

Deutsches Eigentum in Amerika.

Bekanntlich hat der amerikanische Treuhänder für das feindliche Vermögen, Francis P. Garvan, 4500 Patente für 250000 Dollar an die Chemical Foundation Co. verkauft, worunter Patente sind, die allein schon einige Millionen Dollar Wert besitzen und ist danach als Präsident in diese Gründung eingetreten. Nach seinen Ausführungen verfolgt die Gesellschaft lediglich patriotische und ideale Zwecke. Sie verkauft das Ausübungsrecht der Patente an 100%ige Amerikaner und verwendet etwaige Überschüsse zur Unterstützung der Chemischen Industrie Amerikas, oder zur Unterstützung des Nachwuchses an Chemikern, soll also lediglich eine uneigennützige Gesellschaft sein, während sie in Wirklichkeit den Schlußstein in der Monopolstellung der chemischen Großindustrie Amerikas bildet.

Daß dieses Tun von mehr als einer Seite in das richtige Licht gestellt wird, dafür liefert ein uns vorliegender Ausschnitt des „New York American“ wiederum einen Beweis.

Diese Zeitung führt in einem Leitartikel aus, daß das Tun und Treiben der Herren Palmer und Garvan — der erstere war der Vorgänger von G. Garvan — das Land dadurch in Unehre gebracht haben, daß sie sich über Vertrag und internationales Recht hinweggesetzt haben und durch eine alberne Propaganda sich bemühten, sich reinzuwaschen. Ein Richter, der von dem betreffenden Korrespondenten ausgefragt wurde, führt voll Ironie aus, daß der Irrtum darin bestände, daß man versucht hätte, ein ethisches Gewand über diese konfiskatorischen Maßnahmen zu werfen. Man könnte das vielleicht mit Taschenspielerkunst verteidigen, aber beides sei unhaltbar. Zuerst wäre der Treuhänder das gewesen, was sein Name bedeute, er hätte das Eigentum für die Besitzer verwaltet und es sicher in Verwahrsam nehmen wollen, bis der Krieg vorbei sei. Dann wäre er einen Schritt weitergegangen. Er hätte es nicht nur in Verwahrsam gehalten, sondern sich auch bemüht, die übernommenen Geschäfte weiter zu führen, damit sie in keiner Weise den Vereinigten Staaten während des Krieges schädlich werden könnten. Weiter wäre dann seine Sorge gewesen, die Führung derselben möglichst zum Nutzen des Landes zu gestalten. Dann sei ein großer Sprung erfolgt. Er hätte sich gesagt, man könnte sie doch einfach für sich behalten. Das wäre ein Taschenspielertrick gewesen, aber warum sollte man es Moral nennen? Vom Standpunkte eines Jongleurs aus wäre der Verkauf dieses Eigentums von Garvan als Treuhänder an eine Gruppe von Amerikanern für eine nichtssagende Summe der Höhepunkt der Kunst gewesen, da er doch selbst an die Spitze dieser Leute getreten und der Hauptpropagandist der Käufergruppe geworden wäre. Taktisch nicht richtig wäre es von ihm, jetzt noch weiter mit Reden fortzufahren, in denen er behauptete, daß die Wirthsche Regierung noch ebenso der Feind Amerikas sei wie die frühere kaiserliche. Um den nötigen Hintergrund zu liefern, entwerfe er Bilder von unberechneten Söhnen und Töchtern, Enkelinnen und Großkelinnen, die zu Schaden kommen würden, wenn nicht Garvans Gruppe von Privatinteressenten jede nur mögliche Regierungsunterstützung bekommen würde. Die Angelegenheit würde den Kongreß demnächst beschäftigen. Das Kongreßmitglied Frear habe gesagt: Der Verkauf an die Chemical Foundation Co. müßte wegen Betrugs annulliert werden und die Verwaltung des Besitzums verantwortlichen Regierungsbeamten übergeben werden. Der Richter hob weiter hervor, daß der Generalstaatsanwalt bereits verkündet hätte, daß subordonierte Militärangestellte vor Gericht gezogen würden, weil sie zum eigenen Nutzen Lederwaren verkauft hätten. Das wäre aber nichts gegen die Chemical Foundation Co. Hier läge ein viel wichtigerer Fall vor und der Beweis, daß es sich hier um Privatverkauf handele und um eine Verschleierung des wirklichen Tatbestandes mit dem Zweck, ein Farbstoffmonopol zu schaffen, das von früheren Angestellten der Regierung kontrolliert würde. Weiterhin wäre der Umstand aufzuklären, daß die bekannte Konkurrenzfirma Du Pont Nemours durch Herrn Poucher mit einer großen Summe an der Chemical Foundation Co. beteiligt sei. Der Gegenstand könne nicht durch hysterische Reden Erledigung finden etwa derart, daß die Vereinigten Staaten immer im Kriegszustand bleiben müßten. Den Tatsachen müßte man ins Auge schauen. Knox wäre ehrlich genug gewesen, im Senat zuzugeben, daß die Vereinigten Staaten den Vertrag mit Preußen gebrochen hätten und die Angelegenheit mit Deutschland nach dem Kriege wieder gutgemacht werden müßte. Derselbe Fall läge mit Deutschland in bezug auf Belgien vor. Das ist ein Künstlertrick, aber warum, so meinte der Richter, sollten die Vereinigten Staaten sich erniedrigen, indem sie behaupteten, es sei Moral? Heuchelei sei nicht bekömmlich.

Das ist die bekannte Stimme des Predigers in der Wüste, die wir gelegentlich hören, die aber noch weit davon entfernt ist, sich Geltung zu verschaffen.

C. R. H.

Das Minimumgesetz in der Ernährungslehre.

Von KARL THOMAS¹⁾, Leipzig.

(Eingeg. 21./11. 1921.)

Mitten in einer Zeit neuer wirtschaftlicher Not, unabsehbar an Dauer und Entwicklung, eben am Ende einer langjährigen Hungerperiode, und schon wieder am Anfang einer neuen, wo die Blockade nur in anderer Form als Valutaelend weiter besteht, mitten in dieser Zeit der Gärung und der Kämpfe glaube ich nichts Besseres tun zu können, als Ihnen einige Probleme der Ernährungslehre vorzuführen. In großen Zügen möchte ich Ihnen schildern, wie wir zu den Problemen gekommen sind, wie sie experimentell angepackt wurden und wie mit fortschreitender Erkenntnis und verbesserter Technik die Forschung sich geteilt hat und nun in zwei Richtungen vorwärts drängt, wie die Hygiene in den Volksernährungsfragen in großem Maßstabe die Grundlagen zu praktischer Arbeit schafft, und wie die Physiologie Schritt auf Schritt der theoretischen Erkenntnis Bahn bricht, der Natur ein Geheimnis nach dem anderen abzutrotzen versucht.

Ich glaube bei der Behandlung dieses Themas auch dem Vorwurf begegnen zu können, der uns Physiologen vielfach gemacht worden ist, daß wir Schlüsse allzu eilfertig verallgemeinert und auf die Bedürfnisse breiter Volksmassen angewendet hätten, die in mühseliger Kleinarbeit an einzelnen Tieren und Menschen unter den Bedingungen des Versuchs im Laboratorium gewonnen worden sind. Gewiß würden wir manches heute nicht wieder so machen, wie wir es gemacht haben. Neues Wissen bringt besseres Können, und das Bessere ist der Feind des Guten.

Der Vorwurf träfe uns nur dann zu Recht, wenn wir die neue Erfahrung nicht nützten.

An der Milch als Beispiel will ich im weiteren Verlauf versuchen, Ihnen zu zeigen, wie unsere bisherigen Lehren zwar ein neues Gewand bekommen, im großen und ganzen aber doch die alten geblieben sind und die Feuerprobe der Kriegszeit bestanden haben. Mit neuer Begründung stehen sie nur um so fester da und bezeugen den bleibenden Wert exakter Laboratoriumsarbeit.

Hauptteil.

Die Milchsäure.

Die Milch ist die beste, einzig richtige Nahrung für den Säugling. Warum wohl? Sie enthält alle Nährstoffe und dabei die einzelnen Gruppen in richtigem Verhältnis zueinander. Wir finden in ihr unsere drei organischen Nährstoffe, Eiweiß, Fett, Kohlehydrat und ebenso alle mineralischen Bestandteile, die löslichen, die im Stoffwechsel osmotisch und als spezifisches Ion wirken, und die unlöslichen, die durch ihr bloßes Dasein dem Knochen seine Festigkeit geben. Wir finden sie im richtigen Verhältnis zueinander. Das setzt voraus, daß wir sie in einem bestimmten brauchen.

Liebig war der erste, der diesen Gedanken exakt formuliert hat. Die Pflanzen sollten die Nährstoffe nur in einem ganz bestimmten, stets gleichen Verhältnis aus dem Boden aufnehmen und verbrauchen. Ist dies richtig, dann folgt daraus, daß derjenige Nährstoff die Geschwindigkeit des Wachstums, die Größe des Ertrages bestimmen muß, der verhältnismäßig am meisten im Minimum vorhanden ist.

Ebenso wie für die Geschwindigkeit einer Schwadron das langsamste Pferd das maßgebende ist. Dieses „Minimumgesetz“ hat Liebig nur für die „Prinzipien einer rationellen Agrikultur“ formuliert, auf den Stoffwechsel des Tieres konnte er es, seinen damaligen Anschauungen gemäß, gar nicht anwenden wollen. Heute denken wir darin anders.

