



Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung
der Jetztzeit

Von

Emil Abderhalden



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1917

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

Von

Emil Abderhalden

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Halle a. d. Saale

Mit 2 Textfiguren



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1917

ISBN 978-3-662-01893-4 ISBN 978-3-662-02188-0 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-02188-0

Alle Rechte vorbehalten.

Vorwort.

Dem Wunsche der Teilnehmer am ersten Kurse über die Grundlagen unserer Ernährung unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit, der am 11., 12. und 13. April 1917 im physiologischen Institute der Universität Halle stattgefunden hat, folgend, gebe ich einen Überblick über die wichtigsten Tatsachen der Forschung über unsere Ernährung. Er kann selbstverständlich das Studium eingehenderer Werke nicht entbehrlich machen. Die hier gegebene Darstellung soll vor allem Interesse für das so außerordentlich wichtige Gebiet des Stoffwechsels und seiner Befriedigung wecken und dazu anregen, Werke zu studieren, welche die einzelnen Fragen an Hand der Einzelergebnisse der Forschung wiedergeben.

Es ist dringend notwendig, daß in breite Volksschichten größere Kenntnisse über unsere Ernährung verbreitet werden. Es gilt dies nicht nur für die Jetztzeit, sondern auch für die Zukunft.

Derjenige, der sich weiter in Fragen der Ernährung vertiefen will, sei auf die Lehrbücher der Physiologie verwiesen. Eine eingehende Darstellung der Stoffwechselfragen findet sich z. B. im Lehrbuch der physiologischen Chemie, 3. Auflage, Band 2, von Emil Abder-

halden (Verlag: Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien). Spezielle Probleme sind in den kleinen Werken des gleichen Verfassers: Neuere Anschauungen über den Bau und den Stoffwechsel der Zelle, 2. Auflage (Verlag: Julius Springer, Berlin), Synthese der Zellbausteine in Pflanze und Tier (Verlag: Julius Springer, Berlin) und Die Bedeutung der Verdauung für den Zellstoffwechsel (Verlag: Urban und Schwarzenberg, Berlin) behandelt. Sehr empfehlenswert sind ferner: J. König, Nährwerttafel. Gehalt der Nahrungsmittel an ausnutzbaren Nährstoffen, ihr Kalorienwert und Nährgeldwert, sowie der Nährstoffbedarf des Menschen. Verlag: Julius Springer, Berlin. — K. Thomas, Nahrung und Ernährung. Verlag: B. G. Teubner, Leipzig und Berlin. Beide Werke enthalten Übersichten über die Zusammensetzung der wichtigsten Nahrungsmittel und ihren Nährwert. Wer noch weiter in die ganze Forschung eindringen will, findet in dem zuerst genannten, großen Werke zahlreiche Literaturhinweise.

Wenn das vorliegende kleine Büchlein Interesse für das Forschungsgebiet Ernährung zu wecken vermag, dann ist seine wesentlichste Aufgabe erfüllt.

Halle a.S., 20. April 1917.

Emil Abderhalden.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	V
Einleitung	1
Unsere Nahrungsstoffe	4
I. Die organischen Nahrungsstoffe	4
II. Die anorganischen Nahrungsstoffe	21
Die Herkunft unserer Nahrungsstoffe	24
Das Verhalten unserer Nahrungsstoffe in unserem Verdauungs- kanal	35
Sind wir nach dem Bau unseres gesamten Verdauungskanales für reine Pflanzennahrung oder für Fleischnahrung oder für ein Gemisch beider bestimmt?	45
Einfluß des Appetits und der Nahrungsaufnahme auf die Ab- gabe der Verdauungssäfte	49
Der Zellstoffwechsel	53
Die Mengen der zur Ernährung notwendigen Nahrungsstoffe	60
Die wichtigsten Methoden zur quantitativen Verfolgung des Stoffwechsels	61
Die Frage des Eiweißbedarfes	76
Die Ausnutzung der verschiedenen Nahrungsmittel im Darm- kanal	89
Die unter verschiedenen Bedingungen zur Vollführung der Leistungen des Organismus notwendigen Energiemengen .	95
Die Frage der Ersetzbarkeit eines Nahrungsstoffes durch einen anderen	111
Bedarf es der besonderen Zufuhr von Mineralstoffen (Salzen) und anderen Nahrungsstoffen?	114
Besteht die Möglichkeit der Entstehung von Störungen durch die einseitige Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel? . .	118
Der Stoffwechsel des wachsenden Organismus	121
Ist die jetzige Art unserer Ernährung ausreichend?	131

Einleitung.

Der Krieg hat unsere Ernährung in tiefgehender Weise beeinflußt. Mit dem Zurückgehen und teilweisen vollständigen Aufhören der Einfuhr von Nahrungsmitteln für uns und auch für das Vieh und nicht zuletzt auch durch das Ausbleiben der so wichtigen Zufuhr von Düngemitteln aus dem Auslande sind die Mittelmächte immer mehr auf die eigene Produktion angewiesen worden. Mit dem Knapperwerden einzelner Nahrungsmittel wurde mit einem Male das Interesse weiter Volkskreise für die Bedeutung der für die Ernährung unentbehrlichen Nahrungsstoffe geweckt. Zahlreiche Fragen traten auf. Ihre Beantwortung erfolgte nicht immer von sachkundiger Seite. So kam es, daß wiederholt ohne Grund Beunruhigung in weite Kreise getragen wurde. Es hätte dies vermieden werden können, wenn Aufklärung über Ernährungsfragen verbreitet worden wäre. Das nun einmal stark geweckte Interesse an unserer Ernährung muß wahrgenommen und ausgenützt werden, um möglichst viele Kenntnisse nicht nur über unsere Nahrungsstoffe und unsere Ernährung zu verbreiten, sondern auch über den Stoffwechsel im allgemeinen und, wenn möglich, auch über die wichtigsten Funk-

tionen unserer Organe. Ist es nicht merkwürdig, daß nur ganz wenige Menschen über den Betrieb ihres eigenen Organismus Bescheid wissen?

Gewaltig sind die Leistungen der Wissenschaft und der Technik vor allem in dieser Kriegszeit gewesen. Kaum war eine Aufgabe gestellt, so war sie auch schon gelöst. Wir hatten bald Mangel an gebundenem Stickstoff, und doch war der Bedarf gerade an diesem ein ganz gewaltig gesteigerter, brauchen wir doch solchen zur Herstellung der Munition und ferner zur Düngung. Um diesem Mangel zu steuern, hat man den Stickstoff der Luft benutzt und ihn gebunden. Schon vor dem Kriege war das Problem der Stickstoffgewinnung aus der Luft prinzipiell gelöst. Jedoch sind erst während des Krieges die Methoden so verbessert worden, daß zahlreiche Fabriken sich der Aufgabe der Erzeugung von stickstoffhaltigen Verbindungen mittels Luftstickstoffs widmen konnten. Manches Metall erschien vollständig unentbehrlich. Wissenschaft und Technik schufen Ersatz. Wo wir hinblicken, stoßen wir mitten in den höchsten Anstrengungen des Krieges auf neue Ergebnisse der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik. Wenn dereinst wieder Friede sein wird, werden weite Kreise staunend erkennen, was wir ihr alles zu verdanken haben.

