empfängt er demnach in seiner Mehl- und Fettnahrung nahe dieselbe Menge Fleisch, wie der Hund, aber $2\frac{1}{4}$ mal so viel Respirationsmaterial, und diess ist es, was dem Hunde fehlte und was sein Körper zuschiessen musste. Auf eigene Rechnung kauft sich der Holzknecht noch 1 Massl gedörrtes Obst, sicherlich nicht einer Leckerei wegen, denn er vermehrt damit in seiner Speise das Quantum der arbeitenden Alkalien; die Holz-knechte arbeiten andauernd, aber nicht rasch, sind kräftig dabei und muskulös gut entwickelt

Versuche mit Hunden sind, wie man leicht einsieht, für die Beurtheilung des Nährwerthes der vegetabilischen Nahrungsmittel ohne allen praktischen Werth, und eben so wenig lässt sich die Bedeutung des Fleischextractes für die Verbesserung der Pflanzennahrung an Carnivoren erproben, denn wir haben bei ihnen kein Mass für ihre Arbeitsfähigkeit. Auf die Energie der Arbeit des Holzknechts würde die Zugabe des Fleischextractes zu seiner Mehlernahrung einen ganz anderen Einfluss geäussert haben.

Der angegebene Speiseverbrauch der Holz-knechte im bayerischen Gebirg, der mir aus den zuverlässigsten Quellen zugekommen ist, widerlegt die sehr verbreitete Meinung, dass diese Leute bei einer Diät, welche vorzugsweise aus Zucker und Speck besteht, anstrengender Arbeitsleistungen fähig sind. Meinungen dieser Art sind wissenschaftlich der Beachtung nicht würdig.

kann, von der Natur selbst gegeben. Man sieht dort von dem umgebenden Gebirge herabgestürzte Felsstücke mit Bäumen von 30 bis 40 Fuss Höhe bewachsen, deren Wurzeln in die feinen Felsenspalten eingeklammert, nur mit Moos und kaum mit einer ein paar Linien hohen Schicht Erde bedeckt sind, die sich durch den Staub darauf angesammelt hat. Von einer Zufuhr von Kohlenstoff durch Humus konnte bei dieser Vegetation keine Rede sein.

An Thatsachen ähnlicher Art, in welchen sich die Ernährungsgesetze offenbaren, fehlt es nicht; man muss nur den guten Willen, sie zu sehen, haben.

Es scheint mir beinahe undenkbar zu sein, dass der hohe Werth, den die französische Familie auf ihren Pot-au-feu legt, auf einer blossen Einbildung beruht; dass einer der ausgezeichneten Militärärzte in der französischen Armee, Dr. Baudens (s. Une mission médicale dans la Crimé. Revue de deux mondes, Tom. VII, 1857), es wagen würde, zu sagen: „La soupe fait le soldat“, wenn er nicht die volle Ueberzeugung von der hohen Wirksamkeit der Fleischbrühsuppe mit den nöthigen vegetabilischen Zugaben hätte, die der französische Soldat häufig dem Fleische vorzieht.

Kann man im Ernste glauben, dass das enthusiastische Lob, welches zwei der berühmtesten Mitglieder des französischen Instituts dem Fleischextracte als Stärkungsmittel für die verwundeten Soldaten im Felde, 36 Jahre vorher, ehe das Fleischextract ein Handelsartikel war, gezollt haben, auf Einbildung beruhe, und dass der Ausspruch dieser beiden Männer, von denen der eine, Parmentier, Generalinspector des französischen Medicinalwesens, von dem Ende des siebenjährigen Krieges an alle Revolutionskriege, der andere, Proust, den ganzen spanischen Krieg mitgemacht hatte, nicht auf eine umfassende Erfahrung sich stütze?

Die tägliche Erfahrung gibt zu erkennen, dass eine Abkochung von Erbsen mit Wasser, Fett und Kochsalz im

Ernährungswerthe nicht gleich ist einer mit kräftiger Fleischbrühe bereiteten Erbsensuppe; die Wirkung beider auf den Menschen, der sie genießt, in Beziehung auf Empfindung und Arbeitsleistungen ist sehr verschieden und weitaus zu Gunsten der mit Fleischbrühe bereiteten Suppe. Und doch sind es nur die extractiven, nicht die Eiweissbestandtheile des Fleisches, welche diesen Unterschied begründen.

Seit meiner Untersuchung des Fleisches i. J. 1847 habe ich mich unablässig bemüht, 16 Jahre ohne allen Erfolg und ohne irgendeinen Gedanken, einen persönlichen Nutzen davon zu ziehen, den Fleischüberfluss Südamerikas und der Colonien in der Form von Fleischextract für die europäischen Bevölkerungen nutzbar zu machen, und es ist denn doch eine höchst sonderbare Erscheinung, dass jetzt, wo meine Wünsche sich verwirklicht haben, und nicht während der 20 vorangegangenen Jahre, die Wirkung der Fleischbrühe, von manchen Aerzten sogar in Frage gestellt und bestritten wird, wie wenn es ein neues, nie dagewesenes Ding wäre. Aber es gibt immer Menschen, die es nicht verzeihen können, wenn ein Anderer der Menschheit etwas Gutes erzeugt, und die es ganz in der Ordnung finden, dass der, welcher es bietet, gestraft, und dass es dem Empfänger verleidet werden muss.