Es ist wunderbar, wie genau die Milch in ihrer Zusammensetzung auf den Bedarf der eigenen Tierart abgestimmt ist. Sowohl in ihrem Gehalt an Kalk und Phosphor wie bei der Menge an Alkalien und Chloriden richtet sie sich nach der Geschwindigkeit, mit der der art-eigene Säugling wächst. Während die Alkalien in erster Linie dem Umsatz dienen und daher am reichlichsten in der Frauenmilch vorhanden sind, wo der Ansatzstoffwechsel am meisten zurückgedrängt ist, überwiegen die phosphorsauren Erden in der Kuhmilch, der Nahrung des rascher wachsenden Kalbes.

Diese wunderbare Anpassung der Milch an die Zusammensetzung und die Bedürfnisse des Säuglings schien in einer Hinsicht beim Eisen durchbrochen und damit diese ganze Betrachtungsweise zu Fall gebracht. „Man mag gegen die teleologische Betrachtungsweise der lebenden Natur einwenden was man wolle“, sagt Bunge, „eines wird man ihr zugestehen müssen, den hohen hearistischen Wert, die Fruchtbarkeit dieser Methode. Wenn uns etwas unzweckmäßig erscheint, so liegt das immer nur an unserer Unwissenheit. Es liegt stets daran, daß wir irgendeinen mitwirkenden Faktor nicht beachtet, nicht in Rechnung gezogen haben. Es lohnt sich stets nach ihm zu suchen.“ Die Milch ist unter unseren Nahrungsmitteln ziemlich das eisenärmste. Dagegen besitzt der Neugeborene sehr viel Eisen. Bunge hatte gedacht, daß er seinen Vorrat daran, den er auf die Welt mitgebracht, zur Blut-

¹⁾ Antrittsrede, gehalten am 12. November 1921.

bildung aufgebraucht hat, wenn das normale Ende der Säuglingsperiode erreicht ist. Aber darin hatte er offenbar nicht recht. Nie wieder besitzt der Säugling soviel fertiges Blut wie in den ersten Tagen. Offenbar gehen in dieser Zeit die Verbrennungsprozesse besonders lebhaft vor sich. Die Lunge ist noch klein, die Sauerstoffaufnahme erschwert.

Es wird also durch einen großen Überschuß von Blutkörperchen dieser mechanischen Behinderung des Atmungsvorganges entgegen gewirkt. Dann wächst das Kind, vergrößert die Organe, die Hämoglobinnmenge sinkt im Verhältnis dazu, und wenn der niederste Stand erreicht ist, dann genügt die kleine Eisenmenge der Milch für die geringen Mengen Hämoglobin, die dann noch täglich neu gebildet werden.

Das Minimumgesetz von Liebig besagt nicht nur, daß die einzelnen Nährstoffe in bestimmten, kleinsten Mengen notwendig sind, sondern daß der verhältnismäßig am meisten im Minimum befindliche dann die weitere Entwicklung beherrscht. Beim Eisen kann man experimentell zeigen, daß das Gesetz fürs Tier geradeso gilt wie für die Pflanzen.

Martin Benno Schmidt fütterte Mäuse sehr eisenarm, nur mit frischer Milch und weißem Reis. Die Tiere wurden blutarm, die ausgewachsenen aber erst nach Ablauf eines vollen Jahres. Manche auch gar nicht. Sie starben ihren physiologischen Tod, ehe der Eisenmangel sich bemerkbar gemacht hatte, ehe ihr Vorrat davon aufgebraucht war. Die jungen Tiere wurden viel schneller blutarm. Die Störungen waren in der zweiten Generation schon viel deutlicher und wurden bei den nächsten so erheblich, daß die Tiere zeugungsunfähig wurden und der Stamm schließlich einging. Die für uns heute aber wichtigste und ganz neue Beobachtung dabei war, daß die Tiere auch immer kleiner wurden, genau ebenso wie beim Botaniker die Pflanzen, die er bei seinen Vegetationsversuchen in Gefäßen nebeneinander in Reihen gezogen hat, wenn er das Liebig'sche Minimumgesetz demonstrieren will. Bei den Mäusen von Schmidt konnten die Störungen allein durch Zufuhr von anorganischen Eisensalzen behoben werden, während die Kost sonst ganz unverändert gelassen wurde. Damit ist der Beweis so eindeutig wie nur möglich gegeben, daß der Eisenmangel allein die Ursache aller dieser Funktionsstörungen war.

Die organischen Bestandteile der Milch. Eiweiß.

Ordnen sich die organischen Nährstoffe in ihrem Gehalt in der Milch auch diesem Gesetz der Zweckmäßigkeit ein? Seit Rubners klassischen Experimenten aus den achtziger Jahren wissen wir, daß die organischen Nährstoffe sich gegenseitig vertreten können. Sie ersetzen sich dabei in solchen Gewichtsmengen, als gleichen Mengen von Energie entsprechen und damit gleichen Nährwert besitzen. Es wird also in erster Linie eine Frage der Küche und des Geldaufwandes sein, wieviel Fett eine Kost enthält. Nur Leute, die schwere körperliche Arbeit leisten und daher sehr viel essen müssen, werden Fett reichlicher genießen, um das Volumen ihrer Kost nicht zu sehr anschwellen zu lassen. Also allein aus Gründen der Zweckmäßigkeit und Behaglichkeit. Vom Physiologen jedenfalls wird ein bestimmtes Verhältnis zwischen Fett und den anderen Nährstoffen nicht gefordert, kaum gewünscht werden.

Eine andere Frage aber ist die, ob es ein bestimmtes Minimum gibt, unter das der Fett- oder Kohlehydratgehalt der Kost nicht heruntergehen darf. Die Frage also, ob das Rubnersche Isodynamiegesetz immer gilt oder ob es nach oben oder unten eine Grenze findet und, wenn dies der Fall, wo sie liegt und warum sie besteht.

Wir wollen uns aber zunächst dem Eiweiß zuwenden, weil wir bei ihm schon lange auf die gleichen Fragen gestoßen sind. Hier wissen wir schon längst, daß eine kleine Menge Eiweiß stets in den Stoffwechsel hineingerissen wird, auch wenn in der Nahrung keine Spur Eiweiß vorhanden ist, die zu Verlust gehenden Teile wertvoller Organe also nicht wieder ersetzt werden können.

Der Säugling bekommt mit der Milch verhältnismäßig viel Eiweiß. Doch wir wollen nicht wissen, wieviel er aufnimmt, sondern wieviel er verbraucht. Wir wissen ja, daß er einen Teil ansetzt, indem er wächst. Dieser Teil ist nicht verloren, nur der Rest bleibt dem Umsatz übrig und wird dort verbraucht. Die Menge der unverbrennlichen Schlacken im Harn kann uns zeigen, wieviel das ist.

Da finden wir zu unserer großen Überraschung, daß der Säugling mit dem Eiweiß der Milch äußerst sparsam umgeht. Die kleinsten Umsätze, die wir bis dahin beim Erwachsenen beobachtet hatten, unterbietet er noch. Wir sagen, er lebt auf dem physiologischen Eiweißminimum. Denn er verbraucht von der ganzen Menge Eiweiß seiner Milch nicht mehr als er auch bei eiweißfreier Nahrung zersetzen würde. Diesem physiologischen Eiweißminimum steht das hygienische gegenüber, in dem wir Erwachsenen zumeist leben. Es ist wesentlich höher, aber dieses ganze Plus von Nahrungseiweiß wird gar nicht stofflich als solches verwertet, sondern verbrennt und könnte in bestimmten Fällen auch ohne Schaden isodynamisch durch Fett oder Kohlehydrate vertreten werden. Beim Eiweiß sehen wir also deutlich, daß das Gesetz der isodynamen Vertretbarkeit nach unten jedenfalls seine Grenzen findet, das Gesetz des Minimums herrscht vor. Wir werden bei Fett und Kohlehydrat nachher sehen, daß auch von diesen ein gewisses Minimum vorhanden sein muß, wenn die Umsetzungen im Stoffwechsel in normaler Weise vor sich und zu Ende gehen sollen.

Warum können wir unsern Eiweißverbrauch nicht unter das Minimum der Abnutzungsquote einschränken? Und warum ist es nicht richtig, im physiologischen Eiweißminimum zu leben? Wir haben ja eben gehört, daß alles über dieses Minimum überschüssig zugeführte Eiweiß doch nicht stofflich verwertet wird, sondern verbrennt. Warum soll es nicht zweckmäßig sein, nur jenes stofflich verwertete Eiweiß mit der Zufuhr wieder zu ersetzen? Solche Fragen sind aufgetaucht, als man in althergebrachter Weise den Eiweißstoffwechsel am Stickstoffumsatz studiert hat.

Eiweiß und Stickstoff bedeuteten das gleiche. Man hatte gar keinen Anlaß, im Stickstoff der Abnutzungsquote etwas anderes zu sehen als im Stickstoff des mehrzersetzten Eiweißes. Aus den so gewonnenen Vorstellungen heraus sagte man, das über die Abnutzungsquote hinaus zugeführte Eiweiß dient als Sicherheitsfaktor, und soll dafür sorgen, daß immer und überall genügend Eiweiß zum Ersatz vorhanden ist und der wertvolle Organbestand geschont werden kann. Geradeso wie man eine Brücke stärker baut, als die voraussichtlich maximale Belastung eben verlangt!

Doch im Grunde genommen, diese Erklärung war nur eine Umschreibung, ein Eingeständnis: wir wissen es nicht.

