

Ueber die

# Theorien der Ernährung

• der

## thierischen Organismen.

---

V o r t r a g

in der

öffentlichen Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften

am 28. März 1868

zur Feier ihres einhundert und neunten Stiftungstages

gehalten

von

**Carl Voit**

k. Universitäts-Professor und a. o. Mitglied der mathematisch-physikalischen Classe.

---

**München 1868.**

Im Verlage der königl. Akademie.

19 SEP 1954  
1151A  
RECEIVED

Mit einer gewissen Bangigkeit trete ich zum ersten Male an eine Stelle, von welcher aus am Stiftungstage der Akademie manches gewichtige Wort gesprochen worden ist.

Ueberblicken wir die grosse Reihe der hier gehaltenen Vorträge, so tritt trotz der Vielgestaltigkeit des menschlichen Wissens das gleiche Ziel hervor, nach dem sie streben. Denn wenn auch jede Wissenschaft aus einem speciellen praktischen Bedürfnisse entsprossen ist, zuletzt führt sie in ein für alle gemeinsames ideales Gebiet: wir ringen schliesslich ohne Unterschied nach Ausbreitung der Kenntnisse zur Veredlung und Vervollkommnung des Menschengeschlechtes. So ist aus einem dem Menschen tief eingepflanzten Triebe aus unscheinbarem Anfange ein gewaltiger Baum von Erkenntniss gewachsen, wodurch wir nicht nur reicher an nützlicher Erfahrung, sondern auch an Tugend geworden sind.

Doch nicht jede Frucht unserer Thätigkeit ist geeignet sofort das allgemeine Interesse zu erwecken; das Meiste will während langer Zeit in den engen Fachkreisen bis zu dem Punkte gereift sein, wo der Zusammenhang mit anderen Bestrebungen sichtbar wird und eine weitere Verwerthung möglich ist. Mehr das Vertrauen auf die Wichtigkeit der Sache, als auf meine Kraft einen Gegenstand, in welchem aus einer Unsumme von Thatsachen erst wenige gemeinsame Gesichts-

punkte sich erhoben haben, in anziehender Weise zu behandeln, verleiht mir den Muth, in einer öffentlichen Sitzung ein Bild von der Entwicklung, welche die Lehre von der Ernährung der Thiere und des Menschen bis jetzt genommen, vor Ihnen zu entwerfen.

Es gibt nur wenige Abschnitte der Wissenschaften, deren tief gehende praktische Bedeutung so offen da liegt, als die des unsrigen. Es ist nicht paradox, wenn wir sagen, dass die ganze Entwicklung der Menschheit innig geknüpft ist an die Möglichkeit und die Art der Ernährung. Die Zufuhr von Nahrung ist eine Hauptbedingung unseres Daseins und es ist wohl eine der bewundernswerthesten Einrichtungen der Vorsehung, die dem blöden Auge des Menschen oft als eine Strafe erscheint, dass wir unser Brod im Schweisse unseres Angesichtes essen müssen. Der Hunger ist der erste und mächtigste Sporn zur Arbeit und die Arbeit allein birgt in sich die Erfahrung und die Fortbildung. Hätten wir für die Lebenszeit ausreichende Spannkraft zur Verwendung mit auf den Weg erhalten, wir wären immer in rohem Zustande geblieben; in einem Lande, in dem die Natur Jedem mit offenen Armen stets den Bedarf im Ueberfluss darbietet, in dem er ihr nicht mit einiger Mühe abgerungen werden muss, wird ein selbständiges Streben nach Vorwärts umsonst gesucht werden.

Die Beschaffung der Nahrung geschah Jahrtausende lang blos nach den Grundsätzen der Empirie; es ist nicht schwer zu zeigen, dass von letzterer keine ausgiebige Hülfe mehr zu erwarten ist, sondern nur das Wissen um die Ursachen der Erscheinungen die Produktion noch weiter zu steigern vermag.

In den vorhistorischen Zeiten ging sicherlich der Zug der Menschen dahin, wo sie reichliche Nahrung an den Früchten der Pflanzen und den Thieren des Feldes und des Waldes fanden; sie nahmen als Wander- und Jagdvölker das, was sie auf ihrem Wege trafen. Aber ein also Lebender braucht ein grosses Gebiet für sich und wird bald die reichsten Gegenden verheert haben, und da er nur mit Anstrengung ebenso viel erbeutet, als er zu seinem Unterhalte nöthig hat, so ist eine über die rohesten Fertigkeiten hinausgehende Ansammlung von Kenntnissen bei ihm nicht möglich. Man war daher bald durch die Noth gezwungen, nicht mehr dem Zufall sich anzuvertrauen, sondern sich die Bedürfnisse künstlich

zu verschaffen, man wurde sesshaft und fieng an, das Feld zu bebauen und Haus-thiere zu zähmen. Anfangs als man noch nicht gelernt hatte, ein unfruchtbares Land in ein fruchtbares zu verwandeln, war man in hohem Grade abhängig von der natürlichen Güte des Bodens und den klimatischen Verhältnissen, daher damals die Menschen vorzüglich in den von Natur aus gesegnetsten Ländern sich ansammelten, in welchen auch die erste Kultur und die Geschichte begann.

Die Hindernisse, welche dem Erwerb der Nahrung und einem geordneten Leben entgegenstehen, dürfen nicht zu gross sein, wenn der Mensch sich ausge-dehntere Erfahrungen verschaffen und geistig entwickeln soll. In den Tropen unterliegt trotz der Fülle der Umgebung der Körper den Einflüssen eines abspannenden Klima's und dem Andringen übermächtiger Naturgewalten. In den Polar-gegenden ist umgekehrt der Mangel des Lebensunterhaltes der Feind der Kultur; da dort die grösste Anspannung der Kräfte gerade das geringste Maass des Nothwendigen erringt, so ist dem Fortschritt eine unübersteigliche Grenze gesetzt; die Eskimos und Lappen leben heute wie vor tausend Jahren, sie haben keine Geschichte. In dem gemässigten Klima ist zwar die Beschaffung der Nahrung nicht so von der Natur begünstigt wie in wärmeren Zonen, aber es sind die übrigen Beding-ungen für ein thätiges Leben in höherem Grade gegeben, daher die Civilisation wohl stets vor Allem an diese Erdstriche gebunden bleiben wird.

Durch vielfältige Erfahrungen hat der Mensch allmählich gelernt, seinem Acker mehr Frucht abzugewinnen und die Thierproduktion zu vergrössern oder andere Produkte zu erzeugen, die er gegen erstere eintauschen kann, d. h. er hat sich die Möglichkeit zu einem Wachsthum der Bevölkerung geschaffen. Wir sind mit Recht gewohnt, das Gedeihen eines Volkes aus dem Bevölkerungszuwachs zu berechnen, denn nur ein stetig fortschreitendes wird den Erwerb zu vielfältigen und mehr Menschen als vorher zu ernähren vermögen. Es ist auch für uns ein unabweisliches Bedürfniss geworden, wenn wir uns nicht von Anderen überholen lassen wollen, die Produktion, vor Allem die der Nahrung, fortwährend zu erhöhen, was um so schwieriger ist, als durch die Ausbreitung der Intelligenz die Ansprüche des Arbeiters und seine Bedürfnisse gewachsen sind. Sobald unsere Kenntnisse in dieser Richtung nicht beständig zunehmen, nähern wir uns einem Stillstand der Bevölkerungszahl.

Bei einer solchen Steigerung der Anforderungen genügen auf die Dauer ungewisse Erfahrungen nicht mehr, hier kann nur die Wissenschaft als Bundesgenosse eintreten. In ihren Anfängen sind die Lehren der Wissenschaft allerdings nur selten geeignet zur nutzbaren Anwendung im gewöhnlichen Leben; bei einer gewissen Vollendung aber geht auf einer breiten Brücke der Verkehr zwischen Theorie und Praxis und zuletzt sind sie eins geworden. In der Lehre von der Ernährung der Thiere und Menschen ist diese Brücke eben geschlagen; es ist noch nicht lange her, dass die Wissenschaft so gut wie nichts über diese Dinge wusste, jetzt wo eine Anzahl von Principien erkannt ist, hat der regste Austausch begonnen. Spricht nicht schon die Wissenschaft ein Wort mit, wo es sich um die Verpflegung grösserer Massen, um die Diät der Kranken, namentlich aber um Erzeugung von Fleisch, Fett, Milch, Wolle etc. handelt? Von der Bedeutung solcher Fragen kann sich nur derjenige einen Begriff machen, der da weiss, welche fabelhafte Summen für diese Bedürfnisse ausgegeben werden, und wie ein richtiges Verfahren an die Stelle eines unrichtigen gesetzt, Millionen erspart. Die Erkenntniss von den Gesetzen der Ernährung wird uns lehren, mit den geringsten Mitteln ein Maximum von Effekt hervorzubringen und es wird dadurch eine Zunahme der Bevölkerung und ein grösserer Wohlstand die Folge sein.

Man glaube ja nicht, dass eine solche Zeit noch in weite Ferne gerückt ist, das Bedürfniss tritt immer mehr in den Vordergrund und immer mächtiger wird an den Pforten der Wissenschaft geklopft. Der Intelligente bleibt auch hier Sieger und der Kenntnisslose geht zu Grunde. Man fängt an die Produktion pflanzlicher Nahrung aus einer Reihe von Ursachen allmählich mit der weit schwierigeren von thierischer zu vertauschen. Wehe dem Volk, das die richtigen Grundsätze nicht gelernt und gegen seine Nachbarn zurückgeblieben ist, es geht unfehlbar der Armuth und dem Elend entgegen. Die Naturwissenschaft wird in diesem Kampf um's Dasein wohlgewappnet mitkämpfen und mit Zinseszinsen heimzahlen dem, der sie zu benützen verstand. Auf diese Weise führt uns der Erhaltungstrieb zur Erforschung der wunderbaren Zersetzungsprocesse im Organismus und die Einsicht in die letzteren wird uns einstens eine sichere Grundlage zur Beurtheilung der complicirtesten und höchsten Wirkungen am Organismus, der geistigen, schaffen.

Man ist erst spät zu der Erkenntniss von der Bedeutung der Nahrung und von den Vorgängen bei der Ernährung gelangt, da dieselbe eine hohe Ausbildung anderer Wissenschaftszweige, namentlich der Chemie voraussetzt. Geraume Zeit wusste man daher nicht mehr darüber, als dass man ohne Zufuhr gewisser Substanzen magerer und schwächer wird und schliesslich zu Grunde geht, also etwa das, was wir von unsern Kindern erfahren, wenn wir sie fragen, wesshalb sie essen. In den ältesten Ueberlieferungen begegnen wir zwar schon einer ausgebildeten und auf alle Verhältnisse des täglichen Lebens angewandten Diätetik; warum man aber zu Grunde geht, wenn man nicht isst, und wodurch die Nahrung vor dem Tode schützt, darüber hatte man lange nur ganz ungenügende Vorstellungen. Jeder musste bei der oberflächlichsten Betrachtung erkennen, dass die Nahrung für einen Verlust am Körper als Ersatz eintritt, denn ein erwachsener Organismus nimmt täglich viel Speise ein, ohne dadurch schwerer zu werden; Niemand vermochte jedoch anzugeben, worin der Verlust besteht. Hippocrates kannte als Quelle des letzteren die insensible Ausscheidung durch die Haut und die Abgabe von Wärme, welche er für eine feine Materie hielt: die wachsenden Körper, sagt er, haben die meiste eingepflanzte natürliche Wärme und erfordern daher auch die meiste Nahrung, ausserdem zehrt sich der Körper auf. Auch Aristoteles gedenkt der flüssigen Ausscheidung durch die äussere Haut und des Abgangs von Wärme, für welche die Speise als Ersatz dient; Harn und Fäces sind ihm, da sie sich in hohem Grade abhängig von der Nahrung zeigen, nur das Bittere, zur Ernährung der Körpertheile Unbrauchbare der Speise. Noch weniger klar war die Ursache des Verbrauchs und des Vermögens der Nahrung für Verlorenes einzutreten. Man legt Hippocrates den Satz in den Mund: „es gibt mehrere Arten von Alimenten, aber doch nur ein einziges Aliment.“ Es fiel sicherlich einem so scharfen Beobachter auf, dass die verschiedensten Stoffe der Thier- und Pflanzenwelt, über deren nähere Bestandtheile er noch keine Ahnung hatte, den gleichen Erfolg, nämlich zu nähren, haben; er konnte dadurch leicht zu der Annahme eines in jeder Nahrung enthaltenen Nahrungsstoffes geführt werden, der durch die Verdauung vom Unbrauchbaren abgetrennt werde, eine Vorstellung, welche noch heut zu Tage im Volke gangbar ist. Sechshundert Jahre später vermochte einer der grössten Naturforscher, der das ganze ärztliche Wissen seiner Zeit zu einem abgerundeten Systeme vereinigte, Claudius Galenus, trotz der bedeutenden Fortschritte in der Erkenntniss der Vorgänge im Thier nichts Neues zu dieser Lehre hinzuzufügen; nur über die Bedeutung

der Nahrung macht er einen Vergleich, welcher unser Erstaunen erregt, denn er meint: „das Blut ist gleich dem Oel, das Herz dem Docht und die athmende Lunge einem Instrument, welches die äussere Bewegung zuführt“.