Nur einer wichtigen Forderung der Jetztzeit kann weder die Wissenschaft, noch die Technik entsprechen, nämlich der direkten Vermehrung der Nahrungsstoffe. Wie wir gleich vernehmen werden, sind wir zur Erzeugung unserer Nahrung auf die Pflanzenwelt ange-

wiesen. Zwar ist es gelungen, im Laboratorium das Problem der künstlichen Darstellung der Nahrungsstoffe zu lösen, jedoch dauert ihre Gewinnung sehr lange Zeit. Sie ist ferner mit so hohen Kosten verknüpft, daß sie wohl niemals praktische Bedeutung erlangen kann. Die Pflanze arbeitet so außerordentlich viel ökonomischer und billiger, daß ihr niemals ein ernstlicher Konkurrent erwachsen wird. Und doch standen wir der Erzeugung unserer Nahrungsstoffe schon längst nicht untätig gegenüber. Durch Steigerung des Anbaus von Pflanzen und ihres Ertrages mußte sich auch die Menge der Nahrung vermehren lassen. Geeignete Düngung — künstlicher Dünger, die Stickstoffbindung aus der Luft —, zweckmäßige Ackerwirtschaft, Ausnutzung von an und für sich nicht geeigneten Länderstrecken — Moor, Sumpfland —, das waren alles Maßnahmen zur Mehrung unserer Nahrung. Dazu kam dann noch die Pflanzenzucht mit dem Ziel, möglichst ertragreiche Arten heranzuzüchten.

Noch in ganz anderer Weise war die Wissenschaft vereint mit der Technik bestrebt, unsere Nahrung zu mehren. Farbstoffe, wie der Krappfarbstoff und der Indigo z. B., die von bestimmten Pflanzen hervorgebracht werden, wurden mit Erfolg im Laboratorium unter Ausschluß der Pflanzenwelt erzeugt. Die Anpflanzung der die genannten Farbstoffe liefernden Pflanzen konnte stark eingeschränkt, ja vielfach ganz aufgehoben werden. Große Länderstrecken wurden auf diesem Wege zur Anpflanzung von Getreide

und von Kartoffeln frei. Sobald es der Wissenschaft gelingt, einen von der Pflanze hervorgebrachten Stoff im Laboratorium ebenso sicher und billiger darzustellen, als bestimmte Pflanzen es tun, dann ist wieder Ackerfläche zur Erzeugung von Nahrung gewonnen. So haben Wissenschaft und Technik indirekt in vieler Beziehung die Hervorbringung unserer Nahrungsstoffe gefördert und vermehrt.

Unsere Nahrungsstoffe.

Wir unterscheiden Nahrungsmittel und Nahrungsstoffe. Unter den ersteren verstehen wir Gemische von Nahrungsstoffen, so wie sie in unserer Nahrung — Pflanzennahrung und Fleischnahrung — vorkommen. Die Nahrungsstoffe selbst stellen bestimmte Verbindungen dar. Wir unterscheiden — anschließend an die Einteilung der Chemie — anorganische und organische Nahrungsstoffe.

Zu den anorganischen Nahrungsstoffen gehören drei Gruppen: 1. der Sauerstoff. Wir nehmen diesen als Gas durch die Lungen auf. 2. Wasser und 3. Salze. Das Wasser und die Salze werden, wie die organischen Nahrungsstoffe, durch den Verdauungskanal unseren Organen zugeführt.

I. Die organischen Nahrungsstoffe.

Die organischen Nahrungsstoffe bestehen aus Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O). Eine besondere Gruppe davon enthält außerdem noch Stick-

stoff (N) und Schwefel (S). Manche besitzen ferner noch Phosphor (P). Zunächst teilen wir je nach der elementaren Zusammensetzung die organischen Nahrungsstoffe in stickstofffreie und stickstoffhaltige ein. Zu den ersteren gehören die Kohlehydrate und Fette, zu den letzteren die Eiweißstoffe.

Beginnen wir mit den für uns in Betracht kommenden **Kohlehydraten**. Sie sind fast alle allgemein bekannt. Es gehören dahin der Traubenzucker, der Fruchtzucker, ferner der Rohrzucker, Milchezucker und der Malzzucker. Endlich sind zu erwähnen die Stärke, die Zellulose und das Glykogen. Vom chemischen Standpunkt aus betrachtet, lassen sich die eben erwähnten Zuckerarten in gewisse Gruppen bringen. Traubenzucker und Fruchtzucker stellen einfache Verbindungen dar. Sie lassen sich nicht ohne tiefer gehende Veränderung ihres speziellen Charakters weiter zerlegen. Dagegen können wir den Rohrzucker durch Kochen mit Säure in zwei in ihm vereinigte Zucker spalten, nämlich in Traubenzucker und in Fruchtzucker. Diese Spaltung vollzieht sich unter Aufnahme von einem Molekül Wasser. Wir nennen den Vorgang deshalb auch Hydrolyse. Umgekehrt entsteht aus den genannten einfachen Zuckern unter Abspaltung eines Moleküles Wasser Rohrzucker. Die gleiche Spaltung können wir mittels eines Saftes erreichen, den wir aus dem Darmkanal gewinnen können. Der Darmsaft enthält einen uns vorläufig nur seiner Wirkung nach bekannten Stoff — Ferment genannt —,

der bei Körpertemperatur den Rohrzucker rasch hydrolysiert. Den gleichen Stoff können wir z. B. auch in den Hefezellen nachweisen. Wir nennen den Rohrzucker, weil er sich in einfache Zucker spalten läßt, zusammengesetzten Zucker. Man hat die einfachen Zuckerarten auch Saccharide genannt. Da der Rohrzucker aus zwei Molekülen von Sacchariden aufgebaut ist, wird er als ein Bi- oder Disaccharid bezeichnet. Er findet sich in der Natur hauptsächlich im Zuckerrohr und in der Zuckerrübe.

Ein Disaccharid ist auch der in der Milch vorkommende Milchzucker. Er liefert bei der Spaltung unter Aufnahme von einem Molekül Wasser je ein Molekül Traubenzucker und Galaktose. Aus diesen Bausteinen läßt er sich unter Wasserabspaltung wieder zusammensetzen.

Ein weiteres Disaccharid ist die Maltose = Malz-zucker. Diese Zuckerart findet sich in der Natur nirgends in größeren Ansammlungen. Er ist vielmehr ein Zwischenprodukt, das beim Abbau von manchen Zuckerarten entsteht, die aus mehr als zwei Sacchariden zusammengesetzt sind; und ferner bildet er auch die Übergangsstufe, wenn solche zusammengesetzte Zuckerarten von einfachen ausgehend aufgebaut werden. Er liefert bei der Hydrolyse zwei Moleküle Traubenzucker.

Stärke und Zellulose gehören dem Pflanzenreich an. Beide haben verschiedene Funktionen. Die erstere ist keine einheitliche Verbindung, sondern ein Gemisch von solchen. Ihre Funktion wird durch den Na-

men Reservekohlehydrat gekennzeichnet. Viele Pflanzen lagern in größeren Mengen Kohlehydrate in Knollen usw. in Form von Stärke ab. Die Kartoffel enthält z. B. viel Stärke und auch in Getreidekörnern finden sich größere Mengen. Braucht die Pflanze Kohlehydrate, so kann sie das vorhandene Lager an Stärke angreifen. Sie bringt nicht diese selbst zum Transport an die Stelle, wo Zucker gebraucht wird, sondern Abbaustufen der Stärke. Sie zerlegt das zusammengesetzte Kohlehydrat. Die Abbaustufen können vielen Umwandlungen unterliegen. Wir wissen augenblicklich noch nicht, wieviele Einzelzucker in den Bestandteilen der Stärke untereinander verknüpft sind. Infolgedessen können wir auch nicht eine so exakte Bezeichnung wählen, wie sie im Namen Di-, Tri-, Tetra- usw. -saccharid gegeben ist. Wir nennen die Bestandteile der Stärke allgemein als Polysaccharide und bezeichnen gewöhnlich die Zahl der vereinigten Saccharide mit n .