Da half die Chemie weiter. Sie zeigte, daß Eiweiß und Eiweiß nicht dasselbe ist. Die gleiche Menge Stickstoff kann das eine Mal ganz etwas anderes bedeuten als im zweiten Fall. Statt des Eiweißes brauchen wir seine einzelnen Bausteine, die Aminosäuren. Sie entstehen bei der Verdauung und sie werden resorbiert und vorübergehend im Gewebe abgelagert. Die Gewebe zehren von den Aminosäuren, nicht vom fertigen Eiweiß. Nun beteiligen sich die einzelnen Aminosäuren am Aufbau verschiedener Eiweißkörper ganz verschieden. Dementsprechend müssen die Eiweißkörper auch in biologischer Beziehung verschieden viel wert sein. Die biologische Wertigkeit desjenigen Eiweißkörpers wird am höchsten sein, an dessen Aufbau sich die gleichen Aminosäuren und in gleicher Menge beteiligen, die wir jeden Tag bei der Abnutzung unserer Organe verlieren. Im günstigsten Falle wird also die gleiche Menge Nahrungseiweiß genügen dieses zu ersetzen. Dann hätten wir das niederste denkbare Stickstoff- und Eiweißgleichgewicht erreicht, das physiologische Eiweißminimum. Und in der Tat, es hat sich experimentell erreichen lassen, und gerade die Milch war dazu geeignet.

Wir haben bisher nur vom Eiweiß der Milch als einem einheitlichen Körper gesprochen. Wir haben dabei die Sachlage zu einfach geschildert. Wir können mehrere unter sich verschiedene Eiweißkörper aus der Milch herausholen. Die bekanntesten sind das Casein und Laktalbumin. Sollte da vielleicht gerade das Mengenverhältnis, in dem die Proteine natürlicherweise in der Milch vorkommen, in dieser Hinsicht besonders günstig sein? Genaue Analysen haben gezeigt, daß die Milch nicht immer gleiche Mengen von Laktalbumin und Casein enthält. Und der Sinn dieser Anordnung der Natur liegt wohl darin, daß auch die Bedürfnisse des Säuglings an Eiweiß oder vielmehr an seinen einzelnen Bausteinen sich mit der Zeit ändern. Es kommt hier zum Ausdruck, daß die Geschwindigkeit des Anwuchses mit zunehmendem Alter abnimmt, das Verhältnis also, in dem der Stoffwechsel des Ansatzes und Umsatzes zueinander stehen, sich zugunsten des Umsatzes verschiebt. Und dehnen wir unsere Untersuchungen auf die Milch verschiedener Tiere aus, so finden wir, daß die gleichen Eiweißkörper bei verschiedener Herkunft doch nicht gleich sind, gemessen mit den feineren Untersuchungsmethoden der Neuzeit. So beginnen wir zu begreifen, daß es schon aus diesem Grunde dem Säugling gar nicht gleichgültig sein kann, ob ihm die Brust entzogen und die Flasche gereicht wird.

Wir sehen, eine Unmenge ganz neuer Fragen tauchen auf. Nie wären wir auf sie gekommen, wenn wir uns im Stoffwechselversuch allein mit dem Verhalten des Stickstoffes begnügt hätten. Wie bei einer Fata Morgana ein fernes Bild den Wanderer täuscht, so entschwindet auch uns unser Ziel immer wieder, wenn wir glauben, es nun bald erreicht, die Wahrheit gefunden zu haben.

In theoretischer und praktischer Beziehung ist es viel wert zu wissen, wie ein Eiweißkörper biologisch brauchbar ist, in welchen Mengen er den Bedarf des Körpers decken kann. Nun ist aber der Bedarf keine feste Größe. Er ist anders für den Erwachsenen, anders für den Wachsenden. Während ersterer nur seinen Verbrauch an nicht selbst bereithabenden Bausteinen wieder ersetzen muß, bedarf der wachsende Körper dazu noch des Materials für den Ansatz. Sowohl nach Art wie Menge werden also in beiden Fällen Unterschiede im Bedarf an Bausteinen vorhanden und damit auch die biologische Wertigkeit ein und desselben Proteins verschieden sein. Der Aufbau der einzelnen Organe erfolgt nicht gleichmäßig während der ganzen Wachstumsperiode und damit auch der Bedarf an bestimmten Bausteinen; auch erscheint es sehr leicht möglich, daß der Aufbau nicht an ein Schema gebunden ist, das ein für allemal festgelegt ist, sondern daß je nach dem Angebot einmal dieses, einmal jenes Organ oder vielmehr dieser oder jener Bestandteil an Zellen rascher ausgebaut wird, indem das jeweilige Überangebot an Bausteinen benutzt wird. Das ist ja der grundlegende Unterschied in dem Stoffwechsel des Anwuchses und des Erhaltungsumsatzes. Nur dieser ist weitgehend unabhängig von äußeren Faktoren. Ein Eiweiß kann also im wachsenden Organismus lange Zeit hochwertig erscheinen, obwohl es kein gleichmäßiges Wachstum gestattet. Daher ist allen Bestimmungen über die biologische Wertigkeit von Proteinen, die an Säuglingen gemacht sind, mit einem gewissen Mißtrauen zu begegnen. Alle Bilanz-

versuche zur biologischen Wertigkeit, auch die an Erwachsenen, leiden außerdem daran, daß der Bedarf an einem Baustein im täglichen Haushalt so klein und der mobilisierbare Vorrat davon, den der Körper in minder wichtigen Organen besitzt, im Verhältnis dazu so groß ist, daß dies zu Täuschungen gleicher Art Anlaß geben kann. Nur bei einer sehr langen Versuchsdauer wäre ein solcher Fehler auszuschließen. Bei Bilanzversuchen ist das praktisch gar nicht durchführbar.

Aus solchen Überlegungen heraus ordnete man bei diesen Studien die Fütterungsversuche vielfach in anderer Weise an. Tiere werden so lange mit einer künstlich mehr oder weniger einfach zusammengesetzten Nahrung gefüttert, bis sie erkranken. Nun sucht man durch Zugabe dieser oder jener Aminosäure festzustellen, welcher Baustein gefehlt hat.

Rein praktische, experimentelle und finanzielle Gesichtspunkte haben natürlich dazu geführt, daß möglichst kleine Tiere, meist Ratten, zu diesen Studien benutzt werden und die technischen Schwierigkeiten, die den Stoffwechselversuchen der üblichen Art, also Bilanzuntersuchungen, bei so kleinen Tieren anhaften, haben wiederum dazu geführt, auf sie ganz zu verzichten und nur in präparativer Hinsicht die Kost zusammenzustellen und ihre Wirkung zu beobachten.

Osborne und Mendel in New Haven, Hopkins in Cambridge, McCollum in Baltimore stellten sich und ihre Institute vornehmlich in den Dienst dieser Forschungen. So kam es, daß solche Untersuchungen auch heute noch, in erster Linie in England und Amerika, ausgeführt werden, während wir meist bei den Bilanzversuchen an größeren Tieren und am Menschen geblieben sind. Doch diese, ich möchte sagen präparative Anlage des Stoffwechselversuchs ist nicht neu. Forster hat sich ihrer bereits 1873 in seinen bekannten Versuchen über die Bedeutung der Aschenbestandteile der Nahrung bedient. Bunge-Lunin haben sich ihrer bedient und im Hofmeisterschen Laboratorium wurde sie benutzt, um die Bedeutung der Lipide für die Ernährung auf diese Weise zu untersuchen. Stepp ist dabei dem fettlöslichen Ergänzungstoff ungefähr gleichzeitig mit Hopkins auf die Spur gekommen. Doch haben bei uns solche Studien nicht die Beachtung und auch nicht die Unterstützung von landwirtschaftlich oder volkswirtschaftlich interessierter Seite gefunden wie in den Ländern englischer Sprache. Denn unser Boden hat unseren vielseitigen Bedarf zum großen Teil gedeckt und was fehlte, waren im großen und ganzen nur einzelne Nahrungsmittel — Weizen, Futterkorn, Ölsaaten. Anders in England, das den überwiegenden Teil seines Verzehrs auf dem Meer heranzubringen und bestrebt sein muß, dies in möglichst kompakter Form zu erreichen. Anders in Amerika, das die Buntheit des Anbaues nicht in dem Maße kennt wie wir, bei dem weite Landstrecken klimatisch nur für einzelne Gewächse begünstigt sind und daher auch benutzt werden. So kommt dort viel leichter als bei uns eine gewisse Einseitigkeit in die Ernährungsweise der minderbemittelten Bevölkerung. Damit stellen sich dort leicht gewisse Massenerkrankungen ein, die wir seit langem nicht mehr kennen. Damit naturgemäß dort vielmehr als bei uns das Verlangen, ihre Ursachen kennenzulernen, um Abhilfe zu schaffen.

Werden die natürlichen Nahrungsmittel, die ja immer ein Gemisch verschiedener Proteine enthalten, zu den Untersuchungen über ihre biologische Wertigkeit benutzt, so bekommen wir wertvollen Aufschluß über die Fragen nach der Höhe des hygienischen Eiweißminimums. Untersuchungen mit reinen Eiweißkörpern haben mehr Interesse für den Physiologen. Sie geben Aufschluß über den Grad der Lebensnotwendigkeit ihrer einzelnen Bausteine, ob und inwieweit sie sich durch einen anderen ersetzen lassen und welche dazu imstande sind.