Es ist dies freilich eine alte Erfahrung. „An mir“, sagt Göthe (s. Eckermann, Gespräche mit Göthe, Bd. I, S. 76), „sollte sich das Wort eines Weisen bewähren, dass wenn man der Welt etwas zu Liebe gethan, so wisse sie schon dafür zu sorgen, dass man es nicht zum zweiten Male thue.“

Um die Suppentafeln (tablettes de bouillon), die seit einem halben Jahrhundert im Handel sind und Fleischextract sein sollten, aber nur aus Leim bestehen, hat sich niemals ein Arzt bekümmert.

Der Fortschritt in der Ernährungslehre, in der Patho-

logie und Therapie scheint mir zunächst von der Bekanntschaft und der Anwendung der Grundgesetze der Mechanik abhängig zu sein, welche die Bewegung und Arbeit in der ganzen Natur und so auch im thierischen Organismus beherrschen.

Das grösste Hinderniss für die Beurtheilung und Einsicht in die Thätigkeiten der thierischen Maschine ist die stete Verwechslung der physiologischen Empfindung von Kraft mit der wirklichen Kraft.

Einer der ausgezeichnetsten Forscher im Gebiete der Medicin meint, „dass die genossene Nahrung schon viel früher stärkt und kräftigt, ehe die eigentliche Verdauung wirklich vor sich gegangen ist, und dass eine sehr geringe Aufnahme von Stoffen in das Blut allein schon einen genügenden Reiz gebe, um die Ermüdungszustände zu überwinden und zu mildern; daraus erkläre es sich, dass ein Trunk frischen kalten Wassers, ein Schluck Wein, Bier oder Schnaps vorübergehend als ein eben so kräftiges, ja sogar als ein kräftigeres Mittel erscheint, wie ein Stück Rindsbraten.“

Richtig ist, dass schon der Geruch des Bratens die Ermüdung vergessen macht, aber uns glauben zu machen, dass „Durst“ und „Hunger“ einerlei Zustände sind, diess scheint denn doch zu weit zu gehen. Ein Trunk frisches, kaltes Wasser beim *Durst* ist ganz gewiss ein „kräftigeres“ Stärkungsmittel als Rindsbraten, und Rindsbraten beim *Hunger* ein kräftigeres Stärkungsmittel als ein Glas Wasser. Schnaps und Wein erregen, aber sie stärken nicht; eine Peitsche würde dieselbe Wirkung haben. Es mag vorkommen, dass ein Arbeiter unmittelbar nach dem Mahle wieder arbeiten muss, aber freiwillig thut er es nicht; die Regel ist, dass er nach seiner Mahlzeit eine Stunde ruhen muss und erst nach mehreren Stunden einer intensiven Arbeitsleistung wieder fähig ist.

Empfindung und Arbeit sind grundverschiedene Dinge, und es mag noch lange dauern, ehe dem Geiste der Physiologen ihre scharfe Sonderung gelingt.

Die Pflanze ist ein Magazin von Sonnenkraft, die sich in ihren Theilen während ihrer Entwicklung gesammelt hat, und diese in den Nährstoffen der Thiere aufgespeicherte Kraft kommt im Thierleibe wieder zur Aeusserung, und es sind ihre mannigfaltigen Wirkungen, welche alle Erscheinungen des thierischen Lebens in sich einschliessen und bedingen; die Ermittlung ihrer Gesetze sollte vor allem Anderen die Forschung beschäftigen.

In einer zusammengesetzten Maschine kommt es täglich vor, dass durch den Gang der Maschine selbst Störungen in der zu leistenden Arbeit entstehen; die Treibriemen verlängern sich oder eine Schraube wird lose, oder es entstehen an gewissen Theilen durch Reibung Verluste an Kraft, und so sehen wir denn in den grossen industriellen Werkstätten Englands einen Mann unablässig beschäftigt, die vorhandenen Ursachen von Störungen aufzufinden und durch die ihm zu Gebote gestellten Mittel auszugleichen. Andere haben die Aufgabe, die Maschinentheile in ihrem regelrechten Zusammenhange zu erhalten, die vorkommenden Ungleichheiten zu beseitigen, und alles diess zu dem Zwecke, um der erzeugten Kraft die volle Wirkung in der Production zu sichern.

Es ist diess ein sehr schwaches, kaum zutreffendes Bild für die Aufgaben, in der sich der Arzt und Chirurg in der Behandlung der unendlich zusammengesetzteren menschlichen Maschine theilen; aber ihr letztes Ziel ist immer, sie im regelrechten Gange und Zustande zu erhalten, so dass von der in ihr erzeugten Kraft ein Maximum zur geistigen und materiellen äusseren Arbeit übrig bleibt.

Ich habe bereits die sehr bemerkenswerthe Thatsache erwähnt, dass bei Fütterung eines Hundes mit einer Mischung

von Fett und Fleisch, und zwar mit mehr Fleisch, als der Hund für seinen inneren Haushalt bedarf, der Ueberschuss des Fleisches, der im Körper nicht angesetzt wird, dem Umsatz verfällt, und dass das beigegebene Fett dessen Zerstörung nicht hindert.