Die Zellulose ist auch ein solches Polysaccharid, bei dem die Anzahl der Monosaccharide, die in ihm untereinander verbunden sind, zur Zeit unbekannt ist. Sie wird von der Pflanze als Schutz- und Stützmittel verwendet. Überall stoßen wir auf sie. Wir werden uns noch eingehend über dieses Polysaccharid zu unterhalten haben. Es ist nicht ohne Interesse, daß die Pflanze zu mechanischen Funktionen Kohlehydrate und speziell Zellulose heranzieht, während der tierische Organismus zum gleichen Zwecke — abgesehen von den Knochen — Eiweißsubstanzen verwendet, — elastische Bänder, Nägel,

Haare, Hörner, Hufe, Geweihe, Bartenwale des Wal-fisches usw. bestehen aus Eiweiß.

Das Glykogen gehört ausschließlich dem tierischen Organismus an. Es findet sich bei Wirbellosen und den Wirbeltieren als Reservekohlehydrat. Das Tier speichert Zucker in Form dieses Polysaccharides auf. Seine Molekulargröße ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Man weiß daher auch noch nicht genau, in wieviele Moleküle Monosaccharide das Glykogen bei der vollständigen Hydrolyse zerfällt. Wollen wir Glykogen darstellen, dann benutzen wir die Hauptstapelplätze für dieses Kohlehydrat, nämlich die Leber oder die Muskeln.

Spalten wir die drei genannten Polysaccharide, dann erhalten wir zunächst ein Gemisch von ganz verschiedenen Abbaustufen. Es entstehen Verbindungen, in denen eine verschiedene Anzahl von Monosacchariden vereinigt sind. Der Abbau geht von Stufe zu Stufe. Schließlich bleibt Traubenzucker übrig. Alle drei Polysaccharide liefern trotz ihres vollständig verschiedenen Baus, der sich auch in den ganz verschiedenen Eigenschaften der drei Kohlehydrate ausprägt, den gleichen Baustein, eben den Traubenzucker. Das Gemisch der Zwischenprodukte zwischen der Stärke, resp. der Zellulose, resp. dem Glykogen und dem Traubenzucker nennen wir Dextrine. Dieser Name bezieht sich somit nicht auf eine chemische Verbindung, sondern auf ein vorläufig noch unentwirrbares Gemisch von Abbaustufen verschiedener Molekulargröße. Unter den Abbaustufen treffen wir unter vielen anderen noch unbe-

kannten auf ein bekanntes Produkt, nämlich die schon erwähnte Maltose. Sie entsteht beim Abbau von Stärke und von Glykogen. Bei der Zellulose ist ein anderes Disaccharid gefunden worden, nämlich die Zellobiose. Sie zerfällt bei der Hydrolyse, wie der Malzzucker, in zwei Moleküle Traubenzucker.

Alle die erwähnten zusammengesetzten Zucker können wir, wie schon beim Rohrzucker erwähnt, mittels Säure — z. B. Salz- oder Schwefelsäure — in ihre Komponenten zerlegen. Der Abbau erfolgt bei der Stärke und beim Glykogen leicht, die Zellulose dagegen erweist sich als sehr widerstandsfähig. Zu ihrer Spaltung müssen wir lange mit Säure kochen. Wir erhalten in allen Fällen nach einiger Zeit ausschließlich Monosaccharide, und zwar jene Bausteine, die an ihrem Aufbau beteiligt sind. Der Abbau erfolgt stufenweise. Wenn wir z. B. eine Kartoffelscheibe nehmen, so können wir durch Bestreichen ihrer Oberfläche mit einer Lösung von Jod in Jodkali — einem charakteristischen Reagens auf Stärke — die einzelnen Stärkekörner an ihrer Blaufärbung erkennen. Lassen wir Säure auf die Kartoffel wirken, dann verschwindet die Stärke bald. Die erwähnte Reaktion fällt anders aus. Wir beobachten violette bis weinrote Farbtöne und schließlich tritt überhaupt keine Färbung mehr mit Jodjodkalium-Lösung ein. Der Abbau hat zuerst zu jenem Gemisch von Abbaustufen geführt, das wir mit dem Namen Dextrine belegt haben. Ein Teil dieser Abbaustufen gibt mit Jod die genannten violetten bis weinroten Farbtöne.

Über die Dextrine hinaus ist schließlich Traubenzucker entstanden.

Beim Rohrzucker haben wir hervorgehoben, daß er auch durch sogenannte Fermente zerlegt werden kann. Es sind dies eigenartige, vorläufig ausschließlich von Zellen herstellbare Produkte, die unter ganz bestimmten Bedingungen imstande sind, bestimmte Reaktionen herbeizuführen und zu beschleunigen. Man hat sie vielfach den Katalysatoren an die Seite gestellt. Diese vermögen bekanntlich bestimmte Reaktionen stark zu beschleunigen, ohne selbst in den Endprodukten der Reaktion enthalten zu sein. Sie sind vielmehr, nachdem sie offenbar immer am Aufbau von Zwischenprodukten beteiligt gewesen sind, unverändert am Schlusse der Reaktion zur Stelle und können von neuem wieder beschleunigend auf die gleiche Reaktion wirken. Ebenso sind die Fermente nach Ablauf des durch sie ausgelösten und stark beschleunigten Vorganges wieder unverändert zur Einwirkung auf weitere Moleküle des Ausgangsmaterials zur Verfügung. Spuren dieser Stoffe genügen, um große Umsetzungen zu bewirken. Die Fermente werden von den Zellen zum Teil nach außen abgegeben — in Sekreten —, zum Teil werden sie im Zellverbande behalten und entfalten im Zellinneren ihre Wirkung. Es ist jedoch gelungen, sie nach Zerstörung des Zellgefüges außerhalb der Zellen zur Wirksamkeit zu bringen, so daß heutzutage kein Unterschied mehr zwischen dem Wesen der eigentlichen Zellfermente und der in Sekreten — z. B. dem Speichel,

dem Magen-, Pankreas- und Darmsaft — enthaltenen gemacht wird.

Die Fermente sind auf bestimmte Substrate spezifisch eingestellt. Wir kennen solche, die Rohrzucker spalten, andere zerlegen Milchzucker und wieder andere den Malzzucker. Besondere Fermentarten hydrolysieren ferner die Bestandteile der Stärke. Auch das Glykogen wird durch Fermentwirkung gespalten, und zwar, wie die Stärke, bis zu Traubenzuckermolekülen. Nur für die Zellulose bringen wir keinen solchen Stoff hervor, der imstande wäre, sie abzubauen. Es ist dies eine sehr wichtige Tatsache, auf die wir noch eingehend zurückkommen. Es gibt Bakterienarten, denen das Vermögen zukommt, Zellulose zu hydrolysieren. In unserem Darmkanal finden sich derartige Lebewesen.