Man hatte gehofft, auf diese Weise auch bestimmte Ausfallserscheinungen auf einen bestimmten Baustein zurückführen zu können, doch vergeblich. Lebenswichtige Funktionen erfüllt der Körper solange als möglich, indem er den fehlenden Baustein an weniger wichtigen Stellen herausbaut und an den bedürftigen einfügt und so das Ineinanderspielen aller Organfunktionen durchhält. Muß erst eine Funktion eingestellt werden, dann haben meist alle Organe bereits so stark gelitten, daß der ganze Körper krank erscheint. Für solche Fragen genügt die analytische Bilanzuntersuchung nicht mehr. Wir brauchen Einblick in die Verwendung der einzelnen Bausteine der Nahrung. Wir müssen mehr präparativ arbeiten. Der Schwerpunkt unserer Fragen liegt nicht mehr bei dem Gesamtumsatz, sondern im Zellstoffwechsel.

Wir haben vollständige und unvollständige Eiweißkörper, solche die sämtliche bekannten 20 Bausteine besitzen und solche, denen der eine oder der andere fehlt. Der bekannteste unter den letzteren ist der Leim, die Gelatine. Ihr fehlen drei Bausteine, das Tyrosin, das Tryptophan und das Cystin. Für den ersten, das Tyrosin, kann vielleicht das Phenylalanin eintreten, das zwar im Leim nur in geringer Menge vorhanden ist, die beiden anderen aber sind ganz unentbehrlich und soviel wir wissen, auch unersetzbar. Demnach ist es in der Tat unmöglich, mit Leim allein Stickstoffgleichgewicht zu erzielen. Beinahe ist es gelungen, als man der Gelatine diese drei fehlenden Bausteine in entsprechender Menge zugelegt hat.

Auch das Casein der Milch gehört zu den unvollständigen Eiweißkörpern. Ihm fehlt das Glycin, der einfachste Baustein. Aber trotzdem besitzt es eine ziemlich gute Wertigkeit, denn ein Gehalt an Glycin ist für den Nährwert bedeutungslos. Glycin gehört nicht zu den Bausteinen, die in der Nahrung enthalten sind, sondern die von

außen zugeführt werden müssen. Glycin kann sich der Körper selbst bilden, da er es vielfach im Umsatz als Entgiftungsmittel verbraucht. Die Benzoesäure, mit der wir unsere Obstkonserven, die Marmelade, haltbar machen, wird mit Hilfe von Glycin in eine ganz unschädliche Verbindung vom Körper übergeführt und so der Niere zur Ausscheidung überlassen.

Dem Laktalbumin, dem zweiten Eiweißkörper der Milch, kommt ebenfalls eine hohe biologische Wertigkeit zu. Es enthält sämtliche Bausteine und unterscheidet sich vom Casein besonders dadurch vorteilhaft, daß es mehr Cystin und Tryptophan besitzt, mehr von diesen zwei lebenswichtigen Bausteinen. Daß das Tryptophan wirklich unbedingt notwendig ist, diesen Beweis hat man erst bei der Untersuchung des Caseins erbringen können. Abderhalden sowie Hopkins haben es im Brutschrank mit Hilfe der Verdauungsfermente vollständig in seine Bausteine aufgespalten und diesem Gemisch dann das Tryptophan entzogen. Das Präparat wird dadurch wie die Gelatine unvollständig und wertlos. Legt man nun das entfernte Tryptophan wieder zu, so erhält man wieder ein vollwertiges Produkt. Auf die gleiche Art läßt sich der Beweis noch für manche andere Bausteine geben; doch dies im einzelnen auszuführen, würde uns heute zu weit führen.

Wir haben uns bisher nur mit den Eiweißkörpern der Milch beschäftigt, nachdem wir sie in reinem Zustand isoliert hatten, oder auch mit der Milch im ganzen, aber doch nur mit der Milch allein. Nun wollen wir sehen, welchen Wert die Milch in Gemeinschaft mit anderen Nahrungsmitteln hat, ob sie vielleicht deren Eiweißwertigkeit besonders günstig beeinflusst.

Unser wichtigstes Nahrungsmittel ist das Brot. Sie wissen alle, mit welchem Aufwand von Scharfsinn und Temperament während der Kriegsjahre bei uns, und übrigens in den Feindesländern ebenfalls, die Frage erörtert worden ist, wie weit man das Korn ausmahlen soll. Vollbrot oder Weißbrot? Was ist volkswirtschaftlich besser? Die Kleie selber zu essen oder ans Vieh zu füttern? Nun, die Frage besteht weiter; keine Partei hat den Gegner überzeugen können. Im Kampf der Meinungen wurde auch die biologische Wertigkeit der Proteine für eine weitergehende Ausmahlung ins Feld geführt.

Nicht ohne Recht. Es ist ganz sicher, daß die einzelnen Proteine des Getreidekorns verschieden viel wert sind. Hochwertiges und vollwertiges Eiweiß steckt im Keimling; in feinem weißen Mehl überwiegt bei weitem das unvollständige Gliadin. Die Eiweißwertigkeit von solchem Mehl ist recht gering. Große Mengen dieses Proteingemisches, etwa 80 g für den erwachsenen Menschen sind nötig, um ihn ins niederste Stickstoffgleichgewicht zu bringen, also 3—4 mal soviel als Organeiweiß durch Abnutzung verlorengeht. Auch das nicht ganz so feine, weniger weiße Mehl, das zu Semmeln und zum üblichen Weißbrot verbacken wird, besitzt ein Eiweiß, dessen Wertigkeit nicht wesentlich höher ist. Dagegen ist das Gesamteiweiß des ganzen Korns viel mehr wert, in dem das Gluten, das Klebereiweiß, das in den äußeren Teilen des Korns vorherrscht, das Gliadin ergänzt. Das haben beide Untersuchungsmethoden, die Bilanz- und Fütterungsmethode gezeigt. Man kann mit weniger Stickstoff solcher Herkunft ins Stickstoffgleichgewicht kommen und kleine Tiere gehen bei Fütterung mit Weißbrot ein, während sie Kommißbrot monatelang gut vertragen und gesund bleiben, wie Hofmeister gezeigt hat. Aber Vollbrot hat andere Nachteile, die viele Leute eben doch so sehr empfinden, daß sie ihm das Weißbrot vorziehen. Da gibt es ein einfaches Mittel, dessen Eiweißwertigkeit zu erhöhen. Man setzt dem Teig Magermilch zu. In den Bäckereien in Amerika wird das Magermilchpulver im größten Maßstab verbraucht und diese Ausnutzung eines wertvollen Nahrungsmittels für den Menschen, das sonst nur unter Vergeudung von Nährstoffen ans Schwein gefüttert wird, ist recht zu begrüßen. Die Milchproteine haben die gute Eigenschaft, gerade das Gliadin, das Eiweiß des weißen Auszugsmehles, besonders günstig zu ergänzen. Sherman hat das in eigenen Versuchen am Menschen gezeigt. Ein kleiner Zusatz von Trockenmilch, die ja zu etwa 40% aus Eiweiß besteht, erhöht bereits die Wertigkeit des Nahrungseiweißes in dieser Mischung so stark, daß jetzt schon 33 g Eiweiß genügen, um den Bedarf des erwachsenen Menschen zu decken. Hart und Steenbock bestätigten das Ergebnis für Mais in Bilanzversuchen am Schwein. Um guten Ansatz zu erzielen, ist es aber zweckmäßig, hier den Zusatz von Milch etwas zu steigern. Wenn statt 10% von der Milch 30% der Proteine geliefert werden, können 25—40 kg Tiere bis zu 70% des Nahrungseiweißes ansetzen.

An Stelle der Proteine der Milch können natürlich auch die des Fleisches und anderer tierischer Organe verwendet werden. McCollum wies das nach. Nur sind sie teurer als im besonderen die Magermilch. Sie sind allerdings auch etwas mehr wert. McCollum fütterte Ratten mit unseren pflanzlichen Nahrungsmitteln, Halmfrüchten, Leguminosen, Kartoffeleiweiß allein und unter Zusatz von Milch und Fleisch und anderen tierischen Organen, von denen er bisher Leber und Niere durchgeprüft hat. Er analysierte so in ganz systematischer Weise die Wertigkeit dieser natürlichen Eiweißmischungen durch. Da zeigen sich nun die Tierorgane der Milch überlegen. Nun könnte man daran denken, die billigeren pflanzlichen Eiweißsorten miteinander zu kombinieren und zu ergänzen. McCollum zeigt, daß dies nicht geht; Getreide durch ein anderes Getreide, Hülsenfrucht durch eine andere Hülsenfrucht zu ergänzen war ebensowenig möglich wie durch Vermengen von Getreide mit Hülsenfrucht ein höherwertiges Proteingemisch zu erzielen. Allein die Kom-

bination Weizen-Bohnen und Weizen-Erbse scheint vom ökonomischen Standpunkt aus einen Sinn zu haben. Kartoffeleiweiß ist besser als das der Leguminosen und ergänzt ein wenig auch das der Getreide. Ein bestimmtes Getreide wird aber nicht bevorzugt. Milch ergänzt alles pflanzliche Eiweiß wesentlich besser. Aber die Milch steht den tierischen Organen nach. Die Kombination mit Fleisch ist mehr wert, am allerbesten die mit Niere. Milch macht auch keinen Unterschied zwischen den einzelnen Brotfrüchten im Gegensatz zu den Organen. Hier steht am allerhöchsten die Kombination Weizen-Rinderniere.