Zwischen den Ideen des Pergamenischen Arztes und dem Auftreten neuer liegen mehr als 1300 Jahre. Man ist gewöhnt, diese Periode als eine geistig unfruchtbare zu bezeichnen, in der man sich im blinden Nachbeten der Alten und einer sinnlosen Scholastik gefiel. Wir würden uns eines grossen Fehlers schuldig machen, wollten wir das Geschlecht eines Jahrtausends als unfähig verdammen, wir müssen uns vielmehr die Ursachen vergegenwärtigen, durch welche ein rascher Fortschritt aufgehalten war. Die Bedingungen für eine stetige Weiterentwicklung der Wissenschaft lagen damals gerade so ungünstig als möglich. Das Alterthum hatte die für seine Kenntnisse höchste Bildungsstufe erreicht und es bedurfte ganz neuer Anschauungen um vorwärts zu kommen, denn die Ausbildung der Menschheit vollendet sich nicht, indem ein Zweig fortwährend wächst, sondern indem nach der Zeitigung des einen neue Triebe hervortreten; ich zweifle, ob die alten Griechen und Römer bei ihrer eigenthümlichen Geistesanlage die Kraft dazu besessen hätten. Aber die Reiche, in denen die alte Bildung geblüht, gingen unter, junge Völker traten an die Stelle der abgelebten. Die noch rohen Sieger nahmen mit Begierde die Güter des Geistes auf, welche die Besiegten in glänzenden Tagen gesammelt; sie betrachteten sich als Lernende und Unmündige und geriethen für eine Zeit lang in geistige Abhängigkeit, indem sie mit gläubigem Sinn die grosse Erbschaft antraten. Die Erziehung der Völker geschieht nicht anders wie diejenige der Individuen; es braucht Zeit, um nach der Lehre der Schule, in welcher man sich im Denken geübt, selbständig wirkend aufzutreten, und meist betritt man suchend Irrwege, ehe man den rechten Pfad einschlägt. So konnte auch der Uebergang von der alten zur neuen Zeit nur nach langem Ringen gefunden werden. Man hatte zwar allmählich an den Vorbildern den Geist geschärft, aber noch nicht neue Erfahrungen genug gesammelt, um andere Ideen sich zu bilden. Da kam man allerdings in gewissen Kreisen dazu, weil man den Erscheinungen keinen neuen Sinn abgewann, in einer anderen Form, in einer spitzfindigen Dialektik Befriedigung zu suchen. Dies war aber nur das äussere Zeichen, dass es auf dem alten Wege nicht mehr vorwärts gehe. Erst durch die gewaltigen Erlebnisse des 15. Jahrhunderts sollte der willige Schüler zum Kritiker und selbständigen Forscher erzogen

werden, der durch das Aufschliessen bisher unbekannter Gebiete des Geistes breite Bahn brach.

Inmitten dieser Kämpfe hatte sich aus unscheinbaren Anfängen die Chemie entwickelt. Es war mit ihr in der That ein Blick in eine ganz neue Welt eröffnet worden, in die mächtigen und wunderbaren Wirkungen bei der Berührung der Stoffe; aus dem Bestreben Gold zu machen und unfehlbar wirkende Arzneien zu bereiten, ging die Kenntniss von der Zusammensetzung der Körper hervor. Man musste vorerst eine Masse von Versuchen gemacht und eine Unzahl von Erfahrungen gesammelt haben, ehe man Theorien und Anwendungen versuchen konnte. Die Aehnlichkeit einzelner Vorgänge im Thierkörper mit gewissen chemischen Processen führte zwar bald zu allerlei Uebertragungen und Vergleichen; eine wahre Einsicht in die Verhältnisse der Ernährung war jedoch noch lange nicht möglich, denn sie setzt nicht nur die Bekanntschaft mit der Zusammensetzung der Nahrung und der Körperbestandtheile, sondern auch die mit der Bedeutung der Exkrete voraus.

Schon der geistreiche Vorkämpfer Paracelsus erblickte manche Analogien chemischer Processe mit thierischen, so z. B. die Wärmeentwicklung ohne Feuererscheinung. Seine Ideen über die Nahrung gehen aber nicht wesentlich über die des Aristoteles oder Galenus hinaus. Eine unbekante Ursache, der *Archaeus*, zerlegt im Magen die Speisen in ihr Gutes und Böses; von dem Guten oder der Essenz deckt jedes Organ seinen Bedarf, das Böse und Giftige oder Unbrauchbare wird als schädliches Exkrement im Harn, Koth und Athem abgeschieden. Was jedoch die Essenz ist, und wodurch das Organ sich allmählich verzehrt, darauf hat er keine Antwort.

Man hatte damals das Aufbrausen und die Wärmeentwicklung bei Vermischung gewisser Substanzen, z. B. von Eisen und Säure oder von Alkali und Säure als erste Andeutung einer Zersetzung ohne Anwendung höherer Hitzegrade kennen gelernt, und diese Erscheinungen unter dem Namen der Gährung zusammengefasst. Sollten die Vorgänge im Thier nicht auch auf solchen Gährungen beruhen, boten sie nicht, namentlich das gleichzeitige Auftreten von Wärme viele Vergleichspunkte dar? In der That, nichts ist natürlicher als der Versuch der jatrochemischen Schule, aus dem Zusammentreffen von mancherlei Flüssigkeiten des Körpers, wie

des flüchtigen säuerlichen Milchsafte mit dem alkalischen Blute die Processe im Organismus zu erklären. Mit solchen Gährungen dachte man sich einen Verlust von Körpersubstanz verbunden, für welchen dann die Nahrung als Ersatz zu dienen hatte, und zwar durch ihren Gehalt an gährungsfähigem Schleim. Dies sind die ersten Begriffe von den Bedingungen des Verbrauchs im Thierleib; erst später fügten die Jatromathematiker, welche die Mechanik der Muskelbewegungen zu einer bewundernswerthen Höhe ausgebildet hatten, zu der Gährung als Ursache von Substanzverlust fester und flüssiger Theile noch die Abreibung der sich bewegenden Gebilde, die Abnützung derselben gleich derjenigen jeder Maschine hinzu.

Geraume Zeit konnte kein anderer Vergleich der Vorgänge im Körper als der mit einer Gährung oder mit einem Aufbrausen gemacht werden, weil die Kenntniss von der Zusammensetzung der Stoffe, mit der die physiologischen Theorien enge verknüpft sind, der Natur der Sache nach nur langsame Fortschritte machte. Robert Boyle legte erst gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts den Grund zur wissenschaftlichen Chemie, indem er die noch heute gültige Definition eines Elementes als eines nicht mehr weiter zerlegbaren Stoffes aufstellte. Alle Körper liess man bis dahin aus den vier Elementen des Empedokles oder dem Salz, Schwefel und Quecksilber der Alchemisten bestehen; aber als man nach diesen Elementen ernstlich zu suchen anfieng, fand man sie nicht. Aus dem Bestreben, die Verbindungen zu trennen und gemeinsame Stoffe zu finden, ging die Analyse hervor, durch welche es allmählich gelang, die nähere Composition der Körper zu ergründen.

Man hatte bisher unbedenklich die Stoffe im Thier- und Pflanzenreich für die nämlichen gehalten, wie die in der übrigen Natur, denn es waren alle gleich räthselhaft; erst mit der Zunahme der chemischen Kenntnisse fielen gewisse Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der belebten und unbelebten Natur auf. Wenn wir auch jetzt in Folge der glänzenden Entdeckungen in der organischen Chemie keinen prinzipiellen Unterschied in dieser Beziehung mehr anerkennen können, so war doch damals die Trennung, welche zu den unseligen vitalistischen Anschauungen den Grund legte, eine folgerichtige und nothwendige. Nicolaus Lemery trennte um das Jahr 1675 zuerst die mineralischen, vegetabilischen und animalischen Substanzen, aber nur ihrem Ursprung nach. Becher und der geistreiche Vertheidiger der phlogistischen Theorie, Stahl, nahmen zwar überall die

gleichen Elemente an, suchten jedoch für die verschiedenen Naturreiche nach Unterschieden in der Zusammensetzung; nach Ersterem sind die belebten Körper verwickelter aufgebaut, nach Letzterem, welcher vorzüglich die Hitze zur Zerlegung anwandte, ist in den Pflanzen und Thieren das Wässrige und Brennbare, in den Mineralien das Erdige vorherrschend.

Es ist selbstverständlich, dass unter diesen Umständen die Lehre von der Ernährung keine besonderen Veränderungen erfuhr; es lassen sich daher auch die betreffenden Vorstellungen des Polyhistor Albert Haller, des Aristoteles des 18. Jahrhunderts, in wenigen Worten zusammenfassen. Im Thierkörper entstehen nach ihm unter dem Einflusse der Wärme und durch Abreibung scharfe Stoffe, die als schädliche ausgeworfen werden müssen; die Nahrung deckt die Verluste. Die Faser, welche den Grundstoff des thierischen Organismus darstellt, besteht aus Erde, Wasser, Oel, Eisen und Luft. Der aus den Pflanzen hervorgehende Nahrungsaft soll wegen seines Säuregehaltes die Schärfe des Blutes mildern, die gerinnwollende Substanz verdünnen und die ganze Masse auf die richtige mittelmässig salzige Beschaffenheit bringen. Aus dem Fleisch der Thiere und den mehligten Getreidearten kommt eine gallertartige Lymphe, die sich in die Höhlen der abgeriebenen Theilchen ansetzt, und den Abgang wieder ersetzt. Die letzteren Sätze Haller's enthalten die erste Andeutung von verschiedenen Wirkungen einzelner Bestandtheile der Nahrung.