Auch in ihren physikalischen Eigenschaften sind die angeführten Kohlehydrate verschieden. Wir können sie in dieser Hinsicht in zwei Gruppen unterbringen. Auf der einen Seite stehen die erwähnten Mono- und Disaccharide und auf der anderen die Polysaccharide: Stärke, Glykogen und Zellulose. Die ersteren zeigen in Wasser ein anderes Verhalten als die letzteren. Es ist dies durch den folgenden einfachen Versuch, der zu der erwähnten Unterscheidung geführt hat, zu erkennen. Wir nehmen ein weites Glasrohr und überspannen das eine offene Ende mit einer Schweinsblase. Diese darf keine Öffnung — kein Loch — besitzen. Wir können uns auch künstlich eine solche Membran z. B. aus Kollodium bereiten. Mittels eines Bindfadens befestigen wir

die Membran an der äußeren Wand des Rohres. Der Abschluß muß ein so dichter sein, daß Wasser, das wir in das Glasrohr über der Membran einfüllen, nicht zwischen der äußeren Glaswand und der anliegenden Membran durchtreten kann (Fig. 1). Wir füllen zunächst in das Glasrohr eine Lösung von Traubenzucker und tauchen es mit der Membran nach unten in ein Gefäß, in dem sich reines Wasser befindet. Nach

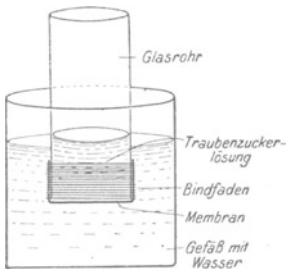


Fig. 1.

kurzer Zeit können wir feststellen, daß in dieses Traubenzucker hineingewandert ist. Die gelösten Traubenzuckerteilchen haben die Membran durchdrungen. Sie sind, wie man sich ausdrückt, durch diese hindurch diffundiert. Wie ein Gas jeden Raum, der ihm zur Verfügung gestellt wird, gleichmäßig auszufüllen bestrebt ist, so wandern auch die gelösten Traubenzuckerteilchen in den jenseits der Membran befindlichen Raum — in das Wasser —, bis auf beiden Seiten der Membran eine gleich konzentrierte Traubenzuckerlösung vorhanden ist. Ganz ebenso verhalten sich der Fruchtzucker und die erwähnten Disaccharide und ferner die sogenannten Dextrine.

Bringen wir in das Glasrohr über die Membran eine Lösung von Stärke oder Glykogen, so beobachten wir ein ganz anderes Verhalten. Schon das trübe, opales-

zierende Aussehen der sogenannten Lösungen der erwähnten Polysaccharide zeigt uns, daß eine Besonderheit vorliegt. Es wandern keine Stärke- und auch keine Glykogenteilchen durch die Membran. Sie bildet eine Scheidewand zwischen der Stärke- resp. Glykogenlösung und dem Wasser. Wir nennen den erwähnten Versuch Dialyse und bezeichnen Stoffe, die nicht durch die tierische Membran hindurch diffundieren, als Kolloide. Alle übrigen Stoffe, die diese zu durchdringen vermögen, bezeichnen wir als Nichtkolloide. Bemerkt sei noch, daß wir im Laboratorium vielfach Schläuche als Dialysatoren benützen, wodurch die Anstellung des Versuches vereinfacht wird (Figur 2).



Fig. 2.

Es sei gleich hier der folgende Versuch angefügt. Wir geben in einen Dialysierschlauch eine Stärkelösung und tauchen ihn in Wasser. Wir stellen fest, daß keine Spur von Stärke hindurchwandert. Wir benutzen dazu die schon erwähnte Jodreaktion. Nun fügen wir zu der Stärkelösung im Dialysierschlauche etwas Speichel. Nach einiger Zeit bemerken wir, daß durch die Membran Dextrine durchgewandert sind. Bald können wir auch Maltose und Traubenzucker mittels besonderer Methoden nachweisen. Was hat sich ereignet? Das Kolloid Stärke ist durch im Speichel enthaltene Fermente abgebaut worden. Sehr früh entstehen Abbaustufen, die

zu den Nichtkolloiden gehören, d. h. die durch die Membran hindurch diffundieren. Diese einfache Beobachtung ist von grundlegender Bedeutung. Wir kommen auf sie bei der Besprechung der Bedeutung der Verdauung zurück.

Die Zellulose ist in Wasser nicht löslich. Folglich kann sie auch nicht diffundieren. Sie steht gewissermaßen am Ende der Reihe der Kolloide. Wir kennen in der Natur alle Abstufungen von Nichtkolloiden — auch echt gelöste Substanzen genannt — und den Kolloiden bis zu den festen Körpern. Alle diese Zustände sind durch Übergänge unter sich verknüpft.

Die **Fette** haben ganz andere chemische und physikalische Eigenschaften als die besprochenen Kohlehydrate. Wir kennen sie in fester, halbflüssiger und ganz flüssiger Form. Jedes Fett kann in diesen drei Formen **auftreten**, es kommt nur auf die Temperatur an, welcher Aggregatzustand angenommen wird. Die bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Fette nennen wir gewöhnlich Öle. Ein festes Fett ist z. B. der Hammeltalg, ein halbfestes Fett ist die Butter. Kein Fett, das als Nahrungstoff in Frage kommt, löst sich in Wasser. Die Öle und Fette mischen sich mit ihm auch nicht. Schüttelt man z. B. Olivenöl energisch mit Wasser, dann entsteht ein milchig getrübbtes Gemisch. Man nennt es Emulsion. Wartet man einige Zeit ab, so erkennt man ohne weiteres die Ursache des milchigen Aussehens. Man sieht, wie sich immer größere Öltröpfchen bilden, bis ganz große Tropfen entstanden sind.

Diese steigen in der Flüssigkeit empor und sammeln sich, da Öle und Fette leichter als Wasser sind, an ihrer Oberfläche. Bald haben sich Öl und Wasser wieder getrennt. Durch das Schütteln ist das Öl zerstäubt worden. Es haben sich eine Unmasse feinsten Tröpfchen gebildet. Jedes einzelne reflektiert Licht, und dadurch kommt es, daß die Emulsion undurchsichtig oder doch höchstens bei größerer Verdünnung durchscheinend ist. Man kann die Emulsion beständiger machen, indem man ranziges, d. h. verändertes Fett nimmt und ferner nicht Wasser, sondern eine Sodalösung verwendet. Das ranzige Fett enthält unter anderem freie Fettsäuren. Noch beständiger wird die Emulsion, wenn man außerdem noch etwas Gummi arabicum zugibt. Es wird dann offenbar jedes Fettröpfchen mit einer dünnen Haut dieses Kohlehydrates umgeben. Dadurch wird die Wiedervereinigung der Tröpfchen verhindert.

Die Bildung einer Emulsion ist von großer Bedeutung. Es wird dadurch eine ganz gewaltige Oberflächenvergrößerung erreicht. Wir werden bald hören, daß der ganze Vorgang für die Verdauung der Fette von größter Bedeutung ist.

Fette sind stets zusammengesetzte Verbindungen. Wir können sie durch Kochen mit Säuren und speziell mit Alkalien spalten. Wir erhalten zwei verschiedenartige Bausteine, nämlich ein Molekül eines Alkohols und Fettsäuren. Zumeist finden wir als Alkohol Glycerin. Dieses ist ein dreiwertiger Alkohol und vermag infolgedessen drei Moleküle Fettsäuren zu binden.

Die Fettsäuren können der gleichen Art sein, es können aber auch drei ganz verschiedene Fettsäuren am Aufbau eines Fettes beteiligt sein oder auch nur zwei verschiedene Arten. Dadurch wird eine große Zahl verschiedenartiger Fette möglich. Dazu kommt, daß die Fette in der Natur kaum in reinem Zustand vorkommen. Wir treffen vielmehr auf Fettgemische. Damit wächst die Mannigfaltigkeit der in den Zellen der Pflanzen und Tiere vorkommenden Fette ganz außerordentlich.

Spalten wir die Fette mit Alkali, dann erhalten wir nicht Glycerin und Fettsäuren, sondern von den letzteren ihre Salze, Seifen genannt. Während die Alkaliseifen in Wasser leicht löslich sind, sind die Magnesiaseifen schwerer und die Kalziumseifen schwer löslich.