Diese Thatsache beweist das Vorhandensein einer Ursache im Körper, welche der Anhäufung der zum Fleischansatz nicht verwendbaren Blutbestandtheile eine ganz bestimmte Grenze setzt, und es dürften die Untersuchungen der Physiologen die Frage zu entscheiden haben, ob diese Ursache direct auf die colloidalen Blutalbuminate wirkt, oder ob ihre Wirkung sich auf die in den Kreislauf übergegangenen Fleischbestandtheile, bevor sie den colloidalen Zustand angenommen haben, beschränkt. Mit dem Verhalten der Thiere im Hungerzustande lässt sich kaum die Ansicht vereinigen, dass die eben gedachte Ursache eine directe Wirkung auf die Blutalbuminate als solche hat.

Nach Allem, was wir über die Vorgänge im Muskel wissen, ist der Harnstoff kein Product der Muskelbestandtheile im Muskel selbst, und es gewinnt die Frage nach seinem Ursprunge und in welchem Theile des Körpers er gebildet wird, ein hohes Interesse.

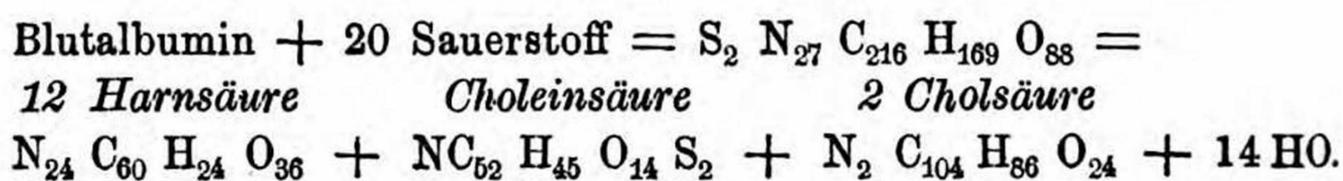
Stockvis und Heinsius haben in der Leber der Säugethiere Harnstoff gefunden und die Meinung ausgesprochen, dass er in der Leber selbst aus Harnsäure gebildet werde, die Thatsache des Vorkommens des Harnstoffs in der Leber ist in einer umfassenden Untersuchung von Meissner bewiesen worden.

Zur Beurtheilung der Vorgänge in der Leber, als des mächtigsten Spaltungsapparates in dem Körper der höheren Thierklassen, muss die merkwürdige (S. 412 erwähnte) Beobachtung der Bildung der Galle von Schmulewitsch in Betracht gezogen werden. Harnsäure und die Gallensäure sind stickstoffhaltige Verbindungen und müssen als Derivate

des Albumins angesehen werden, ebenso die Hippursäure, Kreatin, Glycocoll u. s. w.; in der Leber bildet sich ferner Zucker.

Vom chemischen Standpunkte aus, der hier allein in Frage kommen kann, ergeben sich bei der Vergleichung der Zusammensetzung des Blutalbumins, der Gallensäuren und der anderen stickstoffhaltigen Producte einige ganz interessante Beziehungen dieser Stoffe zu einander und zum Blutalbumin; als rein berechnete Verhältnisse haben sie keinen reellen Werth, sie können aber für Fragestellungen immerhin einigen Nutzen haben.

Fügt man der Formel, die ich in meinen chemischen Briefen (Bd. II, S. 156) für das Blutalbumin angenommen habe, 20 Aeq. Sauerstoff zu, so hat man darinnen geradeauf die Elemente von 12 At. Harnsäure, 2 At. Cholsäure, 1 At. Choleinsäure und 14 At. Wasser.



In gleicher Weise enthält die Cholsäure die Elemente der Hippursäure, Margarinsäure und eines Kohlehydrates; bei Hinzufügung von 2 Aeq. Sauerstoff zu 2 Choleinsäure hat man die Elemente von Cystin, Cholesterin, Margarin und Kohlensäure.

Aus Cholsäure kann beim Hinzutreten von 4 Aeq. Wasser Leucin, Oelsäure und Kohlensäure entstehen.

2 At. Harnsäure + 12 Aeq. Wasser enthalten die Elemente von 2 Glycocoll, 3 Harnstoff und 6 Aeq. Kohlensäure.

4 Aeq. Harnsäure + 22 Aeq. Wasser könnten zerfallen in 2 Kreatin, 5 Harnstoff und 14 Kohlensäure.

Es würde keinen Zweck haben, diese Berechnungen zu vervielfältigen, aber ich halte sie, wie gesagt, nicht für ganz werthlos, weil die Bekanntschaft der *möglichen* Beziehungen

die Aufmerksamkeit auf die *wirklichen* weckt und dazu beitragen kann, das Verständniss der normalen und pathologischen Vorgänge anzubahnen und zu erleichtern; das Vorkommen von Cystin im Harn erinnert in den obigen Formeln unwillkürlich an die Bildung von Cholesterin und umgekehrt, die des Leucins an Oelsäure u. s. w.