Doch es war der Anbruch eines neuen Tages gekommen. Die Untersuchung der Gase hatte zur Erklärung des Verbrennungsprocesses geführt, welche der Chemie und Physiologie eine andere Richtung geben sollte. Bei Betrachtung der Verbrennung eines Körpers wird man wohl immer zunächst zur Annahme kommen, es handle sich dabei um das Entweichen eines Bestandtheils; Niemand hatte früher Grund zu einer anderen Ansicht. Stahl fasste in diesem Sinne alle Verbrennungsercheinungen zu seiner bekannten Theorie zusammen, die lange als unerschütterlich dastand, da sie ungezwungen alle Phänomene erklärte: jeder verbrennliche Körper enthält einen besonderen Bestandtheil, das Phlogiston, welches beim Verbrennen weggeht. Die Ausbildung der quantitativen Analyse aber zeigte, dass das Gewicht der darstellbaren Bestandtheile genau das der Verbindung gibt und brachte den Chemikern endlich die Ueberzeugung bei, dass dasselbe als etwas Wesentliches

und Gesetzmässiges für Schlussfolgerungen berücksichtigt werden müsse. Mit der Anerkennung dieses Satzes war der Phlogistontheorie der Todesstoss versetzt. Es war Lavoisier, welcher bewies, dass die Verbrennung nicht in einer Zerlegung, sondern einer Verbindung des brennbaren Körpers mit dem kurz vorher von Priestley und Scheele dargestellten Sauerstoff der Luft bestehe, denn das Gewicht des brennbaren Körpers plus dem des aufgenommenen Sauerstoffs fand sich gleich dem der verbrannten Substanz.

Durch die Feststellung dieser Thatsache wäre Lavoisier für immer unter den Ersten in der Chemie genannt worden; er erwies sich aber vor Allem gross durch die Verwerthung, welche er alsbald von ihr zu machen verstand. Das Studium der Verbrennungsprodukte führte ihn zu der für das Verständniss der Bedeutung der Nahrung so folgenreichen Entdeckung der Elementarbestandtheile der organischen Stoffe; er wusste, dass bei der Verbrennung pflanzlicher oder thierischer Theile Kohlensäure und Wasser unter Aufnahme von Sauerstoff als Produkte auftreten; die Kohlensäure besteht aber nach ihm aus Kohlenstoff und Sauerstoff, das Wasser nach Cavendish aus Wasserstoff und Sauerstoff, also mussten die organischen Substanzen Kohlenstoff und Wasserstoff als Elemente enthalten, denen durch Fourcroy noch der Stickstoff in thierischen Stoffen zugesellt wurde.

Stets hat eine Aenderung in den Grundanschauungen der Chemie eine entsprechende in den Vorstellungen über die Processe im Thierleib nach sich gezogen; es konnte Lavoisier unmöglich die Aehnlichkeit der Erscheinungen bei der Verbrennung mit den Vorgängen beim Athmen verborgen bleiben, das Thier nimmt wie ein brennendes Holz Sauerstoff auf und gibt dafür unter Entbindung von Wärme Kohlensäure und Wasser aus. Man hatte zwar schon geraume Zeit vorher die Nothwendigkeit eines Bestandtheils der Luft zum Athmen wie zur Verbrennung erkannt, aber man glaubte, die aufgenommenen Lufttheilchen erzeugten mit den salzig schweflichten Theilchen des Blutes ein Aufbrausen oder eine Gährung; bewiesen zu haben, dass es sich hier um eine chemische Verbindung eines Bestandtheils der Luft mit den thierischen Stoffen handle wie bei einer Verbrennung, ist das unsterbliche Verdienst Lavoisier's. Wir können uns, glaube ich, kaum zur Genüge vorstellen, welche Umwälzung dieser Mann mit dem Vergleiche der Verbrennung und Athmung hervorrief, nur der zähe uns völlig unverständliche Widerstand dagegen legt noch beredtes Zeugniss ab.

Durch Lavoisier wurden demnach zwei Punkte der Ernährungsfrage ihrer Erledigung näher gerückt; erstens verschaffte er uns Aufschlüsse über die Elementarzusammensetzung der thierischen und pflanzlichen Stoffe, und zweitens änderte er die Anschauungen über die Ursache der Zersetzung im Thierorganismus, welche nicht mehr als Gährung wie früher, sondern als ein langsames Verbrennen, eine Verbindung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der Körperbestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft aufgefasst wurde; der Verbrauch an Sauerstoff bestimmt von da ab die Grösse der Zerstörung und den Bedarf an Nahrung. Wir stehen noch heute in der Physiologie unter dem Eindruck der gewaltigen Bewegung, welche von dem Wurf Lavoisier's, des für die ganze Menschheit bedauernswerthesten Opfers der französischen Revolution, ausgieng und noch nie vorher sind die so verwickelten Vorgänge im Thier in helleres Licht gesetzt worden.

Eine Frage hatte jedoch Lavoisier nicht berührt, nämlich die, welche Bedeutung hat die Mannigfaltigkeit der Nahrungsmittel. Hippocrates nahm in allen den gleichen Nahrungsstoff an, Haller dagegen deutete auf eine ungleiche Wirkung der einzelnen Nahrungsbestandtheile hin, aber die in den Pflanzen und Thieren enthaltenen Stoffe waren zu Lavoisiers Zeit noch viel zu wenig gekannt, um hierin einen sichern Entscheid treffen zu können, und doch ist gerade daran die Art und Menge der zu reichenden Nahrung und somit das ganze Interesse der Praxis geknüpft.

Die Praxis konnte in der That bis dahin noch nicht den mindesten Gewinn von der wissenschaftlichen Behandlung der Ernährungslehre ziehen. Man gab dem Menschen und den Thieren das, was eine lange Erfahrung als gut gelehrt hatte, ohne das Warum zu wissen. Am Anfange unseres Jahrhunderts trat zum ersten Male eine Frage in dieser Richtung an die Wissenschaft heran, deren Beantwortung aber ganz den damaligen unzulänglichen Zustand der Physiologie der Nutrition zeigt; ich gebe dieses Beispiel an, um recht deutlich zu machen, welchen unendlich segensreichen Einfluss die Wissenschaft seitdem auf die Praxis ausgeübt hat. Als damals in Deutschland die Stallfütterung des Rindviehes, welches vordem während der Sommermonate auf die fette Weide getrieben und den Winter hindurch nothdürftig mit Heu ernährt worden war, eingeführt wurde, und man zu einem mannigfaltigen Futter übergieng, war es nöthig zu wissen, wieviel man bei Zusatz einer

bestimmten Quantität von Rüben, Kartoffeln etc. vom Heu weglassen dürfe; man wollte die dem Heu in ihrer Wirksamkeit, zunächst für die Düngerbereitung entsprechende oder äquivalente Menge anderer Nahrungsmittel, d. h. ihren Heuwerth erfahren. Der berühmte Landwirth A. Thaer wagte es, eine Antwort hierauf zu ertheilen; als nahrungsfähig galt ihm ohne Unterschied das, was von dem Gefressenen ins Blut übergehen konnte und er berechnete, den Untersuchungen Einhof's folgend, einfach die gleichwerthigen Futterrationen nach der Gesamtmenge der in Wasser, Alkohol, verdünnten Säuren und Alkalien löslichen Pflanzenbestandtheile. Man befand sich somit eigentlich noch auf dem Standpunkte von Hippocrates, welcher in allen Alimenten ein und dasselbe Aliment voraussetzte, denn es war nach der ersten Lehre vom Heuwerth gleichgültig, welche Stoffe das Futter enthielt, ob Eiweiss, Kohlehydrate oder Fette. Nach den jetzigen Erfahrungen wäre es ein Leichtes, eine Futtermischung gemäss der Heuwerthstheorie auszuwählen, bei der das Thier Hungers sterben würde.

Den fortgesetzten Bemühungen der Chemiker, die Pflanzen und Thiere in nähere Bestandtheile zu zerlegen, gelang es immer mehr charakteristische Stoffe zu isoliren. Man bezeichnete in den dreissiger Jahren die säuerlichen Säfte, den Schleim, den Zucker, das fette Oel, das Eiweiss und den Kleber aus dem Pflanzenreiche, den Leim, den Faserstoff, das Eiweiss, den Käsestoff und das Fett aus dem Thierreiche als einfachste Nahrungsstoffe. Magendie und Prout versuchten zuerst eine Trennung aller dieser Nährstoffe in einzelne Classen; der erstere schied sie in solche, welche keinen oder wenig Stickstoff, und in solche, welche eine grosse Menge desselben enthalten; der letztere legte in richtigem Gefühle die Zusammensetzung der Milch als der einzigen fertig gebildeten ausschliesslichen Nahrung seiner Einteilung zu Grunde und unterschied Sacharina (Zucker, Stärke, Gummi), Oleosa (Oele und Fette) und Albuminosa (animalische Materien und vegetabilischen Gluten). Soviel war also allmählig klar geworden, dass nicht in allen Nahrungsmitteln der gleiche Nahrungsstoff verborgen ist; Niemand aber wusste, was alle diese Stoffe oder die Hauptgruppen bedeuten und welche weitere Verwendung sie im Organismus finden.

Die Meisten glaubten, sie verwandelten sich sämmtlich durch den Process der Verdauung und Assimilation in die stickstoffhaltige Substanz des Thierkörpers.

Der bedeutendste Physiologe seiner Zeit, Johannes Müller, liess noch im Jahre 1835 die genannten Stoffe durch eine Veränderung im Darm in das thierische Eiweiss übergehen: am nahrhaftesten sind ihm diejenigen, bei welchen die Reduction in Eiweiss am leichtesten stattfindet oder welche selbst eiweissartiger Natur sind. An die Stelle des allgemeinen in der Nahrung präexistirenden und nicht weiter zu verändernden Nährstoffs von Hippocrates trat somit das Eiweiss, welches ausschliesslich als nährend galt, und in welches jede nährend Substanz verwandelt werden muss; je entfernter daher eine Substanz in Hinsicht ihrer Zusammensetzung von dem Eiweiss steht, um so weniger ist sie nährend, da sie einen um so grösseren Aufwand der Verdauungskräfte zu ihrer Verwandlung in Anspruch nimmt. Zu der Ueberführung der stickstofffreien Stoffe ins stickstoffreiche Eiweiss hatte man aber Stickstoff nöthig; es blieb keine andere Wahl, als ihn aus der eingeathmeten Luft stammen, oder durch den *deus ex machina* der damaligen Zeit, die Lebenskraft, erzeugen zu lassen. Man war in der That fest überzeugt, dass die pflanzenfressenden Thiere und die von Reis und Mais lebenden Völker in ihrer Nahrung gar keinen Stickstoff aufnahmen, oder dass die Neger lange Zeit nur von Zucker sich nähren und die Caravanen bei ihren Reisen durch die Wüste während mehrerer Wochen keine andere Speise wie Gummi zur Verfügung hätten.

Das Bedürfniss die Richtigkeit dieser Ideen zu prüfen führte zu Versuchen an Thieren mit einfachen Nährstoffen, deren erste Resultate der eben geschilderten Lehre leicht hätten gefährlich werden können. Entsteht im Thier wirklich aus Zucker oder Fett Eiweiss, so muss man consequenter Weise annehmen, dass sie für sich auch den Körper erhalten. Als aber Magendie Hunde ausschliesslich mit stickstofffreien Stoffen, mit Rohrzucker, Gummi, Olivenöl, Butter etc. fütterte, magerten sie trotz guten Appetits allmählich ab und gingen nach 34 Tagen zu Grunde.<sup>1)</sup> Daraus schloss er anfangs und zwar mit Recht, dass der Stickstoff der Organe nur von den Nahrungsmitteln stamme und die stickstofffreien Substanzen sich im Thier

1) Aehnliche Versuche mit gleichem Resultat hatten Tiedemann und Gmelin an Gänsen, Macaire und Marcet an Hammeln gemacht. Man erzählt sich, dass der englische Arzt William Stark, welcher die Wirkung der in Qualität und Quantität verschiedenen Speisen an sich selbst untersuchte, nachdem er einen ganzen Monat nur Zucker verzehrt hatte, äusserst schwach geworden und kurze Zeit darauf als Opfer seiner Wissbegierde gestorben sei.

nicht in stickstoffhaltige umwandeln; es ist ein grosses Verdienst von ihm in Folge davon auf den Stickstoffgehalt der Vegetabilien, von welchen der Mensch und die Thiere leben, wie des Reises, des Maises, der Kartoffeln oder des Zuckerrohres hingewiesen zu haben. Damit war aber der Nutzen der stickstofffreien Stoffe der Nahrung, die doch in so grosser Menge genossen werden, ganz und gar illusorisch geworden.