Außer den Fetten der eben erwähnten Zusammensetzung, die als Nahrungsstoffe in erster Linie in Frage kommen, treffen wir in der Pflanzen- und Tierwelt noch andere Verbindungen, die hierher gehören, an. Wir finden z. B. im Bienenwachs hochmolekulare, jedoch nur einwertige Alkohole, verknüpft mit einem Molekül Fettsäure. In unserem Organismus stoßen wir auf Fettarten, die ebenfalls aus einem solchen Alkohol und einer Fettsäure bestehen. Der Alkohol heißt Cholesterin. Er gehört zu der weit verbreiteten Gruppe der Sterine. Cholesterin kommt frei und mit Fettsäure verknüpft vor. Zu seiner Gewinnung benützen wir Nervengewebe, das reich an ihm ist oder aber Galle. Auch diese enthält relativ viel Cholesterin. Es nimmt Anteil an der Zu-

sammensetzung der sogenannten Gallensteine, die unter bestimmten Bedingungen sich in den Gallengängen und speziell der Gallenblase bilden. Sie stellen mit das wichtigste Ausgangsmaterial zur Gewinnung von Cholesterin dar.

In allen Geweben und ganz besonders in der Nervensubstanz stoßen wir in größeren Mengen auf Verbindungen, die den Fetten in physikalischer und auch chemischer Beziehung nahe stehen. Die ganze, offenbar sehr mannigfaltige Gruppe heißt Phosphatide. Sie enthalten Glycerin, Fettsäuren, ferner Phosphorsäure und einen stickstoffhaltigen Baustein — Aminoäthylalkohol und Cholin sind bis jetzt als solche erwiesen.

Ob wir die Phosphatide als Nahrungsstoffe anzusprechen haben, die nicht ersetzbar sind, ist noch nicht klar entschieden. Viele Beobachtungen sprechen dafür, daß wir diese Verbindungen aus den Bausteinen bilden können. Das Cholesterin scheint mit den Sterinen der Nahrung in Zusammenhang zu stehen, doch bestehen in unseren Kenntnissen über den Cholesterinstoffwechsel noch manche Lücken.

Wir kommen nunmehr zu der wichtigen Gruppe der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe, zu den **Eiweißstoffen**, auch **Proteine** genannt. Es sei gleich hier vorausgeschickt, daß wir den freien Stickstoff der Luft nicht als Baumaterial benutzen können. Wir können ferner Salpeter und Ammoniak — beides stickstoffhaltige Verbindungen, die von der Pflanze verwertet wer-

den — nicht zur Eiweißbildung verwenden. Wir müssen den Stickstoff in bestimmter organischer Bindung von der Pflanze übernehmen. Jede Zelle enthält Eiweiß. Es ist ganz unentbehrlich.

Das Eiweiß ist eine zusammengesetzte Verbindung. Spalten wir es mit Säuren, Alkalien oder Fermenten auf, dann erhalten wir zunächst ein großes Gemisch von Abbaustufen mit ganz verschiedenen Molekulargewichten. Wir nennen es Peptone. Bei weiter gehender Hydrolyse bleiben zahlreiche Bausteine übrig, die in vielen Einzelheiten eine große Ähnlichkeit unter sich haben und doch in vieler Beziehung wieder sehr verschieden sind. Diese Bausteine heißen Aminosäuren. In ihrer Aminogruppe — NH_2 -Gruppe — ist der Stickstoff enthalten. Die Aminosäuren haben teils Beziehungen zu Fettsäuren der aliphatischen Reihe, teils handelt es sich um zyklische Verbindungen, d. h. Verbindungen, die sich vom Benzol ableiten, teils sind es Angehörige der heterozyklischen Reihe. Wir kennen bis jetzt 18 verschiedene Aminosäuren. Wir können sie untereinander verknüpfen und gelangen dann zu Verbindungen, in denen zwei, drei, vier usw. Aminosäuren in bestimmter Weise untereinander verbunden sind. Diese, durch die Art der Verknüpfung der einzelnen Bausteine charakterisierten Verbindungen hat man allgemein Polypeptide genannt. Sind zwei Aminosäuren unter Wasseraustritt verbunden, dann sprechen wir von einem Dipeptid. Ein Tripeptid besteht aus drei Aminosäuren. Man hat bis jetzt 19 Aminosäuremoleküle im

Laboratorium zusammen vereinigt. Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß der hervorragende Chemiker Emil Fischer unsere Kenntnisse des Aufbaus der Eiweißstoffe und auch der Kohlehydrate so außerordentlich gefördert hat, daß wir in weitgehendem Maße uns ein klares Bild über die Zusammensetzung dieser Nahrungsstoffe und vor allem auch über die Umwandlungen ihrer einzelnen Bausteine machen können.

Die Zahl der Eiweißarten ist unzweifelhaft sehr groß. Manches spricht dafür, daß jede Zellart besondere Eiweißstoffe besitzt. Man hat den Ausdruck arteigene und artfremde Eiweißstoffe geprägt, um zum Ausdruck zu bringen, daß jede Art eigene Proteine hervorbringt. Über diese Begriffe hinaus muß man innerhalb einer Art noch organ-, ja sogar zelleigene Eiweißstoffe unterscheiden. Reine Proteine treffen wir in der Natur kaum an. Es handelt sich immer um Gemische. Gleiche Proteinarten können in verschiedenen Mengen gemischt Massen mit besonderen Eigenschaften bilden. Verknüpfen wir zwei Bausteine A und B in gleicher Art, jedoch in verschiedener Reihenfolge, dann ergeben sich schon die beiden Verbindungen A—B und B—A. Aus den drei Bausteinen A, B und C können wir in gleicher Weise die sechs Verbindungen A—B—C; A—C—B, B—A—C, B—C—A, C—A—B, C—B—A aufbauen. Die Zahl der Möglichkeiten steigt bei vier verschiedenen Bausteinen auf 24, bei fünf auf 120, bei sechs auf 720 usw. und bei 18 auf rund 64 000 000 000 000 000 000!

Nimmt man nun noch an, daß die Art der Bindung unter den einzelnen Bausteinen eine verschiedene sein kann, dann schwillt die Zahl der möglichen Verbindungen noch weiter ins Ungemessene. Man erkennt somit, daß der Annahme einer gewaltig großen Zahl verschiedener Proteine keine Schwierigkeiten entgegenstehen.

Schließlich sei noch kurz der zusammengesetzten Eiweißstoffe gedacht. Als solche bezeichnen wir Verbindungen, die aus Eiweiß und einem nicht eiweißartigen Anteil zusammengesetzt sind. Unser Blutfarbstoff ist z. B. ein solches Produkt. Bei der Spaltung zerfällt es in Eiweiß und in die eisenhaltige Verbindung Hämochromogen resp. Hämatin, je nachdem wir vom sauerstoffhaltigen Blutfarbstoff ausgehen oder dem reduzierten Produkt. Der erstere heißt Oxyhämoglobin, das letztere Hämoglobin. Ein weiteres zusammengesetztes Protein stellen die Kernstoffe, die Nukleoproteide, dar. Aus ihnen bestehen die Kerne der Zellen. Es handelt sich um Verbindungen sehr komplizierter Natur. Man kann aus ihnen für sie charakteristische Säuren neben Eiweiß abspalten. Es sind dies die Nukleinsäuren. Sie liefern bei der Spaltung neben einem Kohlehydrat und Phosphorsäure ganz eigenartige Verbindungen: Pyrimidinbasen und Purinbasen. Die letzteren haben unser Interesse ganz besonders geweckt, weil wir von ihnen die Harnsäure, die in unserem Harn sich findet, direkt ableiten können.