In der neueren Zeit haben sich mehrere Physiologen mit der Frage über den Ursprung des Fettes im Thierkörper beschäftigt.

Das Fett ist ein stickstofffreier Körper und ich glaubte, dass seine Bildung mit den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrung in Beziehung stehen müsse, ohne die Möglichkeit seiner Erzeugung aus den Albuminaten zu läugnen.

Nach den Untersuchungen von Voit scheint es dagegen als ziemlich ausgemacht angesehen werden zu müssen, dass das Fett ein Spaltungsproduct der Albuminate ist, und erhält es sogar für wahrscheinlich, dass der Milchzucker in der Milch in Folge einer Oxydation aus dem Fette entstehe, so dass beide, Fett und Milchzucker, von den Albuminaten der Nahrung abzuleiten seien.

Die von Voit angestellte Untersuchung über den Ursprung des Fettes und des Milchzuckers in der Milch der Kuh führt aber, wie ich glaube, für dieses Thier zu ganz entgegengesetzten Schlüssen, und es dürfte nicht ohne Interesse sein, die Grundlage seiner Versuche und Betrachtungen einer genaueren Prüfung zu unterwerfen.

Den wichtigsten Beweis, welchen Voit für die Wahrscheinlichkeit der Fettbildung aus Albuminaten geltend macht, stützt er auf einige mit v. Pettenkofer gemeinschaftlich angestellte Versuche, durch welche er dargethan glaubt, dass in dem Leibe eines mit Fleisch gefütterten Hundes Fett aus Fleisch gebildet werde oder gebildet werden könne.

In der Bilanz der Einnahme an Kohlenstoff im verfütterten Fleisch und der Ausgabe in der Kohlensäure, dem

Harn und Koth ergab sich ein Deficit in der Ausgabe von 3,8 Grm. Kohlenstoff, und die Erwägung, was aus diesem Kohlenstoff geworden sein könne, macht ihn geneigt zu glauben, dass er in Fett übergegangen und in dieser Form im Körper des Hundes zurückgeblieben sei.

Obwohl die beobachtete Differenz von 3,8 Grm. sehr klein ist, so hält es Voit nicht für glaubwürdig, dass sie auf einem Versuchsfehler beruhen könne.

Bei der näheren Kenntnissnahme der in Rechnung genommenen Ergebnisse fällt zunächst in die Augen, dass die tägliche Ausgabe an Harnstoff zwischen 100,41 und 115,02 Grm. Harnstoff und ebenso die Kothmenge um 18,1 Grm. bis 53,6 Grm. Koth schwankt.

Die Kohlenstoffmenge des Harns ist berechnet aus dem Mittel von 10, die des Koths aus dem Mittel von 7 Versuchen; dagegen sind nur *drei* Respirationsversuche für die Bestimmung des Kohlenstoffs in der ausgegebenen Kohlen-säure in Rechnung genommen.

Es scheint mir darin ein, wenn auch kleiner Fehler zu liegen, denn eine richtige Bilanz konnte nur dann erwartet werden, wenn die Ausgabe an Kohlenstoff im Harn und Koth sich auf die nämlichen Tage bezöge, an welchen der Kohlenstoff der ausgeathmeten Kohlensäure bestimmt worden ist; aber an diesen Tagen liess der Hund keinen Koth, und so können denn die angegebenen Zahlen nur Schätzungen sein, die bei der so kleinen Differenz von 3,8 Grm. Kohlenstoff bewundernswürdig genau sind, aber für absolut genau, um damit eine Theorie der Fettbildung begründen zu dürfen, wird sie wohl Niemand ansehen, der mit Versuchen dieser Art näher vertraut ist.

Wenn man aber auch die Richtigkeit des Deficits nicht bestreiten wollte, so verliert der Schluss Voit's, dass die in der Ausgabe fehlenden 3,8 Grm. Kohlenstoff in Fett übergegangen seien, alles Gewicht, weil er vergass, dass das

Fleisch, welches er verfütterte, eine gewisse Menge Fett enthielt. In seinen früheren, mit Bischoff angestellten Versuchen sagt er: „das Fleisch war gutes, frisches Kuhfleisch, jederzeit *sehr sorgfältig* von Fett, Knochen u. s. w. rein präparirt. Verschiedene Analysen zeigten, das dasselbe im Durchschnitte höchstens noch 1 pC. Fett enthielt.“ (Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers S. 56.)

Ich habe in einem sehr mageren Stück Kuhfleisch, welches von Herrn Professor Bischoff für diesen Zweck ausgewählt worden war, das Fett (durch Auflösung des Fleisches in Salzsäure) bestimmt und $\frac{1}{3}$ pC. daraus erhalten.

Beachtet man nun, dass in Voit's und v. Pettenkofer's Versuchen der Hund täglich mit 1500 Grm. Fleisch gefüttert wurde, so macht, wenn man $\frac{1}{3}$ pC. Fett darin annimmt, dieser Fettgehalt täglich 5 Grm. Fett aus, und wenn die beobachtete Differenz von 3,8 Grm. Kohlenstoff, genau entsprechend 5 Grm. Fett, thatsächlich bestand, so ist es denn doch unendlich wahrscheinlicher, dass diese in dem Fleische empfangenen 5 Grm. Fett im Körper des Hundes einfach zurückgeblieben sind, als anzunehmen, dass die genossenen 5 Grm. Fett in der Nahrung, zur Respiration verwendet, und andere 5 Grm. Fett aus den Albuminaten des Fleisches erzeugt worden seien. Mit den ökonomischen Gesetzen im Thierleibe lässt sich eine solche Annahme nicht vereinigen.