Man wäre dadurch gewiss sofort zu der Einsicht von dem principiellen Unterschiede der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffe für den Körper gekommen, denn es wäre doch zu absurd gewesen, der Stärke, dem Zucker und den Fetten gar keine Bedeutung zuzuschreiben, wenn nicht weitere Beobachtungen dazwischen getreten wären, die einen Ausweg in anderer Richtung gestattet hätten. Es zeigte sich nämlich unerwarteter Weise, dass die Organismen auch bei ausschliesslicher Darreichung einer stickstoffhaltigen Substanz auf die Dauer nicht bestehen können. Gab Magendie Hunden nur weisses Waizenbrod, nur Käse, harte Eier oder ausgewaschenen Faserstoff, so wurden sie mager und verendeten unter allen Zeichen der Inanition; ein blos mit gekochtem Reis gefütterter Esel lebte nur 14 Tage lang; Kaninchen und Meerschweinchen starben Hungers, wenn sie nur von einer einzigen Substanz, z. B. von Waizen oder Hafer, Gerste, Kohl, Karotten frassen. Tiedemann und Gmelin konnten Gänse mit Eiereiweiss nur kurze Zeit am Leben erhalten; Clouet wurde, als er einen Monat lang nur Kartoffeln verzehrte, so schwach, dass er diese Diät nicht länger fortzusetzen vermochte. Aehnliche Erfahrungen hatte man mit der aus Knochen und Sehnen durch heisses Wasser ausgezogenen Leimgallerte gemacht, welche schon frühe von Dionys Papin als treffliche und wohlfeile Nahrung empfohlen und späterhin in Frankreich auf den Rath vieler ausgezeichneten Männer in Armenhäusern, Spitälern, Gefängnissen und in der Münzanstalt eingeführt worden war. Genaue Fütterungsversuche von Donné, Edwards und Balzac und der zweiten Gelatinecommission der französischen Akademie unter dem Vorsitze von Magendie wiesen aber nach, dass Menschen und Thiere mit Leim allein oder mit Brod und Leim nicht ernährt werden können.

Da also nach diesen Experimenten das stickstoffreiche Eiweiss den Körper ebensowenig erhält als stickstofflose Substanzen, so hatte jetzt der nach letzteren eintretende Tod nichts mehr so Auffallendes und man wurde nicht mehr zum

Schlusse gedrängt, dass sie bei der Ernährung eine andere Rolle spielen als die stickstoffhaltigen, sondern man konnte sich damit begnügen, eine gewisse Abwechslung und Mannigfaltigkeit in jeder Kost als nothwendig zu bezeichnen.

Mit einer solchen Annahme war aber nichts erklärt, man erfuhr nicht, woher es rührt, dass eine Mischung nährt, die einzelnen Bestandtheile aber nicht genügen. Wenn wir den Stand der Kenntnisse in unserem Gebiete um das Jahr 1840 nochmals bezeichnen sollen, so müssen wir sagen, dass man über die Ausscheidungswege der zu Verlust gehenden Substanzen und die Ursachen der Zersetzungen im Thier bestimmte Vorstellungen gewonnen hatte, dass man aber in der speciellen Ernährungslehre noch nicht über die ersten Anfänge hinausgekommen war; Niemand konnte z. B. angeben, warum wir diesen oder jenen Stoff essen, oder warum der eine Organismus sich mit Fleisch, ein anderer mit dem davon scheinbar ganz verschiedenen Heu erhält.

Dieses Dunkel sollte glänzend erleuchtet werden durch einen Mann, der in unserer Mitte weilt. Man wird mich nicht der niedrigen Schmeichelei bezichtigen, wenn ich der Verdienste des Lebenden und Gegenwärtigen gedenke, denn diese sind so allgemein anerkannt, dass sie der Geschichte angehören.

Durch die rapide Entwicklung der organischen Chemie, an welcher Liebig den hervorragendsten Antheil hatte, waren endlich die näheren Bestandtheile des Thier- und Pflanzenreiches genauer bekannt geworden; in der Nahrung der Pflanzenfresser fanden sich die gleichen Stoffe, wie in der der Fleischfresser; die interessantesten Zersetzungsprodukte des Thierorganismus wurden dargestellt und die Hauptbestandtheile des Leibes und der Nahrung hatten durch chemische Agentien im Laboratorium eine Reihe der merkwürdigsten Umwandlungen erfahren, wodurch die Beziehungen der mancherlei Stoffe zu einander klar hervortraten. Indem Liebig auf solcher Grundlage die durch die Nahrung eingeführten und die den Thierkörper zusammensetzenden Bestandtheile mit den intermediären und den zur Ausscheidung bestimmten Zersetzungsprodukten verglich, entwarf er in überzeugender Weise ein Bild des Werdens und Vergehens.

Das was vom Organismus zersetzt worden ist, muss ihm darnach wieder geliefert werden; derselbe nimmt dabei nicht Elemente oder niedere Verbindungen in

sich auf, um sie in höhere zu verwandeln, sondern er bedient sich der von der Pflanze für ihn bereiteten complicirten Stoffe. Da der Körper vorzüglich eiweissartige Substanzen, Fette, bestimmte Aschenbestandtheile und Wasser enthält und unbrauchbar macht, so dürfen diese in der Nahrung nicht fehlen.

Aus dem Eiweiss setzen sich die organisirten Formen des Körpers, an denen wir die Thätigkeitsäusserungen ablaufen sehen, zusammen; bei der nach Aussen sichtbaren Wirkung der Organe sollen die eiweisshaltigen Formen zerstört werden, so dass das Eiweiss der Nahrung nur dazu dient das durch die tägliche Arbeit, die Herz-, Athem- und übrigen Muskelbewegungen zu Verlust gegangene organisirte Eiweiss wieder aufzubauen; das Eiweiss ist daher das plastische Nahrungsmittel.

In den Körper wird aber meist ansehnlich mehr Sauerstoff aufgenommen, als das Eiweiss bis zu seiner Zerstörung in Beschlag nimmt, welcher sich vorzüglich mit den leicht verbrennlichen stickstofflosen Substanzen, den Fetten, oder den vom Darm aus aufgenommenen Kohlehydraten verbindet. Da das Eiweiss der Nahrung nur zum Wiederersatz des bei der Arbeit verlorenen Organisirten verwendet wird, so tragen die Fette und Kohlehydrate, indem sie verbrennen, zu der für das Bestehen des Organismus nöthigen Wärme bei, sie sind Respirationsmittel.

Der Schwerpunkt der letzteren Deduktionen liegt in der für alle Zeiten bleibenden scharfen Trennung der eiweisshaltigen und eiweissfreien Stoffe für die Zwecke der Ernährung; beide miteinander schützen den Körper vor Verlust, das Eiweiss tritt nur für Eiweiss ein, Fette und Kohlehydrate aber vermögen die Zerstörung des Körperfettes zu verhüten. Dadurch hatte man endlich einmal eine Vorstellung von der Rolle der gemischten Nahrung und der einzelnen Nahrungsstoffe gewonnen.

Für die Ernährungslehre waren durch Liebig's Ideen für lange die leitenden Gesichtspunkte hingestellt und Alles was die neuere Zeit hinzugethan, ist nur durch seine vorausgehenden Leistungen ermöglicht worden.

Die sofortige Anwendung seiner Lehren in der Praxis konnte nicht ausbleiben und die Erfolge in derselben bestätigten deren Richtigkeit und tiefe Bedeutung. Die Lehre vom Heuwerth, insoferne sie den Nährwerth nach dem Gewicht der ins

Blut resorbirbaren Stoffe berechnete, war natürlich nicht mehr zu halten; man musste die näheren Bestandtheile des Gemisches beachten. Man bestimmte daher, soweit es gieng, die Menge der verschiedenen Nahrungsstoffe in den Futtermitteln und nahm darnach die Mischung vor. Der ausgezeichnete Elsässer Landwirth und Gelehrte, Boussingault, hielt früher nur die stickstoffhaltigen Substanzen als entscheidend für den Nährwerth und entwarf demnach eine Heuwerthstabelle, aus der zu ersehen war, welches Gewicht irgend eines Futtermittels gleichen Stickstoffgehalt wie 100 Pfund Heu besass. Eine solche Vernachlässigung der stickstofffreien Stoffe war aber nicht lange möglich; Haubner, welcher den Männern der Praxis aufs Eindringlichste die Liebig'schen Grundsätze zur Beachtung empfahl, nahm neben den stickstoffhaltigen Stoffen auf die Fette des Futters Rücksicht; Wolff gebührt das Verdienst, ausser den Fetten auch die übrigen stickstofffreien Substanzen für die praktische Verwerthung in Betracht gezogen zu haben, indem er die in verdünnten Säuren und Alkalien unlösliche Holzfaser der Vegetabilien für unverdaulich ansah und die Futterarten nach ihrem Gehalt an Eiweiss, Fett und Stärkemehl so für einander eintreten liess, dass sie die gleiche Menge zur Ausnützung kommender Nährstoffe und diese in dem nämlichen Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien einschliessen, wie eine gewisse Quantität von Heu oder von einem Futter, das der Erfahrung nach günstige Resultate gab. Die nach einer solchen Berechnung entworfenen Nährtabellen schienen namentlich für die vegetabilischen Futtermittel von Bedeutung zu sein, da in letzteren die einzelnen Nahrungsstoffe in sehr ungleichen Verhältnissen vorkommen, und man nannte die nach diesem Princip eingeleiteten Fütterungen im Gegensatz zu denen nach dem Thaer'schen Heuwerth die nach chemischen Grundsätzen. Doch auch diese Rechnungen genügten, wie es jetzt erst klar wird, nicht die Gleichwerthigkeit verschiedener Futterarten festzusetzen; man hatte, um nur eines anzuführen, bis dahin blos das Futter und das Thier gewogen, als jedoch Haubner auch das Gewicht des Kothes nahm, ergab sich, dass ein ansehnlicher Theil der bei Aufstellung der Nährstofftabellen für unverdaulich gehaltenen Holzfaser von einigen Pflanzenfressern verdaut wird. Aber auch abgesehen davon, durch die genannten Zusammenstellungen erfuhr man höchstens die äquivalenten Futtermengen, jedoch nicht, welche Quantität und Qualität von Futter man darzureichen habe, um des besten Erfolgs sicher zu sein. Die Betrachtung der Zusammensetzung einer ausreichenden Nahrung hatte Liebig auf die Nothwendigkeit einer richtigen Mischung von Eiweiss und stickstofffreien

Stoffen aufmerksam gemacht. Man verstand in der Landwirthschaft sehr wohl die ausserordentliche Tragweite dieser Erkenntniss für die Fütterung der Thiere und fieng an in ausgedehntem Maasse mit allen möglichen Gemengen zu experimentiren, indem man das Resultat zum Theil durch Wägungen des Thiers, zum Theil durch Schlachtversuche zu übersehen suchte; man kam aber dadurch zu keinem Gesetz, nur zu Recepten, die sich noch dazu häufig widersprachen.