II. Die anorganischen Nahrungsstoffe.

Ihre Bedeutung ist eine mannigfaltige. Zunächst der Sauerstoff. Er ist Bestandteil aller für uns in Betracht kommenden organischen Verbindungen, wie wir soeben erfahren haben. In dieser Hinsicht ist er als Baustein zu betrachten. Er verleiht jenen Verbindungen bestimmte Eigenschaften und gleichzeitig werden durch die Bindung mit anderen Elementen auch seine eigenen ganz wesentlich verändert. Der Sauerstoff ist ferner das Mittel, womit die Zelle den Energieinhalt der organischen Nahrungsstoffe vollständig erschließen kann — mit einer Ausnahme. Die Eiweißstoffe resp. ihre Bausteine werden nämlich nicht so weit zerlegt, daß der gesamte Energieinhalt in Erscheinung tritt. Früher sprach man von Verbrennungen in den Zellen und sagte, daß der Sauerstoff diese vermittele. Heute wissen wir, daß die Verhältnisse viel komplizierter liegen. Die einzelnen Verbindungen werden über viele Zwischenstufen in den Zellen zerlegt. Es treten ohne und mit Beteiligung von Sauerstoff Spaltungen auf. Dabei kann Energie stufenweise in Freiheit gesetzt werden. Schließlich kommt es zur Bildung der Stoffwechselprodukte.

Der Sauerstoff wird durch die Lunge in das Blut aufgenommen. Dieses kann entsprechend den bekannten Gesetzen über Gasabsorption nur eine kleine Menge davon gelöst aufnehmen. Der bei weitem größte Teil wird chemisch gebunden, und zwar an Hämoglobin, den schon erwähnten, in den roten Blutkörperchen ent-

haltenen Farbstoff. Der gebundene Sauerstoff hat keinen Einfluß auf die Spannung dieses Gases im Blute. Die Sauerstoffverbindung des Blutfarbstoffs zerfällt leicht und gibt unter den geeigneten Bedingungen den so wertvollen Nahrungsstoff frei. So können wir die roten Blutkörperchen mit ihrem Farbstoff als wichtiges Transportmittel für diesen betrachten.

Das Wasser brauchen wir auch zu mannigfaltigen Zwecken. Wir geben beständig Lösungen von anorganischen und organischen Stoffen in Form von Harn ab. Auch der Schweiß besteht zum größten Teil aus Wasser. Die eingeatmete Luft wird ferner mit Wasserdampf gesättigt und in diesem Zustand ausgeatmet. Es ist klar, daß alle diese Ausgaben ersetzt werden müssen. Zwar bilden die Zellen neben Kohlensäure aus jedem organischen Nahrungsstoff beim Abbau auch Wasser. Doch genügt diese Menge nicht. Es sind zahlreiche wasserhaltige Sekrete zu bilden. Ein großer Teil dieser wird wieder aufgenommen, so daß ihre Bestandteile den Zellen wieder zur Verfügung stehen. Die Aufnahme ist jedoch meistens eine unvollkommene.

Der Organismus braucht Wasser ganz allgemein als Lösungsmittel für die zum Transport kommenden Stoffe. Das Blut und die Lymphe enthalten viel Wasser. Jede Zelle muß zum gleichen Zwecke Wasser haben. Diese Lösungen von anorganischen und organischen Bestandteilen in Wasser besitzen bestimmte physikalische Eigenschaften, die für das Zelleben von ausschlaggebender Bedeutung sind. Jede Zelle verfügt über einen ganz be-

stimmten osmotischen Druck. Der Zustand der einzelnen Zellbestandteile in dem Medium Wasser ist gleichfalls von grundlegender Bedeutung für die Zellfunktionen. Wir haben in jeder Zelle Kolloide und Nichtkolloide. Sie stehen zueinander in vielen Wechselbeziehungen. Erwähnt sei kurz, daß die anorganischen Stoffe — die Salze — in wäßriger Lösung zum größten Teil in Ionen gespalten sind. Kochsalz zerfällt z. B. in Na- und Cl-Teilchen. Diese besitzen eine ganz bestimmte elektrische Ladung. Auch die Kolloide sind durch eine solche ausgezeichnet. Wir können diese wichtigen Feststellungen nur andeuten und dazu noch bemerken, daß die einzelnen Ionen ganz bestimmte physiologische Wirkungen entfalten. Magnesium-Ionen wirken z. B. nar- kotisch. Diese Wirkung läßt sich durch Kalzium-Ionen aufheben. Wir sprechen von antagonistischen Wirkungen. Kalium-Ionen wirken schädlich auf das Herz ein, Natrium-Ionen nicht.

Nun die Salze! Jede Zelle enthält solche bestimmter Art. Wir schließen schon daraus, daß sie notwendig sind. Legen wir ein Stück Gewebe — z. B. Leber — auf einen Metallspatel und erhitzen wir ihn über der freien Flamme, so tritt bald Verkohlung ein. Schließlich verbleibt ein unverbrennlicher Teil, Asche genannt. In ihr befinden sich die sogenannten Mineralstoffe. Untersuchen wir die Asche, dann finden wir darin Eisen, Kalzium, Mag- nesium, Natrium, Kalium, Lithium, ferner können wir Chlor, oft auch Jod, Fluor, Phos- dhorsäure, Schwefelsäure nachweisen. Diese

Stoffe finden sich in den Zellen nicht in einheitlicher Form. Manche davon sind Bestandteil organischer Verbindungen. So ist Eisen Baustein des Blutfarbstoffs, Jod Bestandteil von Eiweißstoffen bestimmter Art, Schwefel und Phosphor finden sich gleichfalls kombiniert mit organischen Substanzen. Den letzteren haben wir in Form der Phosphorsäure als Baustein der Phosphatide und der Nukleinsäuren kennen gelernt. Ferner finden wir bestimmte Salze als solche oder in Ionen gespalten in jeder Zelle. Es gibt Gewebe, in denen die Mineralstoffe überwiegen. Es ist dies beim Knochengewebe und den die Zähne aufbauenden Anteilen der Fall. In diesen Geweben finden wir hauptsächlich Kalziumkarbonat, Kalziumphosphat, Magnesiumsalze, Fluor, Chlor.

Die Funktion der Salze ist mannigfaltig. Sie entfalten bestimmte physikalische Eigenschaften in Lösungen (osmotischer Druck), sie haben bestimmte Wirkungen (Ionenwirkung), sie sind Bausteine der Zellen. Im Knochen und den Zähnen erfüllen sie mechanische Funktionen.

Die Herkunft unserer Nahrungsstoffe.

Wir sind, wie alle tierischen Organismen, beim Bezuge unserer Nahrungsstoffe auf die Pflanzenwelt angewiesen. Es ist dies eine Feststellung von fundamentalster Bedeutung. Sie muß besonders in der Jetztzeit unser ganzes Tun und Handeln

beim Bestreben, die Menge unserer Nahrungsstoffe zu steigern, beherrschen. Man wird einwenden, daß es doch Fleischfresser gibt. Der Löwe, der Tiger usw., der Raubvogel, manche Fische usw. nehmen niemals Pflanzennahrung zu sich, sondern nur Fleisch. Würde jedoch die Pflanzenwelt nicht sein, dann würden diese Tiere ebenfalls bald aussterben! Leben sie doch in letzter Linie von Tieren, die ihren Körper mittels Pflanzennahrung vermehren und erhalten! Also auch die Fleischfresser sind von der Pflanzenwelt, wenn auch indirekt, abhängig!