Beim Eiweiß haben wir gesehen, wie von einer bestimmten Menge ab das Gesetz von der isodynamen Vertretbarkeit der Nährstoffe untereinander versagt, wie ein bestimmtes Minimum nötig ist, nicht eine bestimmte Menge von Stickstoff, sondern eine bestimmte Menge solcher Bausteine, die der Tierkörper sich nicht selbst bereiten kann. Wir können uns jetzt auch besser vorstellen, warum dieses Minimum von Eiweiß notwendig ist. Wir kennen heute zwei oder drei Substanzen, die vom Eiweiß, von einzelnen seiner Bausteine abstammen und im Körper eine wichtige Rolle spielen, ich meine das Adrenalin aus der Nebenniere, das Thyroxin aus der Schilddrüse und vielleicht als drittes das Cholin, das nach Le Heux ebenfalls in diese Reihe gehört und das Hormon der Darmperistaltik sein soll. Das Adrenalin stammt wohl vom Tyrosin, das Thyroxin vom Tryptophan ab, für das Cholin sind wir heute noch viel mehr auf bloße Vermutungen angewiesen. Diese Substanzen erregen die Organe in ganz bestimmter Weise und werden dauernd verbraucht. So entstehen auf ihrem Mutterboden, dem betreffenden Organeiweiß, Lücken, die wieder ausgefüllt werden müssen und in die nur die gleichen Bausteine passen, aus denen jene Hormone bereitet worden sind, das ist also nur möglich, wenn diese Bausteine mit dem Nahrungseiweiß zugebracht werden.

Für viele andere Stoffe — ich nenne nur Kreatin, Carnosin — wissen wir auch bestimmt, daß sie vom Eiweiß stammen, mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auch, aus welcher Gruppe. Wir wissen auch, daß sie dauernd neu gebildet werden, weil sie selbst oder weitere Abbauprodukte von ihnen täglich im Harn erscheinen. Wir wissen aber nicht, welche Rolle ihnen zukommt oder vielmehr wirksameren Vorstufen zugekommen ist. Doch wenn in der Naturwissenschaft ein Analogieschluß erlaubt ist, hier dürfen wir wohl mit einiger Berechtigung unsere Vorstellungen auf die anderen Bausteine des abgenutzten Eiweißes übertragen. So hat die Frage nach dem Warum einen vorläufigen Abschluß erhalten. Wir können uns ein Bild machen, aber in die intimen Umsatzreaktionen der lebenden Substanz experimentell einzudringen, ist uns verwehrt. Wir können sie stören oder unverändert weitergehen lassen, aber sie willkürlich abändern, das können wir nicht.

Kohlehydrat- und Fettmaximum und -Minimum:

Wir wenden uns jetzt der Frage zu, ob es auch beim Fett- und Kohlehydratverbrauch ein Minimum gibt, das eingehalten werden muß, wenn der Stoffwechsel in normaler Weise vor sich gehen soll. Wir kennen schon lange einen krankhaften Zustand, der beweist, daß die beiden Nährstoffe im Stoffwechsel nicht getrennt nebeneinander wegverbrennen, sondern daß die eine Substanz schwer und vielleicht auch gar nicht bis zu Ende verbrennen kann, wenn die andere fehlt. Beim Zuckerkranken tritt vielfach gegen Ende des Lebens ein Zustand schwerer Selbstvergiftung auf, das diabetische Koma.

Seine Ursache war bald erkannt, eine Störung in der Verbrennung des Fettes. Die sogenannten Acetonkörper vergiften zwar weniger unmittelbar, erst auf einem Umweg. Sie sind Säuren, sind viel zu sauer, als daß sie als solche im Blut vorhanden sein dürften. Sie werden, soweit möglich, als Alkalisalze in den Harn übergeführt und entziehen dem Körper und insbesondere dem Blut große Mengen von Natron. Das Natron wird zum Transport der Kohlensäure vom Gewebe in die Lungen gebraucht. Die Abatmung der Gewebe ist also erschwert und die Selbstvergiftung zum großen Teil eine Vergiftung mit Kohlensäure am Ort ihres Entstehens. Ist kein Natron zum Neutralisieren mehr da, so wird die Harnstoffbildung eingeschränkt und das Ammoniak zum Binden der Acetonkörper gebraucht. Aber Ammonialsalze sind nicht ganz harmlos. Sie dringen überall hin, durch die Wände aller Zellen hindurch und stören dann deren Stoffwechsel. Der Körper befindet sich eben in einer sehr gefährlichen Zwangslage, sein Leben ist bedroht; er muß ohne Besinnen von zwei Übeln das kleinere wählen.

Die Acetonkörper stammen aus dem Fett. Der Zustand des Komas ist aber gar nicht dem Diabetes eigentümlich. Jeder gesunde Mensch kann sich in wenigen Tagen in den gleichen Zustand versetzen, er muß dazu nur seinen Eiweißverbrauch aufs Minimum reduzieren, die Kohlehydrate ganz meiden und von Fett allein leben. Praktisch wird man das so machen, daß man zwei bis drei Tage lang nur von Kartoffeln lebt, dann zwei nur von Zucker und dann plötzlich den Zucker ganz fortläßt und nur reines Fett genießt, also Öl oder Butter. Dann bekommt man ganz die gleichen Erscheinungen wie der schwer Zuckerkranken im Koma. Übelkeit bis zum Erbrechen, Schwindelgefühl, Benommenheit bis zu Störungen im Bewußtsein, im Harn massenhaft Acetonkörper, sogar Eiweiß kann auftreten. Vom Diabetiker unterscheidet man sich nur dadurch, daß der Zucker im Harn fehlt. Wäre dieser komatöse Zustand auch noch in einfacherer Weise herzustellen, dann hätten wir Militärärzte während des Krieges wohl manchmal eine Differentialdiagnose zu stellen gehabt. Der Schwindler und der Zuckerkranke unterscheiden sich ja nur dadurch, daß der Zucker in

dem Blut des letzteren zwar kreist, aber aus irgendeinem Grunde von den Geweben nicht verwertet wird. Der Simulant muß den Zucker schon aus seiner Nahrung ausschließen. Sein Gewebe würde ihn ja sofort aufnehmen, dann bilden sich aber keine Acetonkörper mehr. „Die Fette verbrennen im Feuer der Kohlehydrate“ sagte Rosenberg, ohne sich eine nähere Vorstellung von dem Ablauf der Reaktion machen zu können. Dazu mußte man erst die Vorfrage lösen, ob die Acetonkörper normale Zwischenprodukte im Abbau der Fettsäuren darstellen und nur nicht weiter verbrennen können, weil sie dazu Eiweiß oder Zucker brauchen, oder ob sie nur unter diesen Umständen auftreten, normalerweise nicht, weil hier der Abbau der Fettsäuren schon an einer ihrer Vorstufen einen anderen Weg einschlägt. Das letztere scheint der Fall zu sein. Schon die Vorstufe mit mindestens sechs Kohlenstoffatomen geht wahrscheinlich Synthesen mit Zwischenprodukten des Kohlehydratstoffwechsels ein. Der Paarling, der hierzu notwendig ist, kann offenbar auch aus einigen Eiweißbausteinen entstehen, und so wirkt manches Eiweiß antiketogen. Andere Aminosäuren gehen aber normalerweise in Acetonkörper oder ihre Vorstufe über. Manches Eiweiß vermehrt also auch die Ketonurie. Was geschieht, das wird davon abhängen, in welchem Mengenverhältnis die beiden Arten von Aminosäuren, die Ketogenen und die Antiketogenen in dem Eiweiß enthalten sind, welche überwiegen. Vom Casein ist es lange bekannt, daß es dazu neigt, die Ketonurie zu steigern. Sie würde also dann auftreten, wenn Synthesen in den Zwischenprodukten nicht stattfinden können, weil der Paarling fehlt.

Der Körper wird bestrebt sein, ihn sich, wenn irgend möglich, wenn er Zeit dazu hat, anders woher — selbst aus den Fetten — zu bereiten. Diese würden dann also nicht, wie bei gemischter Kost, abgebaut werden, sondern einen teilweisen Umbau erfahren. Das ist eine Arbeitsleistung, die sich in ihrem Nutzeffekt ausdrücken muß. In der Tat haben Krogh und Lindhardt beobachtet, daß vom Fett ungefähr 10% mehr aufgewendet werden muß, um die gleichgroße Arbeit zu leisten wie von Kohlehydrat. Hier, bei Kohlehydrat, ist der Umsatz am kleinsten bei der Arbeit. Das spricht dafür, daß auch der Muskel in situ ebenso wie der isolierte als unmittelbare Quelle seiner Energie Zucker verbraucht. Zuntz hat also nicht recht gehabt, als er aus früheren Respirationsversuchen die Behauptung abgeleitet hatte, daß die Quelle der Muskelkraft in gleicher Weise sowohl Kohlehydrat, wie Fett, wie Eiweiß sein kann. Zur Kroghschen Auffassung paßte es sehr gut, daß die gleiche Arbeit bei reiner Fettkost viel mehr ermüdet, als wenn Kohlehydrat gegessen wird und daß auch weniger geleistet wird. Zucker ist der Stoff, der dem Muskel schnell zugeführt werden kann und der ihm paßt. Fett muß erst umgebaut werden. Dazu ist während der Arbeit nicht recht Zeit. Deshalb geht der Umbau nicht so vollständig vor sich. Das zeigt sich an einer Änderung des Resp. Quotienten beim Übergang von Ruhe zu Arbeit. Bei gemischter Kost treten die Zwischenprodukte des Fett- und Kohlehydratstoffwechsels miteinander in Reaktion, beide verbrennen leicht und vollständig. Der Umsatz hat seinen kleinsten Wert. Wird nur Fett gefüttert, so wird ein Teil zum Umbau in die Zwischenprodukte des Kohlehydratstoffwechsels verbraucht, der Umsatz ist etwa 6% größer. Wird nur Kohlehydrat gefüttert, wird ebenfalls ein Teil in die Zwischenprodukte des Fettstoffwechsels umgebaut, der Umsatz steigt um etwa 3%. Wird gleichzeitig Arbeit geleistet, so wird dieser Umbau gewissermaßen aus Zeitmangel eingeschränkt und der wahre Respirationsquotient, der der Nahrung entspricht, kommt mehr zum Ausdruck. Krogh hat diese Untersuchungen erst durchführen können, als es ihm gelungen war, die Technik der Respirationsversuche und Gasanalyse ungemein zu vervollkommen. Es wäre sehr zu begrüßen, wenn auch die kalorimetrische Methodik in gleicher Weise vervollkommen würde und dann die Ergebnisse der Respirationsversuche durch die direkte Messung des Energieumsatzes kontrolliert werden könnten.