Es gieng, wie es anfangs in jeder Praxis der Fall ist; man trachtet so rasch als möglich ans Ziel zu gelangen und probirt, ohne einfache Fragen zu stellen und unter den complicirtesten Bedingungen, statt dass man zunächst letztere zerlegen und den Einfluss jeder derselben eruiren würde. So dachte man auch hier nicht daran, dass die Empirie bei der Zusammengesetztheit der vegetabilischen Nahrung, auf deren Prüfung der Praktiker vor Allem drängte, keine grosse Aussicht auf Erfolg versprach. Nichtsdestoweniger brachte die Beachtung der Proportion der beiden Nährstoffgruppen dem Züchter reichen Gewinn. Alle Erfahrungen wiesen darauf hin, dass darin eine der wichtigsten Wahrheiten verborgen liege, denn man erhielt nur bei einer bestimmten Mischung des Futters die grösste Ausnützung im Darm oder die grösste Zunahme des Gewichtes bei der Mästung; <sup>1)</sup> es sollte aber nicht so leicht sein, dieselbe zu enthüllen. Bei dem Bestreben, dasjenige Verhältniss der stickstoffhaltigen und stickstofflosen Stoffe, bei welchem mit möglichst geringen Mengen oder Kosten der gewünschte Effect erreicht wird, aufzufinden, machte man nämlich nach und nach die höchst unangenehme Beobachtung, dass dieses nicht für alle Fälle ein constantes sein darf, sondern je nach Art, Alter und Nutzung der Thiere ein verschiedenes sein muss. Bei einer solchen

---

1) Nach den höchst beachtenswerthen Versuchen Haubner's an landwirthschaftlichen Hausthieren ist eine gewisse Menge einer an Eiweiss reichen Substanz zur Ausnützung des Futters nothwendig; gab er Hämmeln 14 Tage lang nur Kartoffeln, so kamen sie ausserordentlich herunter, obwohl ein ansehnlicher Theil der letzteren unverdaut wieder abgieng; sobald er aber etwas eiweissreiches Futter, z. B. Erbsen, dazu setzte, kam auch die Stärke der Kartoffeln grösstentheils zur Ausnützung. Boussingault beobachtete, dass seine Schweine bei Fütterung mit Kartoffeln, in denen die beiden Klassen der Nährstoffe wie 1 : 8.7 sich verhalten an Gewicht abnahmen, aber bei einem Zusatz von Roggen, Erbsen, Molken etc., wodurch das Verhältniss wie 1 : 5.5 wurde, sich mästeten. Nach Jul. Lehmann nehmen Schweine bei einem Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Substanzen wie 1 : 9 weniger zu, als bei einem von 1 : 6, sie verloren dagegen wieder an Gewicht bei einem Verhältniss derselben von 1 : 3.

Sachlage wäre der Praktiker, auch wenn er tausende von Versuchen angestellt hätte, doch „nur im düstern und unbegrenzten Reiche der Möglichkeiten umhergeirret“ und wahrscheinlich nie zum Ziele gelangt.

Der Landwirth wurde so auf eine Bahn gedrängt, die der Physiologe seit einiger Zeit zu betreten angefangen hatte. Regeln für gewisse Fälle reichten ihm nicht mehr aus, die frühere Untersuchungsmethode, so bedeutend und verdienstlich ihre Resultate waren, gab ihm keine Antwort auf seine Fragen mehr, man musste auf dem langwierigen aber sichern Wege der Wissenschaft die Gesetze und Ursachen der Zersetzungen im Körper kennen lernen und zu allgemeinen Schlüssen sich erheben. Mit der Aufstellung einer bestimmten Mischung von stickstofffreier und stickstoffhaltiger Substanz war seiner Zeit viel genützt, jedoch nichts erklärt; nur die volle Erkenntniss der Bedeutung derselben konnte weitere Hülfe bringen. Die Bestrebungen der Praxis in unserem Gebiete sind, wie es immer bei vorgerücktem Zustande derselben geschieht, die gleichen wie die der Theorie geworden; die Praxis entwickelte sich anfangs bei dem unabweislichen Bedürfnisse nach Nahrung ungleich rascher als die Theorie, aber es ist die Zeit gekommen, wo ihr jede Errungenschaft der Wissenschaft tausendfältige Früchte trägt.

Liebig hatte nicht nur den ersten tieferen Einblick in die Stoffmetamorphose im Organismus gethan, und darauf weiter bauend die Nothwendigkeit der Zufuhr aller zu Verlust gehenden Stoffe betont, sondern auch das experimentelle Studium der Grösse der Zersetzungen angeregt.

Die den Körper verlassenden Produkte liefern uns jetzt das Maass für die stattgehabten Umsetzungen und den nothwendigen Bedarf. Der Verlust an Eiweiss ergibt sich aus dem Stickstoffgehalte des Harns und Koths, in denen, wie die mühsamsten Versuche bewiesen haben, aller Stickstoff der im Körper verbrauchten Substanzen ausgeschieden wird; der Verlust an stickstofffreien Stoffen erhellt aus den im zerstörten Eiweiss nicht enthaltenen übrigen Elementen durch eine Untersuchung von Harn, Koth und den Respirationsgasen. Man meinte im Anfange, es genüge sich zu überzeugen, wie in irgend einem Falle die Elemente der Nahrung auf die Ausgaben sich vertheilten, um die Umsatzgrösse des betreffenden Organismus ein für alle Mal zu erfahren; man machte daher solche Bestimmungen am Menschen,

Ochsen, Hunde, Pferde, der Katze etc. Nach den damals herrschenden Vorstellungen sollte nämlich der Stoffwechsel ein ziemlich gleichförmiger sein, weil man den des Eiweisses durch die Arbeitsleistung, den der Fette und Kohlehydrate durch die Sauerstoffaufnahme bedingt sein liess; jeder Ueberschuss in der Einnahme sollte einen Ansatz von Substanz zur Folge haben. Es trat aber nicht das ein, was man voraussetzte, denn der Verbrauch stellte sich bei dem gleichen Individuum, namentlich bei verschiedener Nahrungszufuhr ganz ausserordentlich verschieden heraus. Die früher mit grosser Mühe erhaltenen Zahlen galten daher nur für einen einzelnen Fall und gaben nur einen ungefähren Ueberblick über die Grösse des Verbrauchs; jetzt war es ernstlich geboten, die Sache eingehend zu verfolgen.

Was ist nun die Aufgabe der Wissenschaft in unserem Gebiete? Da die Nahrung einen Verlust vom Körper verhüten oder eine stoffliche Aenderung in ihm hervorbringen soll, so muss man den Stoffwechsel unter den mannigfaltigsten Bedingungen und Zuständen durch das Studium der Zersetzungsprodukte kennen lernen, und namentlich feststellen, wie viel dabei von jedem einfachen Nährstoff vom Darm aus in die Organe übergeht, welchen Einfluss auf die Umsetzung jeder derselben hat und wie sich dann genau gekannte Gemische verhalten. Beim fleischfressenden Thier gestalten sich die Verhältnisse ungleich einfacher als bei dem an eine zusammengesetzte Nahrung in höherem Grade gebundenen Pflanzenfresser, daher die Principienfragen wohl nur an ersterem gelöst werden können. Sind einmal die Hauptgesichtspunkte am Fleischfresser gewonnen, so handelt es sich zu ermitteln, welche Aenderungen die abweichenden Körperzustände des Pflanzenfressers bedingen; man wird auch bei letzterem von den einfachsten Fällen auszugehen haben, von der Fütterung mit einfachen Nährstoffen zu der mit zusammengesetzten Nahrungsmitteln fortschreiten und namentlich auch die Kenntnisse von den Bestandtheilen der pflanzlichen Nahrung, die noch sehr im Argen liegen, erweitern müssen; durch die Bemühungen von Grouven, Henneberg, Stohmann etc. ist für den Pflanzenfresser bereits ein viel versprechender Anfang gemacht worden. Wenn die genannten Erfordernisse erfüllt sind, so ergibt sich von selbst, welche Qualität und Quantität von Nahrung zur Erreichung eines bestimmten Zweckes zu geben ist.

Mehrere bedeutende Physiologen nahmen, die Wichtigkeit der Aufgabe erkennend, dieselbe in Angriff, so Frerichs, Bidder und Schmidt, und vor Allen ein

Mitglied unserer Akademie, Bischoff; sie bereiteten durch ihre Arbeiten die Pfade vor, durch deren Verfolgung und Verbreiterung wir jetzt eine bessere Einsicht in das anscheinend regellose Gewirre der Stoffzersetzen gewonnen haben und noch gewinnen werden.

Zunächst knüpfte sich an die nähere Untersuchung der unerwarteten Abhängigkeit des Verbrauchs des Eiweisses von der Zufuhr desselben eine neue Vorstellung von der Ursache der Umsetzung dieses wichtigsten Nahrungsstoffes. Da bei gesteigerter Aufnahme des Eiweisses entsprechend mehr zerstört wird, wenn auch der Organismus keine grössere Arbeit nach Aussen verrichtet, so war die frühere bis dahin geltende Ansicht über die Ursache der Eiweisszersetzung, nämlich die einer Abnützung des Organismus durch die Muskelarbeit aufs Tiefste erschüttert; man kann in der That durch reichliche Zufuhr trotz möglicher Ruhe so viel Eiweiss zum Zerfall bringen, dass bei der früheren Annahme in wenigen Tagen der ganze Körperbau eingerissen worden wäre. Man trennt sich aber, wie die Geschichte der Wissenschaft auf allen ihren Blättern zeigt, schwer von vorgefassten Meinungen, man modelt und bessert an alten Theorien, bis sie nicht mehr zu halten sind. So gieng es auch hier; denn statt gleich zu erkennen, dass die nach Aussen sichtbare Arbeit nichts mit der Zersetzung des Eiweisses zu schaffen hat, liess man einen constanten Theil des Eiweisses, messbar aus der Zersetzung beim Hunger, nach wie vor durch die gewöhnliche Thätigkeit der Organe verloren gehen; dieser Theil, meinte man, müsse allein durch die Nahrung wieder ersetzt werden, während der darüber hinausgehende Theil der Zufuhr überflüssig sei und im Blut verbrenne; dies nannte man Luxusconsumption.

Die Theorie von der Luxusconsumption des Eiweisses fand, weil sie über manche Schwierigkeiten hinwegzuhelfen schien, viele Anhänger, ja man kann sagen, alle Physiologen bis auf ganz vereinzelte Ausnahmen, hiengen ihr an. In der That, wenn es auch von vorn herein nicht sehr wahrscheinlich war, dass zwei ganz verschiedene, neben einander herlaufende Ursachen der Eiweisszersetzung existiren, von denen die eine in einer einfachen Verbrennung des sonst so schwer oxydirbaren Stoffes im Blute bestehen sollte, so entsprach doch die Abnützungstheorie noch weniger den Thatsachen.

Der Theorie von der Luxusconsumption wurden jedoch nach und nach die Grundlagen entzogen.

Es zeigte sich, dass der Eiweissverbrauch eines hungernden Organismus keineswegs das Maass des zum Leben nothwendigen Bedarfs darstellt, sondern dass vielmehr eine ihm entsprechende Menge, für sich allein oder mit beliebig viel stickstoffreicher Substanz gereicht, nicht vor dem Hungertode schützt; jeder Versuch ein Thier nach den Grundsätzen der Luxusconsumption zu füttern, hätte das klägliche Ende genommen.