Die Pflanze hat einen Stoffwechsel, der dem der Tiere in vieler Hinsicht recht nahe steht. Auch die Pflanze verbraucht Sauerstoff und gibt Kohlensäure ab. Auch sie vollzieht mannigfaltige Umsetzungen und zerlegt zusammengesetzte Verbindungen. Sie baut beständig auf und ab. Daneben besitzt jedoch die Blattfarbstoff aufweisende Pflanze Eigenschaften, die dem tierischen Organismus ganz abgehen. Sie verfügt über Einrichtungen, die ihre Sonderstellung bedingen. Die Pflanze vermag aus Kohlensäure und Wasser unter Abspaltung von Sauerstoff organische Substanz zu bilden. Für unsere Ernährung und damit für unser Dasein ist das ein Vorgang von grundlegender Bedeutung. Er ist nicht möglich ohne Zufuhr von Energie. Kohlensäure und Wasser reagieren nicht ohne weiteres zusammen. Es bedarf der Energie, um beide Verbindungen zu organischer Substanz zu vereinigen. Diese entstammt dem Sonnenlichte. Sonnen-

energie ist es, welche die erwähnte Umwandlung vollzieht. Sie allein vermag jedoch, wie die tägliche Beobachtung zeigt, die Bildung von organischer Substanz aus Kohlensäure und Wasser nicht zu bewirken. Wäre dies der Fall, dann wäre jede Nahrungsnot schon längst behoben! Die Sonnenenergie muß offenbar in der Pflanze irgendwie verwandelt werden, um in der genannten Richtung wirksam zu werden. Auch die Ausgangsmaterialien Kohlensäure und Wasser werden ohne Zweifel im Pflanzenblatt unter ganz besondere Bedingungen gebracht. Wir wissen, daß bei der sogenannten Kohlensäure- und Wasserassimilation der magnesiumhaltige Blattfarbstoff eine sehr wichtige Rolle spielt. Über die Einzelheiten des so wichtigen Vorganges sind wir noch nicht unterrichtet. Wir wissen vorläufig nur, daß eine ganze Reihe von Bedingungen erfüllt sein muß, damit Sonnenenergie Kohlensäure und Wasser zu organischer Substanz verknüpfen kann.

Nun wissen wir, daß in der Natur weder Energie verschwinden, noch aus nichts entstehen kann. Wenn Sonnenenergie zur Erzeugung von organischer Substanz verwendet wird, so muß sie irgendwo bleiben. Die Energie kann die verschiedensten Formen annehmen. Wir kennen sicherlich noch nicht alle Arten, unter denen sie auftreten kann. Wir können nun ganz genau feststellen, wieviel Energie z. B. notwendig ist, um aus Kohlensäure und Wasser ein Molekül Zucker zu bilden. Zerlegen wir diesen wieder in die Ausgangsmaterialien Kohlensäure und

Wasser, dann wird genau die gleiche Energiemenge frei, die verwandt worden ist, um das Kohlehydrat aufzubauen. Wir haben mit dieser Feststellung eine Tatsache von gewaltiger Tragweite kennen gelernt. Die organischen Nahrungsstoffe sind Energiespender! Wir verbrauchen Sauerstoff und atmen Kohlensäure aus und geben Wasser ab. Die beiden letzteren Verbindungen entstammen organischer Substanz. Der Sauerstoff dient zur Oxydation von solcher. In unserem Körper wird umgewandelte Sonnenenergie frei! Mit dieser leisten wir Arbeit, und halten wir unsere Körpertemperatur auf 37 Grad!

Wir sehen einen Kreislauf der Energie vor uns! Die Pflanze legt gewissermaßen Energie fest, wenn sie mittels Sonnenenergie aus Kohlensäure und Wasser in ihren Zellen organische Substanz bildet. Wir übernehmen mit der Pflanzennahrung nicht nur zahlreiche Stoffe, die wir zum Aus- und Aufbau unserer Zellen notwendig haben, sondern zugleich Material, aus dem unsere Zellen Energie frei machen können. Wir leisten mit ihr Arbeit und bilden Wärme.

Die Pflanze baut aus Kohlensäure und Wasser zahlreiche Verbindungen auf. Das Produkt, das sich uns ohne weiteres darbietet, ist die Stärke. Wir können direkt mittels der schon wiederholt erwähnten Jodreaktion verfolgen, wie im belichteten grünen Blatt Stärkekörner sich bilden. Decken wir einen Teil des Blattes mit einer Substanz ab, die Lichtstrahlen nicht

hindurchläßt, z. B. mit Staniol, dann bleibt an der bedeckten Stelle die Stärkebildung ganz aus. Die Pflanze bereitet außerdem ungezählte Verbindungen, an deren Aufbau Stickstoff und andere Elemente, wie Schwefel, Phosphor usw. beteiligt sind. Es gibt einfache Lebewesen, die den Stickstoff der Luft verwenden können. Den höher organisierten Pflanzen ist das nicht möglich. Sie sind auf bestimmte Stickstoffverbindungen, wie Ammoniak und vor allem Salpeter angewiesen. Diese Stoffe werden mit den Wurzeln dem Boden entnommen.

Mit ganz wenigen, sehr einfachen Stoffen bereitet die Pflanze eine unübersehbare Fülle von Verbindungen. Sie erzeugt all die wundervollen Blütenfarbstoffe, die so mannigfaltigen Riechstoffe, zahlreiche Alkaloide, Bitterstoffe, Saponine, Kautschuk, Harze usw. usw. Uns sind solche Synthesen aus einfachsten Materialien versagt. Wir vermögen die Sonnenenergie nicht direkt zu verwenden. Immer müssen wir auf die Pflanze zurückgreifen.

Überall stoßen wir auf engste Beziehungen zwischen Pflanzen- und Tierwelt. Wir wollen als ein weiteres Beispiel dafür den Kreislauf des Stickstoffs kurz streifen. Stirbt der tierische Organismus oder ein Glied der Pflanzenwelt, dann setzt sofort ein eigenartiger Prozeß ein, Autolyse genannt. Die Bestandteile der Zellen zerfallen. Es findet ein regelrechter Abbau der zusammengesetzten Zellteile statt, der Eiweißstoffe, der Nukleoproteide, der Fette, der Phosphatide, der Poly-

saccharide und damit auch vieler organisch-anorganischer Verbindungen. Wir treffen auf Dextrine, Peptone usw. Dieser Abbau wird durch die Zellfermente hervorgerufen. Es handelt sich nicht um einen ganz neuartigen Vorgang, vielmehr zerlegt die Zelle auch unter ganz normalen Verhältnissen während des Lebens die genannten Verbindungen, sofern sie die Abbaustufen zu irgendwelchen Zwecken nötig hat. Nur vollzieht sich die Zerlegung nach Bedarf in geregelten Bahnen. Nach dem Tode der Zellen fehlt jede Regulation. Dem Abbau steht auch kein Aufbau gegenüber. Bald kommt der durch die Autolyse in Gang gebrachte Zusammenbruch der Zellbestandteile energischer in Gang. Es wandern vom Darmkanal und später auch durch die äußere Haut ungezählte Bakterien in die Organe. Sie benutzen den Zellinhalt, die Zelltrümmer, als ausgezeichneten Nährboden. Da und dort wird auch der Körper von mancherlei Tieren: Ameisen, Käfern und auch höheren Organismen angenagt, und damit werden neue Eingangspforten für allerlei Mikroorganismen geschaffen.