Ergänzungsstoffe.

Wir kommen zu einem neuen, unserm letzten Abschnitt, den Ergänzungsstoffen. Im Jahre 1873 wollte Forster zeigen, daß die mineralischen Stoffe der Nahrung lebenswichtig sind und nicht entbehrt werden können. Er fütterte Hunde mit ausgewaschenem Fleisch und Tauben mit reinem Casein, reiner Stärke und reinem Fett. Hunger, Durst, zufällige Erkrankungen schließt Forster mit völliger Sicherheit aus. Trotzdem gingen alle Tiere nach zwei bis vier Wochen ein. Auffallend war dabei, daß die Tiere viel rascher zugrunde gingen, als wenn sie ganz gehungert hätten. Auch bei Zulage von Milchäse konnten die Tiere nicht am Leben erhalten werden. Also der Mangel an Mineralien konnte, zum mindesten nicht allein, die Ursache der Erkrankungen sein. Aber frische Milch war dazu imstande, damit blieben die Tiere viele Monate gesund. Diese beachtenswerte Tatsache fiel Bunge schon vor 30 Jahren auf. Er sagte damals, nachdem er andere Möglichkeiten gestreift hatte: „Oder enthält die Milch außer Eiweiß, Fett und Kohlehydrat noch andere organische Stoffe, die gleichfalls für die Erhaltung des Lebens unentbehrlich sind? Den Pflanzenphysiologen ist es schon lange gelungen, mit einem künstlichen Nahrungsgemisch eine Pflanze zu ernähren. Warum sollte dasselbe nicht auch dem Tierphysiologen gelingen? Es wäre lohnend, die Versuche fortzusetzen.“ Die Versuche sind fortgesetzt worden, aber sehr viel später und von ganz anderer Fragestellung aus. Wir hatten vorhin schon mit ihnen zu tun bei der biologischen Wertigkeit der Proteine. Anfangs wollten die Versuche nicht gelingen, die Tiere gingen stets nach kurzer Zeit zugrunde. Die verschiedensten Salzmischungen

wurden erfolglos durchgeprüft; dann auch die anderen Bestandteile der Nahrung. Da bemerkte Röhm, daß es notwendig war, dem reinen Futter einen Hefenausatz in kleinen Mengen zuzusetzen und das Casein in ganz besonders sorgfältiger und schonender Weise zu reinigen. Und Osborne und Mendel fiel es auf, daß ihre Tiere mit Milchzucker gediehen, während Stärke und Rohrzucker versagten. Als sie aber den Milchzucker dreimal aus Alkohol umkristallisiert hatten, da versagte auch er. Offenbar war er also noch nicht rein gewesen, hatte Spuren von Beimengungen enthalten, durch die das Ergebnis der Fütterungsversuche beeinflusst worden war. Nachdem sie nun einmal auf solche Spuren von Verunreinigungen aufmerksam geworden waren, sorgten sie auch bei den übrigen Bestandteilen ihres Futters für weitgehende Reinigung und erzielten so wenigstens gleichmäßige, jederzeit reproduzierbare Ergebnisse. Allerdings erst, als sie bestimmte Zusätze zu dieser weitgehend gereinigten Kost machten. Sie verwendeten dabei zuerst ihre „proteinfreie Milch“, ein Präparat, das sie sich aus Zentrifugenmilch herstellten, indem sie ihr alles Eiweiß durch Ansäuern und Aufkochen entzogen und den Rest im Vakuum rasch und vorsichtig eindampften. Dieser Rest besteht fast nur aus Milchzucker und den Salzen der Milch. Das „fast“ umgreift aber eine große Menge, allerdings nur in Spuren vorhandener weiterer Bestandteile der Milch. Osborne und Mendel haben alle bekannten durchgeprüft, aber unwirksam gefunden. Heute haben sie das Präparat als Zusatznahrung bei ihren Fütterungsversuchen wieder verlassen, weil es sich nur schwer wirklich ganz frei von Eiweiß herstellen läßt. Sie ziehen ihm neuerdings einen alkoholischen Auszug von Hefe oder noch besser von entfettetem Weizenkeimling vor.

Bunge hatte gemeint, wenn nur frische Milch gefüttert würde, oder das Futter doch wenigstens zu einem sehr großen Anteil aus ihr bestünde, daß dann die Gesundheit erhalten bliebe. Osborne und Mendel kamen mit viel kleineren Mengen aus und nun zeigte gar 1912 Hopkins, daß auf Tier und Tag gerechnet, 2 ccm als Zusatz genügen. 2 ccm der frischen Vollmilch, von der neun Zehntel Wasser sind! Nur 1—3% der Trockensubstanz des Futters kamen von der Milch her, also nur in tausendstel Prozents konnten die notwendigen Substanzen vorhanden sein. Und dennoch diese mächtige Wirkung, ohne sie ein am Leberbleiben nicht möglich. Erst auf diese Beobachtung von Hopkins hin bildete sich das neue Arbeitsgebiet. Jetzt hatte man wenigstens einigermaßen festen Boden unter den Füßen. Die Milch gab das Maß an, auf das man den Gehalt anderer Nahrungsmittel an den neuen Stoffen beziehen konnte. Weil sie die alten klassischen Nährstoffe Eiweiß, Fett, Kohlehydrate und Salze in stofflicher Hinsicht ergänzten und auch auf keinen sonst bekannten Bestandteil zurückzuführen waren, bekamen sie den Namen Ergänzungstoffe. Der Name läßt ihre Natur ganz unberücksichtigt. Von ihr wissen wir nichts. Er soll nur sagen, daß eine Nahrung, die alles bekannte enthält, noch nicht vollwertig ist, sondern erst durch diese unbekannten Stoffe dazu ergänzt wird. Eine gewisse Skepsis ist sehr berechtigt und am Platze. Aber haben wir je die Toxine, Antitoxine und die Schutzstoffe des Blutes als reine Körper gefaßt oder gar die Fermente? Und doch können wir mit ihnen arbeiten, ihre Wirkung nach Art und Stärke genau festlegen und die vorhandenen Mengen messen! Und außerdem haben wir auch in den endokrinen Drüsen Produkte von ähnlich hoher Wirksamkeit kennengelernt. Soll doch 1 mg Thyroxin, des Hormons der Schilddrüse, genügen, um den Stoffwechsel des Menschen für mehrere Wochen wesentlich zu erhöhen. Und in anderen Naturprodukten, wie gewissen Nahrungsmitteln, war das Vorhandensein solcher hochwirksamer Substanzen 1912 wenigstens schon zu vermuten. Denn inzwischen war es Axel Holst gelungen, Tiere skorbutkrank zu machen und Eijkmann hatte das Auftreten der Beriberikrankheit mit dem Mangel an Ergänzungstoffen, die in der Reiskleie enthalten sind, in Zusammenhang gebracht. Eijkmann war dabei von der Beobachtung ausgegangen, daß da, wo die Krankheit den Menschen befällt, auch die Hühner, die mit den Küchenabfällen gefüttert wurden, in ähnlicher Weise erkrankten. Die Krankheit mußte also mit der Nahrung zusammenhängen und zwar, wie sich zeigen ließ, mit dem Reis. Aber nicht alle Reis essenden Völker wurden krank. Die Bengalen essen ihn unpoliert mit der braunen schwer verdaulichen Perikarphülle. Sie werden nicht beriberikrank. Die Eingeborenen der Philippinen zerreiben solchen Reis in großen Steinmulden und sieben die Schalen ab. Bei ihnen ist die Krankheit zwar selten, aber doch schon regelmäßig zu finden. In ihrem primitiven Handbetrieb können die Philippinos die Schalen nicht so vollständig entfernen, wie die Japaner in ihren Reismöhlen. Seit sie diese modernen und recht vollkommen arbeitenden Maschinenanlagen besitzen, wurde die Beriberi dort zu einer wahren Volksgeisel und ist erst seit Eijkmanns Entdeckung wieder zum Verschwinden gebracht worden, als daraufhin die Kost geändert, der Reis teilweise durch Gerste ersetzt worden ist. Der große Fortschritt, den wir Axel Holst und Eijkmann verdanken, besteht darin, daß wir jetzt bestimmte Krankheiten experimentell erzeugen können. Solange wir auf zufällige Erkrankungen angewiesen sind, solange kommen wir nicht recht hinter ihre Ursache und damit auch nicht weiter in der Therapie. Mit dem Augenblick, wo wir imstande sind, sie jederzeit experimentell im Laboratorium und womöglich an einem billigen Versuchstier zu erzeugen, erst dann pflegt unsere Erkenntnis in raschem Tempo zu wachsen.