Es ist ferner auch die höchste Zufuhr und Zersetzung des Eiweisses nicht ein Ueberfluss, der ebensogut hätte wegbleiben oder durch andere Stoffe hätte ersetzt werden können, da jede Vermehrung von Eiweiss in der Nahrung alsbald den Stand desselben in den Organen erhöht, zu dessen Erhaltung fortwährend die grössere Eiweissmenge zugeführt werden muss; sobald man weniger giebt, sinkt der Eiweisstand im Körper wieder herab, d. h. die frühere Menge, mag sie im Blute oder dem Darm, oder irgendwo anders zerstört worden sein, war nöthig, um den ihr entsprechenden Reichthum an Eiweiss im Körper zu erhalten; es könnte sich höchstens fragen, ob die Ansammlung des letztern nicht ein Luxus war. (B. u. V.<sup>1)</sup>)

Aber auch der Anschauung, nach welcher die nach Aussen sichtbare Arbeitsleistung die Ursache der Eiweisszersetzung ist, fiel die letzte Stütze mit dem Nachweis, dass auch bei der grössten und anhaltendsten Muskelanstrengung bei gleicher Nahrungszufuhr nicht mehr Eiweiss verbraucht wird als bei möglichster Ruhe. Die Leistungen des Körpers sind sekundäre Erscheinungen, die in nicht höherem Grade auf die Faktoren der Stoffzerstörung influiren, wie die Schnelligkeit des Fahrens einer Lokomotive auf die Verbrennung der Kohle im Heizraume; darum trennen wir auch mit Absicht die Frage nach der Ursache des Zerfalls der Stoffe vollständig von der schwierigen nach ihren Wirkungen; die ganze Lehre von der

---

1) Die Darlegung der hier vorgetragenen Gesetze der Ernährung ist nach den zum Theil noch nicht veröffentlichten Untersuchungen des Redners entworfen; um Weitläufigkeiten zu vermeiden, ist das, was er mit Bischoff arbeitete, durch (B. u. V.), das mit Pettenkofer gemeinschaftlich Eruirte mit (P. u. V.) bezeichnet.

Ernährung hat mit den Wirkungen im Körper nicht das Mindeste zu thun, es handelt sich bei ihr nur darum, was muss man zuführen, um den Körper in den gewünschten stofflichen Zustand zu versetzen.

Die Bedingungen des Eiweisszerfalls sind offenbar in den Elementartheilen der Organe gegeben, welche die Heerde für alle Veränderungen und Thätigkeiten sind; die Summe der Wirkungen aller der Tausende von kleinen Werkstätten stellt das Gesammtleben des Organismus dar. Es findet dabei in erster Linie nicht eine Verbindung mit dem Sauerstoff, sondern ein Auseinanderfallen in Componenten statt, die unter Umständen auch unoxydirt bleiben können. (P. u. V.)

Durch die Eigenthümlichkeiten der zelligen Gebilde ist in ihnen die Möglichkeit für die Zersetzung eine ganz andere als ausserhalb. Nichts schützt unter gewöhnlichen Umständen mehr vor der Verbrennung als ein Gehalt an Stickstoff, keine Substanz wird aber im Körper unter gewissen Umständen leichter zerstört als das Eiweiss. Das Wasserstoffgas ist das leicht oxydirbarste Gas, welches wir kennen und doch kann es im Tag zu Hunderten von Litern unverändert den Körper verlassen. (P. u. V.)

Wo das Auge des Laien Ruhe sieht, kennt das des Eingeweihten bis in die unendlich kleinsten Theilchen rastloses Hin- und Hergehen und die complicirtesten aller Processe. Ein mächtiger Strom eiweisshaltiger Flüssigkeit verlässt beständig das Blut, badet die Organe und kehrt wieder zum Blute zurück. Auf diesem Wege und bei der Wechselwirkung der Zellen mit dem Plasma tritt die Zerlegung des flüssigen, nicht des organisirten Eiweisses ein, vielleicht auf ähnliche Weise, wie wir bei unseren relativ groben osmotischen Versuchen oder durch Haarröhrchenanziehung Trennungen von chemischen Verbindungen bewirken können. Empfängt das Blut mehr Eiweiss von der Nahrung, so setzt es sich rasch mit den Organen, mit welchen es in Folge des in wenigen Sekunden seine Bahn im ganzen Körper beschreibenden Kreislaufes in untrennbarer Beziehung steht, ins Gleichgewicht; dadurch schwillt der durch die Organe gehende Strom an, und es wird mehr Eiweiss in die Bedingungen der Zersetzung hinein gezogen.

Wenn ich die Thatsachen richtig interpretire, so kommt unter obige Bedingungen täglich ein kleiner etwa 1% betragender Bruchtheil der grossen Menge des

in den Organen fester gebundenen Eiweisses und etwa 80 % eines beweglicheren immer zur Cirkulation bereiten an Menge nie sehr bedeutenden Vorraths. Es kommt also ganz darauf an, wieviel Organ- und Vorrathseiweiss in einem Körper vorhanden ist oder wieviel von dem Eiweiss der Nahrung zum einen oder anderen sich gesellt, daher eine scharfe Scheidung zwischen beiden gemacht werden muss. Durch diese aus den Versuchsergebnissen mit Nothwendigkeit hervorgehende Annahme lassen sich viele bisher unbegreifliche Erscheinungen des Stoffwechsels auf überraschende Weise erklären.

Nach mehrtägigem Hunger ist der vergängliche Vorrath verzehrt, aber von den täglich nur wenig verlierenden Organen wird bis zum letzten Athemzuge weggenommen; der Verbrauch ist daher unter solchen Verhältnissen ein geringer. Wird aber Nahrung gegeben und zwar ausschliesslich eiweissartige Substanz, so vermehrt diese zum weitaus grössten Theil nur den Vorrath und fällt somit der Zersetzung anheim; man muss darum sehr viel reine Eiweissnahrung einnehmen, um schliesslich den Verlust an Organeiweiss zu decken und stellt auch durch die grösstmögliche Quantität derselben doch nie einen an Organeiweiss reichen Körper her. Durch wachsende Zufuhr von Eiweiss kann wegen der Vergrösserung des Vorraths der Umsatz in dem gleichen ruhenden Organismus um das 15 fache steigen, ohne dass man irgend eine auffallende Erscheinung wahrnimmt. Ist der Vorrath durch reichlichen Zufluss angewachsen, so ist man genöthigt, wenn er nicht wieder abnehmen soll, diejenige Menge Eiweiss, welche ihn erzeugt hat, fortwährend darzureichen; dadurch wird der Stand des Vorrathseiweisses im Körper höchst vollkommen regulirt; denn sollte er auch einmal durch ein splendides Mahl sich erhöht haben, so brauchen wir nicht dafür zu sorgen, uns desselben durch Arbeit oder Hunger zu entledigen. Alle Momente, welche die Cirkulation des Eiweisses und den Uebergang von Organeiweiss in Vorrathseiweiss begünstigen, rufen einen grösseren Eiweissumsatz hervor, wie z. B. Genuss von Salzen, reichliches Wassertrinken, entzündliche Processe oder pathologische Veränderungen in den Geweben.

Beim Hungern wird neben dem Organeiweiss durch den in Ueberschuss in den Körper gelangten Sauerstoff das aufgespeicherte Fett angegriffen. Man ist wohl im Stande, durch eiweissartige Kost allein diesen Verlust aufzuheben (P. u. V.), aber es wäre nicht die beste Art der Ernährung, denn eine solche Nahrung ist

schwierig zu beschaffen, sie muss in bedeutenden Mengen verzehrt werden, um durch die Herstellung eines für die meisten Fälle unnöthig grossen Eiweissvorraths zu zerfallen, und sie erhält nur einen schon kräftigen Körper auf seinem Bestande.

Man weiss aus vielfältiger Erfahrung, dass man einen Theil des Eiweisses aus der Nahrung weglassen und durch stickstofffreie Substanzen, Fette oder Kohlehydrate, ersetzen kann. Die letzteren sind nur bis zu einer gewissen Grenze für Eiweiss äquivalent, denn auch bei der grössten Zufuhr derselben wird immer noch von den eiweisshaltigen Organen gezehrt (B. u. V.). Die von der Nahrung stammenden Fette und Kohlehydrate treten dem Sauerstoff gegenüber für das Fett des Körpers ein; es war aber bis jetzt unerklärlich, warum sie auch Eiweiss ersparen und dessen übermässige Darreichung unnöthig machen. Man meinte, die stickstofffreien Stoffe nähmen den Sauerstoff für sich in Beschlag und entzögen ihn so dem Eiweiss; der Zerfall des Eiweisses ist aber nicht von einem Sauerstoffüberschuss abhängig und die genannten Substanzen verbrennen nicht leichter als das cirkulirende Eiweiss. Es ist dieser Erfolg vielmehr bedingt durch den Uebergang eines Theils des rasch sich zersetzenden Vorrathseiweisses in stabiles Organeiweiss. Während nämlich mit Eiweiss allein wegen Erzeugung von Vorrathseiweiss der Verlust von Organeiweiss und Fett nur schwer aufgehoben werden kann, wird bei der Zumischung einer bestimmten Menge der genannten stickstofffreien Substanzen das aus der Nahrung ins Blut gelangte Eiweiss zum guten Theile zu Organeiweiss und es genügt daher eine viel geringere Menge davon (nur etwa doppelt so viel als beim Hunger verbraucht wird) das abgegebene Organeiweiss zu ersetzen; Fette und Kohlehydrate vermögen für einen Theil, Leim für die ganze Quantität des Vorrathseiweisses einzutreten. Nicht die absolute Menge stickstoffloser Substanz bedingt den Uebergang ins Organ oder den Vorrath, sondern die Relation zum Eiweiss; auch bei der grössten gleichzeitigen Fettzufuhr kann das Eiweiss zum Vorrath sich mengen, sobald es in verhältnissmässig bedeutender Quantität gereicht wird. In einem fetten Körper bildet darum eine gewisse Gabe von Eiweiss fast nur Organeiweiss, während in einem fettarmen vor Allem der Vorrath vermehrt wird und zuletzt auch die grösste Menge Eiweiss nicht mehr zur Deckung des Organeiweissverlustes hinreicht. Dies ist zum Theil der Grund, warum bei den früheren Versuchen mit reiner Eiweissfütterung die Thiere zu Grunde gegangen sind. Dadurch wird erst die wichtige Bedeutung des Fettes in der Nahrung und im Körper

deutlich, und klar, wesshalb bei Jagdvölkern das an einzelnen Theilen der erbeuteten Thiere abgelagerte Fett zu den gesuchtesten Leckerbissen gehört. Der Arzt, welcher einen namentlich an Fett herabgekommenen Reconvalescenten wieder in die Höhe zu bringen hat, muss der richtigen Beimischung von Fett und Kohlehydraten zum Eiweiss das höchste Augenmerk schenken; eine einseitige Vermehrung des Eiweissvorrathes würde den von der Krankheit Erstandenen dem Hungertode weihen.

Die Menge des Organeiwisses an einem Körper und der für ihn nothwendige Vorrath bestimmen bei einer rationellen Nahrung die Grösse der Eiweisszufuhr. Die Zugabe von stickstofffreien Stoffen richtet sich nach der Quantität des Sauerstoffs, mit dem erstere sich verbinden. Die Gesetze der Zerstörung der stickstofflosen Substanzen und der Sauerstoffverzehrung können nur gefunden werden mit Hülfe eines Apparates, welcher den Eintritt und Austritt der gasförmigen Bestandtheile in und aus dem Körper zu verfolgen erlaubt; einen solchen von hoher Vollkommenheit, mit dem namhafte Resultate bereits gewonnen worden sind, gebaut durch die mit seltener Freigebigkeit der Wissenschaft von unserem unvergesslichen König Max II. gewährten Mittel, verdanken wir der Einsicht und Erfindungsgabe Pettenkofers.

Je mehr Masse die Organe besitzen und ein je grösserer Bruchtheil des Gesamtblutes in einer gewissen Zeit die Lungen passirt, desto höher ist im Allgemeinen das Maximum des aufnehmbaren Sauerstoffs, es nimmt unter sonst gleichen Umständen ab mit der Menge des im Organismus vorhandenen Fettes oder der Einfuhr stickstofffreier Substanz in der Nahrung. Die wirkliche Aufnahme nährt sich dem möglichen Maximum durch reichliche Zufuhr von Nahrung, namentlich von Eiweiss und durch einen veränderten Athemrythmus, wie bei der Muskelthätigkeit. Die Oxydation im Körper ist merkwürdiger Weise nicht direkt abhängig von der momentanen Sauerstoffabsorption ins Blut, sondern es befindet sich in den Organen ein ansehnlicher Vorrath des verdichteten Gases, welcher verwendet und durch die Arbeit der Blutkörperchen wieder ergänzt wird. (P. u. V.)