Voit hat ferner unbeachtet gelassen, dass in seinen früheren, mit Bischoff angestellten Versuchen (a. a. O. S. 79) ein Hund mit 300 Grm. mehr Fleisch, nämlich mit 1800 Grm. Fleisch gefüttert, in 7 Tagen an seinem Körpergewichte beinahe ein halbes Pfund (230 Grm.) verloren hat.

Diess spricht eben so wenig wie die neueren Versuche von Voit für eine Fettbildung aus Fleisch im Körper eines Carnivoren. Man könnte freilich sagen, dass der Gewichtsverlust eines Thieres bei Fleischfütterung, die Bildung von

Fett aus Fleisch nicht geradezu widerlege, denn das Fett müsse eine gewisse Menge Wasser verdrängen und davon könne die Gewichtsabnahme herrühren; aber ein solcher Einwurf kann doch nur dann einige Bedeutung haben, wenn die Fettbildung aus Fleisch zweifellos bewiesen wäre, was sie nicht ist.

In Voit's Untersuchung erkennt man denselben Fehler, den Pasteur beging, als er aus dem Verlust in seiner Bestimmung des Ammoniaks in Gährmischungen, dessen Quelle ihm unbekannt war, eine positive Thatsache erschloss, was in der Naturforschung nicht zulässig ist.

Als Argumente in der Fettbildungsfrage wird man, wie aus obigen Betrachtungen sich ergibt, Voit's Versuche mit dem Hunde fernerhin nicht mehr gelten lassen können.

Was die Versuche Voit's mit der Milchkuh betrifft, so bewegen sich seine Auseinandersetzungen ganz wie in Thomson's Untersuchung um die irrige Vorstellung, dass eine an Albuminaten reiche Nahrung auf die Butterbildung Einfluss habe und dieselbe vermehre, während die vorhandenen Erfahrungen nur dafür sprechen, dass das *Kraftfutter* den *Milchertrag* vermehrt.

Die in dieser Richtung von Kühn angestellten Versuche zeigen, dass die Zusammensetzung der Kuhmilch bei verschiedenen Thieren und Futtermischungen sehr constant ist; sie weicht im Wassergehalte, aber in längeren Versuchsperioden kaum in den relativen Verhältnissen ihrer Bestandtheile ab; „bei dem Butterfette zeigten sich nächst dem Zucker die grössten Differenzen. Das Mittel aller Thiere beträgt 0,09 pCt. zu Gunsten der um 17—18 pCt. höheren Fütterung (Landwirth. Versuchs-Station ed. Dr. Nobbe, Bd. XII, S. 154, 1869). Diess ist eine ausserordentlich kleine Differenz.

Es ist klar, dass man nur dann von einem Einflusse der Albuminate auf den Butterertrag sprechen könnte, wenn

durch den Zusatz von Albuminaten zum Futter der Buttergehalt der Milch bemerklich und dauernd gestiegen wäre, während die Beobachtung nichts anderes ergibt, als dass der Milchertrag bei Zusatz von Mehl zum Heu zunimmt.

Der Schluss, zu welchem Voit gelangt, ist folgender; er sagt: „Was unsere Hauptfrage betrifft, so ergibt sich, dass im Ganzen die Kuh von dem Futter 1658 Grm. Fett in den Kreislauf aufgenommen hatte (vierfüntel von dem Fett, welches die Milch enthielt); die im Harn enthaltenen 562,35 Grm. Stickstoff entsprechen 3602 Grm. Eiweiss, welche nach unseren Betrachtungen liefern 1851 Grm. Fett. (100 Eiweiss + 12,3 Wasser = 33,5 Harnstoff, 27,4 Kohlen-säure und 51,39 Fett. Henneberg und Voit.)

„Wir haben also im Ganzen von der Nahrung und dem Eiweiss 3509 Grm. Fett zur Verfügung. Die Milch enthält aber nur 2024 Grm. Fett; es bleiben sonach 1485 Grm. Fett übrig, welche zur Bildung des Milchzuckers nahezu ausreichend sind, so zwar, dass man wenigstens für den obigen Fall die Kohlenhydrate keinesfalls für das (fehlende Fünftel) Fett und wahrscheinlich auch nicht für den Milchzucker zu Hülfe zu nehmen braucht.“

Diese Rechnung ist so klar wie möglich, *alles* Eiweiss des Futters, welches in den Kreislauf übergeht, setzt sich im Körper der Milchkuh um in Käsestoff, Harnstoff, Kohlen-säure und Fett; was in der Milch an Fett vom Futter fehlt, liefert das Eiweiss, und der Rest von Fett, welcher übrig bleibt, verwandelt sich in Milchzucker.