In der Milch sind mindestens drei Ergänzungstoffe anzunehmen, ein fettlöslicher Stoff, in Amerika kurz Faktor A genannt. Sein Vor-

handensein ist zum Wachstum unter allen Umständen nötig, im Gewebe macht er dieses gegen Läsion und Infektion widerstandsfähig, sein Fehlen tritt daher an einem Gewebe, das Schädlichkeiten so sehr ausgesetzt ist wie die Hornhaut, besonders früh in Erscheinung (Goldschmidt, Freise). Ferner ein wasserlöslicher Stoff B, der dem Milchzucker und dem Casein leicht anhaftet. Bei seinem Fehlen liegen alle Funktionendarnieder, besonders die Tätigkeit der Drüsen ist eingeschränkt. Die Schädigung der Verdauungsdrüsen macht sich als unüberwindliche Appetitlosigkeit zuerst bemerkbar. Später wird auch die aufgenommene Nahrung schlecht verwertet, so daß die Tiere allmählich verhungern. Besonders auffällig leiden die Nerven. Ihre Schädigung kann durch Zufuhr des Stoffes sicher geheilt werden, solange sie natürlich noch nicht irreparabel zerstört sind, daher der Name antineuritische Stoff B. Und ein dritter, ebenfalls wasserlöslicher Stoff C zeichnet sich durch seine Empfindlichkeit gegen hohe Temperaturen aus. Die klinische Medizin wußte das schon längst und auch jeder Mutter ist es bekannt, daß sie die Flaschenmilch nur im Soxhletapparat pasteurisieren, nicht stundenlang kochen darf. In der frischen Milch steckt offenbar ein Stoff, der für die Gesundheit wichtig ist und leicht zerstört wird. Er ist in den meisten frischen Nahrungsmitteln vorhanden, sein Fehlen setzt Blutungen ins Gewebe, macht Skorbut. Er ist der antiskorbutische Stoff. Seine Abgrenzung von den beiden andern bereitete am meisten Schwierigkeiten. Seine Existenz war am längsten umstritten. Skorbut sollte die Folge einer abnormen Gärung im Darmkanal sein, doch wird neuerdings sein Charakter als Mangelkrankheit auch von solchen anerkannt, die sich wie McCollum am schärfsten dagegen ausgesprochen hatten.

Wie steht es mit dem Gehalt der Milch an diesen drei Stoffen? Ist er immer gleich groß? Eine Frage, ebenso wichtig für die praktische Ernährung wie für die Laboratoriumsversuche. Wir hatten ja gehört, daß die Frischmilch als Maßstab für die vergleichenden Fütterungsversuche benutzt wird. Da stellt sich nun heraus, daß ihre Fähigkeit, das Wachstum zu fördern und die tropischen Störungen der Beri-Beri zu hindern, im Sommer und Winter ziemlich unverändert bleibt; daß aber ihre prophylaktische und heilende Wirkung gegenüber dem Skorbut während der Wintermonate viel weniger deutlich ist als im Sommer. Die Ergänzungstoffe A und B müssen also das ganze Jahr über ungefähr in gleicher Menge vorhanden sein. Der Ergänzungstoff C aber ist stark vom Futter abhängig. Im Sommer auf der Weide frißt die Kuh frisches Gras, in dem meist viel C-Stoff vorhanden ist. Daher gelangt auch reichlich C-Stoff in die Milch. Im Winter bei trockener Stallfütterung erhält sie wenig davon. Dann bleibt auch die Milch arm daran. Der wärmeempfindliche C-Stoff ist beim Trocknen des Heues zum großen Teil verlorengegangen. A- und B-Stoff vertragen viel leichter selbst starke Hitzegrade. Nur gegen Sauerstoff sind sie empfindlich. Butterfett auf dem Teller ausgebreitet, der Luft ausgesetzt und dann ranzig geworden, hat seinen Gehalt an A eingebüßt. Vorsichtig ausgeschmolzenes Butterschmalz aber keineswegs.

Wie kommt nun der A-Stoff so reichlich in das Butterfett? Und warum fehlt er anderen und insbesondere manchen Pflanzenfetten fast ganz? Es hat viel Arbeit gekostet, bis man diese Frage hat beantworten können. Die Milchdrüse kann ihn nicht neu bilden, das steht fest. Was sie von A ausscheidet, in der Milch abgibt, das muß sie vorher bekommen haben. Sie kann den A-Stoff aus dem ihr zufließenden Blut herausheben und so in der Milch anreichern. Das Blut, der mütterliche Körper, hat A aber auch nicht bereiten können, sondern war angewiesen auf die Mengen, die er mit der Nahrung bekommen hat. Deshalb finden wir auch bei Tieren, die keine Milchdrüse besitzen, in dem Organ, das die Nahrung zurückerhält und zu verarbeiten hat, in der Leber, die Ergänzungstoffe am meisten angehäuft. Als A-reichstes Fett kennen wir heute den Tran aus Dorschlebern. Nur die Pflanzen können den A-Stoff neu bilden, und zwar nur die chlorophyllhaltigen. Ebenso entsteht der B-Stoff auch nur hier. Er findet sich überall da reichlich, wo die Zelle die Möglichkeit zu schneller Entwicklung in sich tragen muß.

Der C-Stoff entsteht auch ohne Chlorophyll. In dieser Beziehung scheint er sich grundlegend von den beiden anderen Ergänzungstoffen zu unterscheiden. Er entsteht beim Keimen neu. Wenn Erbsen und Bohnen im Wasser quellen und dann einige Tage liegenbleiben, bis der blasse Keimling 1—2 cm lang geworden ist, dann enthalten sie offenbar sehr viel mehr C-Stoff. Denn so bewährten sie sich in der Prophylaxe gegen den Skorbut sehr viel besser als die gewöhnlichen trockenen Früchte, wie wir sie vom Markt her kennen. Das ist ganz im großen bei der Verpflegung von Truppen in Mesopotamien, Mazedonien und im Murmangebiet ausprobiert und bestätigt gefunden worden. In ihrer Fähigkeit, C-Stoff neu zu bilden, scheinen die verschiedenen Lebewesen voneinander unterschieden zu sein. Niedere Organismen sind dazu befähigt, die höheren Tiere und damit auch wir Menschen, sind ganz auf die Zufuhr von außen angewiesen, wir haben diese Fähigkeit offenbar wieder verlernt oder verloren.

So ist es ganz natürlich, daß man gerade bei den Fütterungsversuchen, die der Bedeutung der Ergänzungstoffe gewidmet waren, zuerst wieder auf das Liebig'sche Minimumgesetz aufmerksam geworden ist. Es bleibt auch heute noch fraglich, ob man berechtigt ist, dem fettlöslichen Stoff A einen besonderen Einfluß auf das Wachstum zuzusprechen, wie es nach den experimentellen Ergebnissen schien. Bei seinem Fehlen war das auffälligste Symptom ein Zurückbleiben im Wachstum. Aber wir haben beim Eisen, bei unvollständigem Eiweiß

das gleiche beobachtet, vielleicht nur deshalb nicht so frühzeitig und so auffallend, weil der mobilisierbare Vorrat von diesen geradeso lebenswichtigen Bausteinen größer gewesen ist oder länger gereicht hat. Aber im ganzen genommen, an der Tatsache, daß das Liebig'sche Minimumgesetz für den tierischen Organismus geradeso gilt wie für den pflanzlichen, ist nicht mehr zu zweifeln, und gerade die Versuche über die Ergänzungsstoffe haben das von neuem erhärtet. Sie haben aber auch gezeigt, wie schwer ein vollgültiger Beweis geliefert werden kann bei den engen physiologischen Beziehungen der einzelnen Bausteine untereinander und zu den Funktionen des gesamten Protoplasmas.

Der gesamte Pflanzenorganismus enthält stets alle drei Ergänzungsstoffe. Das junge Pflänzchen braucht sie ja genau so wie wir zum Wachsen, bis es soweit ist, daß es die Sonnenwärme ausnutzen und nun sie sich selber bilden kann. Und so enthalten auch unsere Nahrungsmittel, so wie wir sie von der Natur erhalten, meist alle drei Stoffe. Aber so lassen wir sie nicht. Wir verändern sie. Wir scheiden durch Mahlen und Sieben, durch Trocknen, Auspressen oder Einsäuern manche schwer verdaulichen und bitter schmeckenden Teile ab und nur was übrig bleibt, essen wir, nachdem wir es noch durch unsere Kochkünste mißhandelt haben. Eine derartige Speise kann dann allerdings mehr oder weniger von ihrem früheren Gehalt an Ergänzungsstoffen eingebüßt haben. Sind wir gezwungen, nur von solchen Speisen zu leben, dann allerdings kann auch uns der Mangel an diesen Stoffen schaden. Dem entgegen wir, wenn wir Milch haben. Hier liegt ihre große volkswirtschaftliche Bedeutung. Die Engländer meinen, die Knochenerweichungen unserer Erwachsenen und die Rachitis unserer Kinder während der Jahre 1917—1919 sei in erster Linie auf die fehlende Milch, auf einen Mangel an A-Stoff zurückzuführen. An ihn müsse man bei der Versorgung einer Nation mit Fetten heute denken. Ihr energetischer Nährwert allein genüge nicht mehr. Alle Kulturländer bedürfen eines Zuschusses von Fetten. Nur in den tropischen Ländern wächst alles so schnell, daß ihre Bewohner weniger verbrauchen als produzieren, und uns dort große Ölernten zur Verfügung stehen. Aber leider enthalten gerade diese Pflanzenfette sehr wenig A-Stoff. Da hat das Butterfett einzuspringen, die Milch. Wenn auch der Hackfruchtbaue auf gleicher Bodenfläche mehr Kalorien bringt, es bleibe fraglich, ob uns damit allein gedient sei. Und ob wir mit den Gemüsen und Halmfrüchten allein auch genug Ergänzungsstoffe und vollwertiges Eiweiß bekommen. Genug unter praktischen Verhältnissen. Die Menschen wollen nun einmal sich nicht nach der Nährwerttafel füttern, sie wollen das essen, was ihnen schmeckt, wozu sie Lust haben. Fleisch, Milch und Molkereiprodukte, frisches Gemüse und Obst stehen oben an. „Die Begierde nach frischer Nahrung hat wohl mehr Leben gerettet als durch Keime in der Nahrung vernichtet worden sind.“ Von unseren frischen Nahrungsmitteln ist die Milch das allerwichtigste. So erheben sich immer mehr Stimmen, die die Weidewirtschaft, die Fleisch- und Milchproduktion wenigstens in der Umgebung der Städte erhalten wissen wollen, und davor warnen, noch weiter Wiese in Ackerboden umzuwandeln. Heute müsse man im Gegenteil bestrebt sein, der städtischen Bevölkerung Fleisch- und Molkereiprodukte in ausreichendem Maße zuzuführen. Die Akten über diese Frage scheinen mir heute noch nicht geschlossen zu sein, sie spielt aber auch mehr in das Gebiet der praktischen Ernährungslehre hinüber.