Es ist, wie gesagt, in den meisten Fällen nicht günstig, den überschüssigen Sauerstoff nur durch Vorrathseiwiss in Beschlag nehmen zu lassen. Der Leim kann zwar für alles Vorrathseiwiss eintreten, und wie die Fette und Kohlehydrate,

nur in geringerem Maasse, Sauerstoff binden, jedoch so wenig wie letztere das Organeiwiss ersetzen. Zwei Theile Stärke leisten im Körper des Fleischfressers das gleiche wie ein Theil Fett (P. u. V.); die vorzüglich von Kohlehydraten sich nährenden Pflanzenfresser müssen daher grosse Quantitäten davon aufnehmen. Zusammengesetzte Nahrungsmittel sind nur bei dem gleichen Verhältniss der stickstofflosen und stickstoffhaltigen Stoffe äquivalent; das stickstoffreichere Brod z. B. wird nur durch Zusatz von Kohlehydraten den Kartoffeln gleichwerthig.

Die Zufuhr darf nach diesen Erfahrungen nicht gleichmässig zusammengesetzt sein, sondern sie muss je nach den Bedingungen sehr verschieden eingerichtet werden. Für jeden Organismus mit seiner bestimmten Masse von Organ- und Vorrathseiwiss, von Fett etc. giebt es ein Ideal der Nahrung, d. i. die geringste Menge Eiweiss, welche man bei Zusatz der geringsten Menge von Leim, Fett oder Kohlehydraten braucht, um den Bestand der Stoffe in ihm zu erhalten oder anderen Anforderungen zu genügen.

Ein grosser Körperbau mit entwickelten Organen bedarf bei gleicher relativer Zusammensetzung mehr als ein gracilerer. Ein abgemagerter Reconvalescent setzt deshalb bei einer kärglichen Kost schon an und erkräftigt sich, mit der er in gesunden Tagen darbt; würde er so viel zur Erzeugung neuer Substanz bedürfen wie normal, so würde er in seinem geschwächten Zustande die Nahrungsmasse nicht bewältigen können.

Verlangen wir Leistungen vom Körper, so muss mehr Vorrathseiwiss vorhanden sein, d. h. es muss verhältnissmässig immer mehr Eiweiss dargereicht werden, wenn auch ausserdem zur Beschlagnahme des in reichlicherem Maasse verzehrten Sauerstoffs noch viel stickstoffreies Material nöthig ist; einem arbeitenden Pferd setzt man Hafer zu und das Regime englischer Boxer und Rennpferde ist vorzüglich auf die Vermehrung des schnell verwendbaren Vorrathseiwisses gerichtet. Ein nicht arbeitender Organismus braucht keinen Vorrath, es ist genügend eben nur dem Verlust von Organeiwiss vorzubeugen und dies geschieht durch Zusatz stickstoffreicher Stoffe zu wenig Eiweiss.

In einem kalten Klima ist man der grossen Wärmeverluste halber genöthigt, viel zu essen und zwar vorzüglich Fett, weil dieses bei gleichem Sauerstoffverbrauch

ansehnlich mehr Wärme liefert als die Kohlehydrate. Ein Eskimo soll nach glaubwürdigen Aussagen im Stande sein täglich acht bis zehn Pfund thraniges Wallrossfleisch zu verzehren. Nicht die Kälte macht den grösseren Stoffumsatz oder eine dadurch bedingte Vermehrung der Sauerstoffaufnahme, wie man sich meist vorstellt, sondern zunächst die reichliche Nahrung. Wer nicht die Fähigkeit besitzt, bedeutende Massen zu verdauen und zu zersetzen und wer nicht durch eine kleine Oberfläche und ein dickes Fettpolster vor allzu grosser Wärmeabgabe geschützt ist, der kann in den Polargegenden nicht bestehen. Die erfahrenen englischen Kapitäne wissen dies wohl, denn es werden für die Nordpolexpeditionen die Matrosen sorgfältig in dieser Beziehung geprüft und ausgesucht.

In den Tropen geniesst man Stoffe, welche bei der Bindung des Sauerstoffs die geringste Wärme geben, also Kohlehydrate, Pflanzensäuren etc.; man verzehrt ausserdem möglichst wenig Eiweiss, um die Sauerstoffaufnahme niedrig zu halten. Viele Völker des Erdballs geniessen desshalb eine Nahrung mit einem vorwiegenden Gehalt an Kohlehydraten: der Hindu lebt von Reis, der Südägyptier von Datteln, der Mexikaner von Mais oder Bananen. Die Kost der Bewohner der Pole würde wegen der unmässigen Wärmeentwicklung diejenigen der Aequatorialzone in kurzer Zeit tödten.

Von der tiefsten volkswirtschaftlichen Bedeutung ist die Erkenntniss der Bedingungen der Bereitung von Fleisch und Fett, der Gesetze der Mästung oder der Milcherzeugung.

Dass das Eiweiss und die stickstoffhaltigen Materien im Thierkörper nur aus Eiweiss hervorgehen, darüber ist man schon lange einig; grosse Differenzen herrschen aber bis jetzt über die Materialien, aus denen das Fett hervorgeht, und doch ist es für die Praxis so unendlich wichtig, gerade hierüber sichere Kenntniss zu besitzen. Man hatte anfangs die Ansicht, welche vorzüglich von zwei ausgezeichneten französischen Chemikern, Dumas und Boussingault, vertheidigt wurde, das Fett bilde sich nur aus dem eingeführten Fett. Liebig aber erkannte bald das Ungenügende dieser Anschauung; er wies auf's Ueberzeugendste nach, dass das Fett der Nahrung, namentlich bei den Pflanzenfressern, bei Weitem nicht zur Erzeugung des im Körper abgelagerten Fettes hinreiche und dass die Kohlehydrate

von dem grössten Einflusse für den Fettansatz seien. Aus diesen fest stehenden Thatsachen zog man den Schluss, das Fett bilde sich grösstentheils auf Kosten der sauerstoffreichen Kohlehydrate durch Austreten von Sauerstoff in der Form von Kohlensäure. Liebig hatte auch auf die Möglichkeit der Fetterzeugung aus Eiweiss hingewiesen, und es sammelten sich nach und nach allerlei Anhaltspunkte für die Richtigkeit dieser Anschauung, aber es bewiesen erst Respirationsversuche für den Fleischfresser den Ansatz einer ansehnlichen Fettmenge aus Eiweiss, und zwar dann, wenn der eintretende Sauerstoff nicht genügt den aus dem Eiweiss bei seiner Zersetzung sich abspaltenden an Kohlenstoff reichen Stoff zu oxydiren; ein Fleischfresser ist nicht im Stande aus Kohlehydraten Fett zu machen. Aber auch für den Pflanzenfresser ist das Gleiche im höchsten Grade wahrscheinlich gemacht, insoferne der Eiweiss-, Fett- und Zuckergehalt der Milch einer guten Kuh, deren Drüsensekret das repräsentirt, was bei einer Mästung aufgespeichert werden kann, völlig durch das zerfallende Eiweiss und das resorbirte Fett geliefert wird. Den Kohlehydraten bleibt darnach nur die Aufgabe das aus dem Eiweiss hervorgehende oder mit der Nahrung zukommende Fett vor der Verbrennung zu schützen; sie behalten nach wie vor ihre volle Bedeutung für den Fettansatz, nur sind sie nicht selbst das Material, aus welchem das Fett hervorgeht. Daraus erhellt aber erst die Wichtigkeit des Eiweisses für die Mästung oder die Milcherzeugung, wenn man fettarme Pflanzentheile füttert; jeder Züchter weiss, dass Thiere mit eiweissarmem Futter, auch bei einer noch so grossen Menge von Kohlehydraten, sich nicht mästen und der Milchertrag mit dem Eiweissgehalt des Futters zunimmt.

Auch über die Ursachen der Fleisch- und Fettbereitung war man lange ungenügend unterrichtet. Nach der früheren Theorie nahm man an, dass jede grössere Zufuhr von Eiweiss einen Ansatz desselben bewirke, man hätte daher durch möglichst viel Eiweiss in der Nahrung und durch Zufügung von Fett oder Kohlehydraten zur Bildung von Fett am raschesten und besten zum Ziele kommen sollen. Später, als der Einfluss der Nahrung auf den Eiweissumsatz bekannt wurde, war man über die Bedingungen des Ansatzes von Substanz ganz im Unklaren. Dies ist jetzt anders geworden. Bei der Mästung handelt es sich um Ansammlung von Organeiwiss und von Fett. Ersteres wird aber nur dann im Ueberschuss erzeugt, wenn Fett und Kohlehydrate in solcher Menge beigemischt sind, um die Bildung des schlimmsten Feindes der Mästung, des Vorrathseiwisses, welches

grösstentheils gleich wieder untergeht und noch dazu durch Herbeiziehung von viel Sauerstoff den stickstofflosen Materien gefährlich wird, möglichst hintanzuhalten. Bei einer bestimmten Menge in's Blut gelangender stickstofffreier Substanzen darf der Eiweissgehalt eine gewisse Grenze nicht überschreiten, wenn nicht Vorrath entstehen soll, der jeden dauernden Ansatz vernichtet; ich habe bei fleischfressenden Thieren bei einer Fütterung mit 1 Pfund Fleisch und  $\frac{1}{2}$  Pfund Fett noch nach vielen Wochen reichliche Mästung erfolgen sehen, während bei der nämlichen Fettmenge, aber einer vierfach grösseren Fleischaufnahme in wenigen Tagen der Beharrungszustand eingetreten war. Sucht man dieser Gefahr für die Mästung auszuweichen, so verfällt man leicht in den entgegengesetzten Fehler, man giebt zu wenig Eiweiss und wird kaum den Eiweissverlust vom Körper verhüten, aber keinen Ansatz von Eiweiss und bei Fütterung mit Kohlehydraten auch keinen von Fett bewirken. Das Wichtigste bei der Mästung ist die Beachtung der richtigen Mischung der Nährstoffe; es sind in der Praxis schon vielfältig Erfahrungen darüber gemacht worden, dass eine übermässige Steigerung des Eiweisses oder eine zu geringe Menge desselben jede weitere Produktion abschneidet, aber man wusste den Grund nicht, konnte also der Gefahr nicht ausweichen. Wenn in einem Körper verhältnissmässig viel Fett angehäuft ist, bildet sich, wie ich schon früher angedeutet habe, auch bei grösserer Eiweisszufuhr nur Organeiweiss, es wird aber auch des geringeren Sauerstoffzutritts halber weniger stickstoffreies Material zerstört. Dies erklärt auch die unzählige Male beobachtete Thatsache, dass wir fette Leute bei einer Nahrung fortwährend dicker werden sehen, bei welcher Magere mit viel Vorrathseiweiss eben den Bedarf decken. Daher ist es zweckmässig, bei Beginn der Mästung so wenig als möglich Eiweiss zu geben, ja sogar vielleicht weniger als zur Beharrung nothwendig ist; später kann man dann, ohne Bildung von Vorrathseiweiss befürchten zu müssen, mehr Eiweiss darreichen; im Verlaufe der Mast bleibt die Mischung von Fleisch und Fett im Körper nicht immer die gleiche, es ist daher darnach die Mischung der Futterstoffe zu richten. Es ist die Aufgabe bei der Mast stets die Mischung zu kennen, bei welcher der Verlust von Organeiweiss durch die geringste Eiweissmenge ersetzt und durch das überschüssige Eiweiss das Maximum des Ansatzes von Organeiweiss bei grossen Quantitäten stickstofffreier Stoffe erreicht wird. Bei einer auf richtige Grundsätze basirten Mästung werden wir wohlfeiler als jetzt Fleisch und Fett erzeugen; bei jeder Bildung von Vorrathseiweiss geht eine Masse von Eiweiss und Fett unnütz zu Grunde, denn

sie dienen in diesem Falle nur dazu Effekte zu erzeugen, welche man nicht werthen will.