Der Richtigkeit dieser Rechnung stehen aber sehr ge-wichtige Bedenken entgegen.

Es ist zunächst eine ganz festgestellte Thatsache, dass ein Thier im Beharrungszustande einer gewissen Quantität von Albuminaten und stickstofffreien Stoffen für die Unter-haltung seiner inneren Arbeiten bedarf; der Stickstoff der

Albuminate tritt im Harn und Koth, im ersteren als Harnstoff und Hippursäure u. s. w. aus.

Eine Kuh, welche Milch producirt, bedarf einer grösseren Menge Futter und darin ein ähnliches Verhältniss von Albuminaten wie ein arbeitender Ochs (für 100 Pfd. Lebensgewicht 0,23 Pfd. Albuminate und 1,25 bis 1,4 Pfd. stickstofffreie Stoffe, Settegast); bei beiden Thieren ist die aufgenommene Stickstoffmenge gleich, bei der Kuh geht ein Theil des Stickstoffs in die Milch als Käsestoff über, der Rest ist im Harn und Koth. Zieht man von dem Stickstoff im Harn des Ochsen den Stickstoff ab, den die Milch der Milchkuh enthält, so ist der Rest des Stickstoffs in dem Harn beider Thiere gleich. Das Gewicht beider Thiere bleibt unverändert, und es ist klar, dass das Albuminat, welches in der Milchkuh zu Käsestoff wird, in dem Körper des Ochsen zur Arbeit verbraucht wurde. Die secernirte Stickstoffmenge ist im Ganzen gleich, aber die im Harn des Ochsen ist grösser.

Wenn demnach, wie Voit meint, *alles* Eiweiss, welches dem Stickstoff im Harn entspricht, sich mit Hinzuziehung von Fett aus dem Futter im Körper der Kuh in Harnstoff und Milch umgesetzt hätte, ähnlich etwa wie in einer Mühle das Korn in Kleie und Mehl zerfällt, so bleibt kein Eiweiss für den Haushalt des Thieres übrig. Diess führt selbstverständlich zu der Annahme, dass die Kuh lediglich auf Kosten der stickstofffreien Bestandtheile des Futters gelebt und ihre innere Arbeit damit bestritten habe.

Nimmt man dagegen an, dass das dem Stickstoff im Harn entsprechende Eiweiss zur inneren Arbeit und Ersatz der im Stoffwechsel ausgetretenen Körpersubstanz gedient habe, so würde daraus folgen, dass die Producte des Stoffwechsels zur Milcherzeugung verwendet worden wären und dass 85 pC. dieser Producte aus Harnstoff und Fett bestanden hätten.

Fragen wir nun nach den zwingenden Gründen, die

uns, mit Ausschliessung von Allem, was wir von den Producten des Stoffwechsels im thierischen Körper wissen, veranlassen könnten, Schlüsse dieser Art für wahr zu halten, so gibt uns Voit S. 116 seiner Abhandlung die folgende Antwort:

„Da ich vor der Hand nichts Besseres weiss, so lasse ich aus 100 Eiweiss 33,5 Harnstoff und 51,4 Fett entstehen.“

Diess ist die eigentliche Grundlage von Voit's Milchbildungstheorie, eine rein erdachte Spaltung des Eiweisses in Fett und Harnstoff, in Verhältnissen, wie sie für seine Rechnung passen und lediglich gemacht, um an der Stelle von mangelnden Thatsachen einer eingebildeten Erklärung zur Grundlage zu dienen. Damit in Uebereinstimmung steht denn sein Verfahren, die vorhandenen Thatsachen über die Milchbildung seinen Ansichten anzupassen; in seiner Hand sind sie wie Wachs, dem man durch Kneten die gewünschte Form gibt.

In der Naturforschung überzeugt man mit einem solchen Verfahren Niemand; es ist stets ein Merkzeichen, dass es an Thatsachen fehlt, die von selbst sprechen.

Mit allen diesen zahlreichen, unendlich mühsamen Analysen und Arbeiten ist man in Beziehung auf den Ursprung des Fettes und Milchzuckers in der Milch der Kuh um keinen Schritt weiter gekommen, und zwar, wie ich glaube, darum nicht, weil die Frage nicht richtig gestellt gewesen ist; man darf sich nur denken, dass Voit zu seinen Versuchen eine andere Kuh gewählt hätte, welche anstatt viel Milch wenig Milch gab, so würde seine Rechnung höchstwahrscheinlich sehr viel günstiger noch für seine Theorie ausgefallen sein; es hätte sein können, dass die secernirte Harnstoffmenge bei dieser Kuh eben so gross ausgefallen wäre, wie bei seiner Versuchskuh, und er hätte dann beim Umrechnen des Harnstoffs in Eiweiss, Eiweiss genug zur Verfügung gehabt, um *alle* Bestandtheile der producirten kleineren Menge Milch,

den Käsestoff, das Butterfett und den Milchzucker zusammen zu decken, so zwar, dass er gar nicht genöthigt gewesen wäre, das Fett des Futters an der Milchbildung zu betheiligen. Man versteht, dass die Entscheidung der Frage, wie sie Voit stellte, stets zum Vortheil seiner vorgefassten Ansicht ausfallen musste; je ungünstiger die Verhältnisse waren, desto besser musste die Rechnung passen.