Schluß.

Wir kommen zum Schluß. Wir haben gesehen, welche verschiedene Beurteilung die Milch in den verschiedenen Entwicklungsperioden der Ernährungslehre gefunden hat. Die Milch galt stets als ein sehr wertvolles Nahrungsmittel. Aber welcher Bestandteil ihr den Wert verleiht, das ist im Lauf der Jahrzehnte ganz verschieden beurteilt worden. Wir hörten, daß sie eine ideale Zusammensetzung habe. Aber kommt es bei den organischen Nährstoffen wirklich so sehr auf das gegenseitige Mengenverhältnis an? Wir wurden schon gleich stutzig, da wir uns an das Gesetz der isodynamen Vertretbarkeit erinnerten. Eiweiß, Fett, Kohlehydrate können füreinander eintreten, in Mengen, die gleichem Energiegehalt und damit gleichem Nährwert entsprechen. Nur für das Eiweiß mußten wir eine gewisse Ausnahme gelten lassen. Ganz durfte es nicht fehlen. Soweit kamen wir mit den alten Stoffwechselversuchen. Auf weiteres gaben sie keine Antwort mehr. Da setzte die genauere chemische Untersuchung der Nährstoffe ein. Was wir bisher als chemisch-einheitliche Gruppen angesehen hatten, begriff Bausteine ganz verschiedener Art und Menge in sich und auf diese Bausteine kam es an. Nicht auf die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff. Wir mußten versuchen, besseren Einblick in den Zwischenstoffwechsel zu bekommen. Da zeigte sich, daß das Isodynamiegesetz nur in einem gewissen Umfang gilt. Das Gesetz des Minimums herrscht vor. Auch von Fett und Kohlehydrat sollen begrenzte Mengen stets im Stoffwechsel vorhanden sein, besonders wenn der Eiweißumsatz eingeschränkt ist. Hier sahen wir, wie verschieden viel wert in biologischer Beziehung die verschiedenen Eiweißkörper sind und wie gerade die der Milch besonders hochwertig sind. Nicht so sehr allein für sich. Wir sahen, daß mit Casein allein auf die Dauer ein Tier nur leben kann, wenn sein Futter davon ziemlich viel enthält. Und ebenso vom Laktalbumin allein. Aber die gesamten Eiweißkörper der Milch ergänzen sich gegenseitig so günstig, daß der Säugling tatsächlich mit einem Minimum von Eiweiß lebt und alles übrige zum Ansatz verwenden kann. Und wir sahen, von welcher prak-

tischem Wert es bereits geworden ist, die Eiweißsorten unserer Nahrungs- und Futtermittel zu kennen und durch einfache Fütterungsversuche festzustellen, welche zusammenpassen. Wir wurden dabei auf die Ergänzungsstoffe aufmerksam, die nur in sehr kleinen Mengen vorhanden, aber doch von größter Bedeutung für Gesundheit und Leben sind. Wir besitzen einen mehr oder minder großen Vorrat von ihnen in unseren Geweben, und können davon eine Zeitlang zehren. Auf die Dauer dürfen sie aber nicht fehlen. Skorbut, Beri-beri, Augenerkrankungen, vielleicht Rachitis sind wohl charakterisierte Krankheiten, die auf eine Unterbilanz an diesen Stoffen zurückgeführt werden. Allgemeine Hinfälligkeit, geringe Widerstandsfähigkeit gegen Infektion und andere Schädigungen mögen auch als Folge ihres Fehlens angesehen werden. Aber solche allgemeine Erscheinungen treten immer auf, wenn lebenswichtige Bausteine unserer Nahrung mangeln. Mögen sie nun den Fetten, den Proteinen oder dem Reich der Mineralien angehören. Den Wert der Milch erkannten wir darin, daß sie alle Bausteine enthält, die mineralischen, die organischen, die bekannten und die unbekannten, die wir jahrzehntlang übersehen hatten.

An der Milch haben wir ein gut Teil der Beziehungen aufgefunden, nach denen sich unser Stoffwechsel und unsere Ernährung regelt. Wir sind auch im allgemeinen in der Erkenntnis ein Stück vorangekommen. Es hat viel Mühe gemacht und lange Jahre gedauert. Aber ist das nicht immer so? „Zu den sichersten Theorien gelangt man nicht auf den Flügeln der Phantasie, die nur den Schein der Kultur mit sich bringen kann, sondern mit der geduldligen Kleinarbeit, mit dem methodischen täglichen Forschen, welches allein zur sicheren Feststellung der einzelnen Tatsache führt und damit zur Begründung der unanfechtbaren Gesetze des Lebens“, so sagte Camillo Golgi in seiner Nobelpreisrede. Und bleiben wir bescheiden. Denken wir stets daran, daß wir nur in unserer Zeit leben, daß unser ganzes Denken und Tun in den Anschauungen unserer Zeit wurzelt. Im Talmud heißt es schon: „Der Mensch bleibt weise, solange er die Wahrheit sucht; wenn er sie gefunden hat, ist er ein Narr.“

[A. 253.]

Verzeichnis einschlägiger Arbeiten.

1. Abderhalden, Lehrbuch der physiologischen Chemie. 4. Aufl. 1920.
 2. Aron und Gwolk, Systematische Fütterungsversuche mit künstlich zusammengesetzten Nährstoffgemischen. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Herausgegeben von Abderhalden. Urban & Schwarzenberg. Berlin-Wien 1921. Lief. 29.
 3. a) Drummond, Lancet, 12. Okt. 1918.
b) Drummond u. Coward, Biochem. Journ. 14, 661, 668, 381 [1920].
 4. Eijkmann, Virch. Arch. 148, 523 [1897].
 5. Forster, Z. f. Biol. 9, 297 [1873].
 6. Funk, Vitamine. Bergmann, Wiesbaden 1914.
 7. Hofmeister, Qualitativ unzureichende Ernährung, Asher-Spiros Berichte der Physiologie 16, 1 u. 520 [1918].
 8. a) Hopkins, Lancet 200, 1 [1921].
b) Hopkins, Journ. of Physiol. 44, 425 [1912].
c) Hopkins, Biochem. Journ. 14, 721 [1921].
 9. Graham Lusk, Science of nutrition. 3. Aufl. 1917. Philadelphia u. London, Saunders & Co.
 10. a) McCollum, The newer Knowledge of nutrition 1918. McMillan & Co.
b) McCollum, Simmonds u. Parsons Supplementary protein values in foods I—V. Americ. Journ. of Biolog. Chem. 47, III, 247 [1921].
 11. a) Mitscherlich, Das Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren. Landw. Jahrb. 56, 71 [1921].
b) Baule, Zu Mitscherlichs Gesetz der physiologischen Beziehungen. Landw. Jahrb. 51, 363 [1916].
 12. Röhmann, Über künstliche Ernährung und Vitamine. 1916. Borntraeger, Berlin.
 13. a) Schaumann, Arch. f. Schiff- u. Tropenhygiene 15, Beih. 8, 1910; 18, Beih. 6, 1914; 19, 139, 1915.
b) Abderhalden u. Schaumann, Pflüg. Arch. 172, 1 [1918].
 14. Schmidt, Sitzungsber. d. physik.-mediz. Gesellschaft. Würzburg 1913.
 15. Stepp, Ergebnisse der inn. Med. u. Kinderheilkunde 15, 257 [1917].
- Die meisten Arbeiten über Eiweißwertigkeit und Ergänzungsstoffe sind zu finden im Biochem. Journ. und Americ. Journ. of Biolog. Chemistry von 1914 ab, im Pflügerschen Archiv von Bd. 172 ab.
- Ausführliche Referate seit 1920 in den Berichten der gesamten Physiologie und experimentellen Pharmakologie. Verlag Springer Berlin seit 1920.

Aus anderen Vereinen und Versammlungen. Preisarbeiten und Aufgaben des Vereins der Zellstoff- und Papier-Chemiker.

Im Laufe der Jahre hat der Verein eine größere Reihe von Preisausschreiben erlassen und die Bearbeitung vieler, für Wissenschaft und Industrie wichtiger Fragen angeregt. Da diese Aufforderungen zur Lösung derartiger Fragen in den Veröffentlichungen des Vereins zerstreut sind, werden sie nachstehend einmal übersichtlich zusammengestellt. Bezüglich des Nachweises von Literatur für diese Aufgaben muß im allgemeinen auf die Fachliteratur, Lehrbücher und Aufsätze