Um einen fetten Körper mager zu machen, muss man den umgekehrten Weg einschlagen. Der bekannten Banting-Kur, bei welcher man vorzüglich eiweisshaltige Stoffe und wenig Fette und Kohlehydrate giebt, liegen die genannten Prinzipien zu Grunde. Man hat gesagt, die Erfolge dieser Methode liessen sich nach den früheren Lehren von den Zersetzungen im Organismus völlig erklären; dies ist jedoch erst durch die neueren Erfahrungen möglich. Nach jenen Grundsätzen hätte man bei wenig stickstofffreien Substanzen in der Nahrung keinen weiteren Zuwachs an Fett oder allenfalls wie bei einer Hungerkur eine Abnahme des schon bestehenden erwarten können; zu was aber die reichliche Eiweisszufuhr dienen soll, das war nicht zu sagen. Durch die letztere sucht man, wie jetzt leicht ersichtlich ist, das Verhältniss der beiden Nährstoffgruppen zu ändern und möglichst viel Vorrathseiweiss zu erzeugen, unter dessen Einfluss mehr Sauerstoff in den Körper gezogen und vom aufgespeicherten Fett verbrannt wird. (P. u. V.) Dadurch ändert sich die Relation von Eiweiss und Fett im Körper anfangs langsam, später immer rascher, indem sich wegen des Fettverlustes bei der gleichen Eiweissmenge der Nahrung mehr und mehr Vorrath ansammelt; zuletzt geht selbst ein Theil des durch das Fett vorher aufgespeicherten Organeiwisses in Vorrathseiweiss über. Auf diese Weise steigert sich nach und nach Alles, um den wunderbaren Effekt hervorzubringen.

Nachdem die Betheiligung und der Werth der einzelnen Bestandtheile der Nahrung bei den Zersetzungen im Körper festgestellt und das Verständniss der Bedeutung der verschiedenen Combinationen derselben gewonnen worden ist, wird man unter Zugrundelegung der Erfahrungen über den mittleren Stickstoff- und Sauerstoffverbrauch und die Aufnahmefähigkeit des Darms für verschiedene Substanzen einem mittleren Individuum die richtige Nahrung für jeden Zweck leicht so mischen können, um mit möglichst geringem Aufwand den Anforderungen zu genügen.

Die Menschen geniessen heut' zu Tage im Durchschnitt nicht nur eine bessere Kost, sondern auch eine an Eiweiss reichere wie sonst, wo Brod und Vegetabilien

den Haupttheil ausmachen. Diese Aenderung hängt innig zusammen mit den gesteigerten Anforderungen, welche die Civilisation jetzt an den Einzelnen macht. Es ist etwas Anderes, eben sich bei mässiger Leistung zu erhalten, als den Leib zu intensiver Anstrengung zu befähigen. Während ehemals das Dasein einförmiger dahinfloss, bestürmen uns fortwährend Tausende von Eindrücken; wir erleben und schaffen wegen der Masse der Erfahrungen in derselben Zeit mehr wie unsere Vorfahren und brauchen dazu vorzüglich Vorrathseiwiss in unserem Körper, wie uns vor Allem der energische Engländer beweist.

Wir benützen deshalb viel mehr die eiweissreichere, leichter den Vorrath erzeugende thierische Nahrung. Ein pflanzenfressendes Thier muss für uns die geringe Eiweissmenge der Pflanze auslaugen und zu dem concentrirteren Fleische sammeln und es muss uns das Fett bereiten, indem es dabei Eiweiss und die Kohlehydrate der Pflanze verbrennt. Trotz des Umweges und des grossen Verlustes an Substanz finden wir es doch vortheilhafter diese Arbeit unserem Körper zu ersparen, damit ihm seine Kräfte für etwas Anderes, Wichtigeres verbleiben.

Ein Uebermaass von Kartoffeln, Brod etc. etc., wie es so häufig nicht nur aus Armuth, sondern aus einem eingerosteten, verdammenswerthen Vorurtheil gegessen wird, macht den Körper arm an fester Substanz, an Eiweiss und Fett, häuft dagegen Wasser in ihm an, so dass er untauglich zu Anstrengungen wird und krankmachenden Einflüssen nicht widersteht; ganze Bevölkerungen und Generationen dienen uns leider zum sprechenden Beweise dafür. Zu allem dem ist jene Nahrung der grösste Luxus, da nahezu ein Drittheil derselben unverändert als Koth wieder entfernt wird und um den Kaufpreis dieses Ueberschusses, welcher unbenützt verloren geht, die Kost sich leicht wesentlich verbessern liesse. Man kennt auch in bemittelten Familien noch lange nicht genügend den Werth einer richtigen Ernährungsweise, indem man meist nur das Quantum und nicht das Quale beachtet und nicht daran denkt, wie schlecht angewendet hierin ein Sparen ist, das unfehlbar dem Arzt und Apotheker den Gewinn zuträgt und einen schwächlichen Leib zurücklässt, der nicht im Stande ist, sich reichlichen Verdienst zu erwerben. Wir sind genöthigt sogenannte Genussmittel, wie Kaffee, Thee, Tabak zu uns zu nehmen, um das Gehirn und die Nerven in die Disposition zu versetzen, den erhöhten Zumuthungen bereitwilliger Folge zu leisten; sie haben mit der eigentlichen Ernährung,

dem Ersatz von Stoff nichts zu thun, und man braucht unter ihrem Einflusse nicht weniger Nahrung, als sonst. Auch auf die Zubereitung der Speisen, die Entfernung des Unverdaulichen, die gehörige Zurichtung, um sie in leichter angreifbaren Zustand zu bringen und unseren Organen so wenig als möglich Arbeit zu übertragen, die Zufügung von Stoffen, welche die Verdauungssäfte zur Absonderung bringen, muss sorgsam Rücksicht genommen werden. Den Frauen ist als eine der wichtigsten und folgenreichsten Aufgaben gestellt, die bis jetzt nur Wenige erkannt haben, unsern Kindern durch eine vernünftige Ernährung einen Körper zu erziehen, welcher einen reinen und starken Geist in sich einzuschliessen vermag.

Je nach der Intensität der Säfteströmung richtet sich die Zersetzung in jedem Organe. Indem durch eine Drüse, einen Muskel bei der Thätigkeit mehr Blut läuft als bei der Ruhe, vertheilt sich das Blut und die Zersetzung zu verschiedenen Zeiten im Körper höchst ungleich. Wenn wir in voller Verdauung begriffen sind, finden wir die Gefässe des Darms und seiner Drüsen strotzend mit Blut gefüllt, ein ansehnlicher Bruchtheil des Gesamtblutes wird dahin abgeleitet, um die mannigfaltigsten Geschäfte zu übernehmen; wir sind dann nicht im Stande andere körperliche oder geistige Arbeiten zu leisten, wenn wir nicht die Verdauung unterbrechen wollen; das alte Sprüchwort: *post coenam stabis, seu passus mille meabis* enthält eine der weisesten Lehren. Bei anstrengender Thätigkeit der Muskeln kann die unseres Gehirnes nicht so lebhaft sein. Es ist eine bitter an der ganzen Nation sich rächende Verkennung der Naturgesetze, den Denkern, die die Völker mit einem Reichthum von Mitteln beschenken, aus denen sie für alle Zeiten die grössten materiellen Vortheile ziehen, Arbeiten, welche Andere ebensogut verrichten können, zuzumuthen oder ihren Geist durch die Sorge um's tägliche Brod von seiner wahren Aufgabe abziehen zu lassen.

Ich hoffe zur Genüge dargethan zu haben, welche unberechenbare Wichtigkeit für das allgemeine Wohl eine richtige Anschauung von den Gesetzen der Ernährung hat. Die Erhaltung und Zunahme der Bevölkerung hängt zunächst von der Möglichkeit ab die Produktion der Nahrung mit den geringsten Mitteln zu erreichen oder so sehr als möglich zu steigern. Nur eine gehörige Ernährung befähigt uns, die Kraft für unsere Aufgabe zu gewinnen und giebt uns den besten Schutz gegen die alterirenden Einwirkungen der Aussenwelt. Die Processe bei der Krankheit

sind Abänderungen der normalen Prozesse der Ernährung und Zersetzung; die Einsicht in die Vorgänge bei der Krankheit führt uns daher allein auf den sichern Weg zur Heilung derselben. Mit der Erkenntniss der Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe gewinnen wir die Mittel auf die wohlfeilste und passendste Weise grössere Massen z. B. in Armenhäusern, Gefängnissen, im Felde zu erhalten. Tausende von Menschen, Gesunde wie Kranke, sind schon wegen Unbekanntschaft mit dem Werthe der Nahrungsstoffe jämmerlich zu Grunde gegangen.

Ist es nicht eine heilige Pflicht der Staatsregierungen hierin Alles zu thun, was in ihrer Macht steht! Es handelt sich nicht nur um eine günstige Stellung der wissenschaftlichen Anstalten, in denen die Prinzipienfragen gelöst werden, sondern auch solcher Institute, in denen die Uebertragung der allgemeinen Gesetze auf die Praxis gesucht und die Einzelforschung für bestimmte Fälle gemacht werden soll, und endlich um möglichste Ausbreitung der gewonnenen Lehren im Volke durch gute Schulen.

Man verkenne die hohe Bedeutung der Nahrung nicht mehr. Alle Wirkungen, welche wir am Organismus wahrnehmen, rühren her von der Spannkraft, die wir in den Speisen erhalten und in uns entfesseln. Die ausserirdische Sonnenwärme hat vor Allem die Kraft geliefert, die Elemente in diejenige Lagerung zu bringen, in welcher sie die Nahrung darstellen, bei deren Zerfall in die ursprünglichen Elemente im Inneren des Thierleibes die vorher aufgewendete Sonnenwärme zum Theil in anderen Bewegungsformen, zum Theil wieder als Wärme auftritt. Der Weise hat die Aufgabe diese mächtigen Wirkungen nicht zu verheerenden, sondern für die Menschheit wohlthätigen und ihre Entwicklung fördernden werden zu lassen; muss aber der mit den Kräften Agirende nicht auch der reichlichen Erzeugung derselben seine volle Aufmerksamkeit schenken?

Ich kenne eine Stelle in den bewundernswürdigen Werken Lavoisier's, welche er im Gefühle der Missregierung seines geliebten Vaterlandes und der Ahnung der grossen französischen Revolution niedergeschrieben, wo es heisst: scheint es aber nicht eine Ungerechtigkeit der Natur zu sein, dass gerade der arme Arbeiter mehr Substanz seines Körpers verbraucht, während doch eigentlich der Ueberfluss, der dem Reichen nicht nöthig ist, für ihn bestimmt sein sollte? Der unsterbliche Ge-

lehrte war von der Ueberzeugung durchdrungen, es müsse hier ein Ausgleich durch weise Institutionen und hohen Preis der Arbeit gesucht werden. In der That die neueren Gesetze der civilisirten Nationen suchen dem tüchtigen und guten Arbeiter die Möglichkeit zu geben sich nicht nur zu ernähren, sondern auch die grösseren Bedürfnisse des unterrichteten Mannes sich zu verschaffen. Nur die Schule und das Wissen wird einer socialen Revolution die Spitze bieten können.

So sehen wir auch hier das anfangs unscheinbare Resultat, welches der Denker mit unendlicher Mühe und Anstrengung gefunden, wenn seine Zeit gekommen ist und es hinaustritt in's Leben, ungeahnte Wirkungen entfalten. Fürwahr ein solcher Gedanke ermuthigt uns, alle Kräfte anzustrengen, um den Vorfahren, welche für unser Dasein gekämpft, gleich zu kommen und unsere Pflicht zu thun für die Zukunft. —