In der Behandlung physiologischer Aufgaben bemerkt man nur allzuoft den Mangel jener strengen Methode, die nicht erlaubt, Thatsachen zu Schlüssen zu gebrauchen, bevor ihre Berechtigung hiezu vollkommen festgestellt ist; so z. B. rechnet Voit den Stickstoff im Harn seiner Versuchskuh geradeauf in Eiweiss um, obwohl er weiss, dass ein beträchtlicher Bruchtheil dieses Stickstoffs nicht dem Harnstoff, sondern der Hippursäure angehört, welche auf die gleiche Menge Stickstoff achtzehnmal mehr Kohlenstoff enthält, der dann in der Berechnung als Fett figurirt; er beruft sich hierbei auf Meissner, welcher aus seinen Versuchen folgern zu können glaubt, dass das stickstofffreie Spaltungsproduct der Hippursäure von stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrung abgeleitet werden müsse; aber die von Meissner ermittelten Thatsachen sind einer ganz anderen Auslegung fähig; zudem wissen wir, dass Benzoësäure und Bittermandelöl constante Oxydationsproducte der Albuminate sind.

Die Erzeugung der Benzoësäure aus den stickstofffreien Bestandtheilen des Heu's scheint mir sehr viel schwieriger zu erklären, als die der Margarinsäure aus Kohlehydraten; doch diess sind Dinge, die mit der vorliegenden Frage in keiner Verbindung stehen.

Die Erfahrungen im Gebiete der Gährungschemie beweisen, dass sich aus Zucker Alkohole erzeugen lassen, die wie der Aethylalkohol und Amylalkohol manche Eigenschaften mit den Fetten gemein haben, und die Meinung, dass in organischen Processen Alkohole einer höheren Ord-

nung aus stickstofffreien Materien und daraus die entsprechenden Säuren entstehen könnten, kann man geradezu nicht als ungereimt ansehen; dass aus Milchsäure Buttersäure entsteht, ist bekannt genug.

Es ist neuerdings behauptet worden, dass man mit dem Mikroscope die Umwandlung des Plasma der Zellen der Milchdrüse in Fett sehen könne, insofern mit ihrem Zerfallen Fett in der Form von Milchkörperchen auftrete. Aber abgesehen davon, dass man eine solche Umwandlung der Bestandtheile der Zellen niemals sehen kann, sondern eben nur an der Stelle der einen, die anderen erblickt, erscheinen mir Voit's Versuche gerade in dieser Beziehung einer Umwandlung eines stickstoffhaltigen Bestandtheils der Milchdrüsenzellen in Fett nicht günstig zu sein, da er zu der Annahme genöthigt ist, dass mindestens $\frac{4}{5}$ des Fettes der Kuhmilch von dem Futter geliefert worden sein musste.

Das Butterfett enthält bekanntlich einige Glycerinverbindungen von flüchtigen Säuren, Buttersäure, Capryl-Capronsäure, welche vom Zucker oder Milchsäure ganz gut abgeleitet werden können.

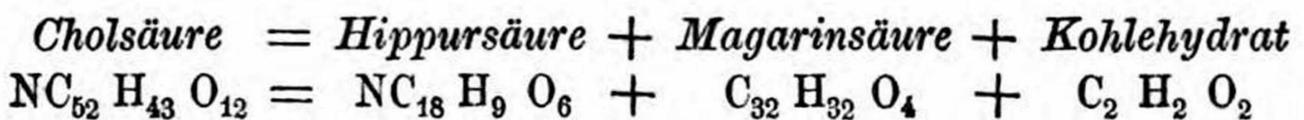
Die Fettbildungsfrage scheint mir durch Versuche mit Pflanzenfressern nicht entscheidbar zu sein; was wir mit Bestimmtheit wissen, ist, dass bei diesen Thieren Albuminate und Kohlenhydrate zusammenwirken müssen, um Fett zu erzeugen; ob aber das stickstofffreie Spaltungsproduct, welches zu Fett wird, von dem Eiweiss oder den Kohlenhydraten stammt, diess mit Bestimmtheit auszumitteln halte ich nicht leicht für möglich.

In Untersuchungen dieser Art sollte man, wie ich glaube, die Natur der Thiere in Rechnung nehmen und nicht ohne Weiteres voraussetzen, dass die Vorgänge in einem Pflanzenfresser die gleichen sind, wie die in dem Körper eines Fleischfressers.

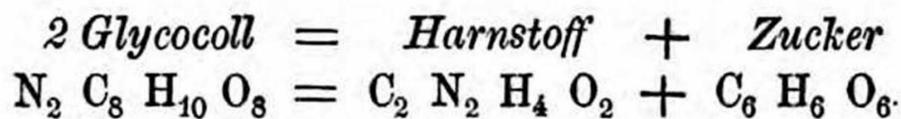
Eine ganze Anzahl von Beobachtungen scheinen zu

beweisen, dass in pathologischen Processen Fett aus stickstoffhaltigen Gebilden entsteht, und so halte ich es für wahrscheinlich, dass in dem Körper von säugenden Carnivoren das Eiweiss an der Bildung von Fett und Milchzucker betheilig ist, unter Umständen vielleicht auch in dem Körper eines Pflanzenfressers. Ein chemischer Grund gegen eine solche Ansicht besteht wenigstens nicht.

Ich habe bereits erwähnt, dass die Cholsäure, ein Spaltungsproduct des Eiweisses, geradeauf die Elemente der Hippursäure, Margarinsäure und von einem Kohlehydrat enthält:



und ebenso enthält ein anderes Spaltungsproduct des Eiweisses, das Glycocol, die Elemente von Harnstoff und Zucker:



In chemischer Beziehung lässt sich hiernach die Entstehung des Milchzuckers und von einem Theil des Fettes in der Milch säugender Carnivoren aus Eiweiss rechtfertigen.

Glycocol ist durch die Bildung von Hippursäure aus Benzoësäure im Körper der Thiere dargethan, und seine Gegenwart lässt glauben, dass es für gewisse Zwecke im Organismus dient.

Die Thatsache, dass beim Menschen bei vorwaltender Fleischnahrung der Fettgehalt im Körper abnimmt, ist kein Beweis gegen die Ansicht, dass sich Fett aus Albuminaten bilden könne.

Man hat zu ihrer Erklärung angenommen, dass durch einen Ueberschuss von Eiweisskörpern in der Nahrung die Anzahl der Blutkörperchen und durch diese die Sauerstoffaufnahme in das Blut sich vermehre, wodurch die Oxydation

im Inneren, insbesondere die des Fettes, verstärkt werde; allein die Sauerstoffaufnahme ist lediglich abhängig von der Schnelligkeit, mit welcher Luft und Blut in den Athmungsorganen mit einander in Berührung kommen; in den höheren Thierclassen steht sie im Verhältniss zu der Anzahl der Herzschläge und Athemzüge in einer gegebenen Zeit, und sie ist nicht einmal abhängig von dem Sauerstoffquantum in dem eingathmeten Luftvolum.

In zusammengepresster Luft nimmt die Anzahl der Athemzüge ab, in verdünnter nimmt sie zu; die ausgeschiedene Kohlensäuremenge und Temperatur des Blutes bleibt sich mit geringen Schwankungen in beiden Fällen gleich. Beim Besteigen des Montblanc beobachtete Lordet, dass seine Herzschläge, von Chamouny aus bis zur Spitze, von 80 bis auf 136, die Athemzüge bis auf 35 stiegen; die Temperatur nahm beim Steigen ab, blieb aber nach dem Ausruhen in denselben Höhen constant ($36,5^{\circ}$ C.).

Die Abnahme des im Körper angesammelten Fettes bei vorwiegendem Fleischgenuss erklärt sich leicht aus dem geringen Respirationswerthe des Fleisches gegenüber dem des Fettes und der Kohlenhydrate.

Ein 34 Kilogramm. schwerer Hund bedarf, um auf seinem Gewichte zu bleiben, täglich einer Fütterung mit 3 Pfd. = 1500 Grm. Fleisch, und man versteht, dass ein doppelt so schwerer Mensch, dem es so gut wie unmöglich fällt, mit sehr wenig Brod drei Pfund Fleisch täglich zu verzehren, für seinen Respirationsbedarf damit nicht auskommt. Ein arbeitender Mann verzehrt nämlich im Zustand normaler Ernährung nach Voit täglich 137 Grm. Albuminate = 549 Grm. Fleisch, ferner 117 Grm. Fett und 352 Grm. Kohlehydrat. Zieht man mithin von 1500 Grm. Fleisch obige 549 Grm. Fleisch ab, so bleiben zum Ersatz des Fettes und Stärkmehls 951 Grm. Fleisch, welche kaum hinreichen, um das Stärkmehl zu decken (97,2 Th. Stärkmehl = 309,7 Th. Fleisch);

nimmt man nun an, der Mann habe im Ganzen 1500 Grm. Fleisch verzehrt, so ist es klar, dass sein Körper die fehlenden 117 Grm. Fett zuschiessen muss. Hieraus erklärt sich genügend die Abmagerung.

An allen Vorgängen im thierischen Körper, an der Verdauung, Blutbildung, dem Athmungsprocess und dem Stoffwechsel nehmen die unorganischen Bestandtheile oder die Salze, welche constante Bestandtheile des Blutes, der Muskeln, Gewebe, überhaupt der Organe, und in letzter Form der Nahrung ausmachen, einen sehr wesentlichen, in vielen Fällen einen bestimmenden Antheil; erst durch ihre Mitwirkung empfangen die Nährstoffe in den Speisen des Menschen und im Futter der Thiere die Fähigkeit, zur Unterhaltung der organischen Processe zu dienen, und sie sollten demnach stets bei der Erklärung derselben mit in Rechnung gezogen werden.

Bei dem Umfang, den diese Abhandlungen bereits genommen haben, würde aber ein näheres Eingehen auf die chemischen Beziehungen der Salze zu den organischen Processen weitaus das mir gesteckte Ziel überschreiten, und ich muss mir darum vorbehalten, bei einer späteren Gelegenheit darauf zurückzukommen.