Nach einiger Zeit ist der gesamte Zellstaat mit allen seinen wunderbaren Einrichtungen und seinen so fein ausgearbeiteten Zellbestandteilen ganz und gar zertrümmert. Eine Bakterienart arbeitet der anderen in die Hand, und schließlich bleiben ganz einfache Produkte übrig. Es sind nämlich auch die Bausteine der erwähnten Zellbestandteile zerlegt worden. Kohlensäure und Wasser sind entstanden, ferner Ammoniak aus den Trümmern der Aminosäuren usw. Kurz und gut, es sind

Produkte gebildet worden, von denen aus die Pflanze den Aufbau der verschiedenartigsten organischen Verbindungen beginnen kann. Da, wo eben tierisches Leben erlosch, entstehen sofort Lebensbedingungen für eine mannigfaltige Kleinlebewelt. Das Leben geht weiter! Bald sind dann die Bedingungen soweit gewandelt, daß auch höhere Pflanzen gedeihen können. Das Tier ist von der Pflanze abgelöst! Sie arbeitet mit den letzten Trümmern von einstmals ganz besonderen Funktionen angepaßten Zellbestandteilen. Nun sproßt und blüht sie! Sie bildet zahlreiche Stoffe, die für ganz bestimmte Funktionen bestimmt sind. Auch sie hat zahlreiche Zellen mit ganz bestimmten Aufgaben. Schon naht ein Tier und frißt unser wundervolles Kunstwerk! Wieder tritt eine weitgehende Zertrümmerung spezifisch aufgebauter Zellbestandteile auf. Wir werden bald hören, daß sich im Verdauungskanal des Tieres ein weitgehender Abbauprozess vollzieht. Die Abbaustufen werden den Organen zugeführt und übernehmen neue Aufgaben.

Die aufgenommenen Produkte dienen in unserem Organismus mannigfaltigen Prozessen. Manche Zelle muß ihren Bestand ergänzen. Da und dort ist eine Lücke entstanden. Die Zellen müssen allerhand Sekretstoffe bilden. Ferner brauchen sie Material zur Energiebildung. Schließlich gehen aus den aufgenommenen Stoffen bestimmte Stoffwechselprodukte hervor. Die wichtigsten sind Kohlensäure, Wasser und Harnstoff. Der letztere enthält Stickstoff

und entstammt dem Eiweiß resp. seinen Bausteinen. Er wird durch die Nieren ausgeschieden und findet sich im Harn. Dieser gelangt normalerweise in den Boden. Der Harnstoff wird in diesem durch Mikroorganismen in Ammoniak und Kohlensäure zerlegt. Das erstere wird dann durch bestimmte Bakterien zu salpetriger Säure und durch andere zu Salpetersäure oxydiert. Damit ist der Stickstoff in eine Form gebracht, in der die Pflanze ihn verwerten kann. Sie verwendet alle im Harn enthaltenen Stoffe nach geeigneter Zubereitung. Diese wird durch zahlreiche Mikroorganismenarten herbeigeführt. In gleicher Weise werden auch die Bestandteile des Darmrückstandes, des Kotes, verwandelt. Wir erkennen somit die gewaltige Bedeutung des Heeres der Kleinlebewelt als Vermittler zwischen Tier und Pflanze oder allgemeiner zwischen organischer Substanz und unorganischer. Ja wir können weiter gehen und sie in gewissem Sinne als Vermittler zwischen belebter und unbelebter Natur betrachten. Der Boden ist nicht tot, wie es auf den ersten Blick erscheinen möchte. Er ist im Gegenteil von ungezählten Lebewesen bewohnt, die alle in irgendwelchen Wechselbeziehungen zueinander stehen. Man kann den Ackerboden geradezu als einen locker gefügten Organismus ansehen, in dem die einzelnen Zellen noch frei sind, d. h. noch keine in sich abgeschlossenen Organe bilden.

Es ist von außerordentlichem Reiz, den einzelnen Stoffen in der Natur zu folgen. Da wird soeben Kohle im Ofen verbrannt. Sie enthält Kohlenstoff, der der-

einst in Form von Kohlensäure über unserer Erde geschwebt hat. Wir nehmen Wärme wahr. Es ist Sonnenlicht, das vielleicht vor vielen Jahrtausenden die Erde bestrahlt hat! Bei der Verbrennung entstehen Kohlensäure und Wasser. Irgendeine Pflanze übernimmt diese Produkte. Es wird organische Substanz gebildet und diese in den Bestand einer Zelle, z. B. eines Blütenblattes aufgenommen. Damit ist der Kohlenstoff mit dem Wasserstoff und dem Sauerstoff und vielleicht noch kombiniert mit Stickstoff Bestandteil lebendiger Substanz geworden. Die Blüte verwelkt! Ihre Bestandteile zerfallen. Es beginnt für die Abfallstoffe wieder eine Epoche in der unbelebten Natur!

In buntem Reigen durchzieht das einzelne Element, das Anteil am Bau von Zellen hat, das Weltall. Kohlenstoff, der in diesem Augenblick am Aufbau einer unserer Ganglienzellen teilnimmt, war vielleicht vor Jahrtausenden am Bau einer ebensolchen Zelle eines gewaltigen Ichthyosaurus beteiligt! Dann war er wieder Bestandteil jener wundervollen Baumfarne, wie wir sie in bestimmten Gesteinsformationen niedergelegt finden. Vielleicht ruhte er dann in Form von Kohle oder als Anteil von kohlen-sauren Salzen Jahrtausende, um den Reigen von der Pflanze zum Tier, vom Tier in die Luft und wieder zur Pflanze von neuem aufzunehmen!

Der Mensch hat den Kreislauf der Stoffe und ganz speziell den des Stickstoffs gewaltsam gestört! Wir haben begonnen, unsere Abfallstoffe den Flüssen zuzuführen! Wir übergeben sie nicht

mehr dem Ackerboden zur Zubereitung für die Pflanze. Ja sogar die Leichen werden verbrannt und damit der Stickstoff in Freiheit gesetzt. Dazu kommt, daß die Technik ungeheure Mengen von gebundenem Stickstoff zu allen möglichen Produkten: Farbstoffen, Arzneimitteln, Sprengstoffen usw. braucht. Einerseits wird speziell bei der Verbrennung organischer Substanz Stickstoff in eine Form übergeführt, in der er von den höheren Pflanzen nicht verwertet werden kann, und andererseits düngen wir in hervorragendem Maße die Flora des Meeres. Gewaltige Stickstoffmengen werden diesem durch die Flüsse zugeführt. Gleichzeitig suchen wir aus dem Acker soviel Pflanzennahrung als nur möglich herauszuwirtschaften. Aus nichts kann keine Pflanze Verbindungen aufbauen! Wir müssen dem Ackerboden, um Höchstleistungen zu erzielen, bestimmte Stoffe zuführen. Dazu kommt, daß eine Umwandlung eines Elementes in ein anderes unter den für uns in Betracht kommenden Verhältnissen sicherlich nie vorkommt, d. h. die Pflanze kann nicht aus Stickstoff Phosphor machen. Fehlt solcher im Ackerboden, so nützt die umfassendste Stickstoffdüngung nichts, weil die Pflanze eine bestimmte Anzahl von Elementen braucht, um gedeihen zu können. Das berühmte Gesetz von Liebig besagt, daß für die Menge der Verwertung der einzelnen Stoffe der im Minimum vorhandene ausschlaggebend ist. Herrscht z. B. im Ackerboden Armut an Stickstoff in einer für die Pflanze verwertbaren Form, dann vermag die reichlichste Zufuhr von Phosphor den Ertrag des Bodens nicht zu steigern.

Es machte sich denn auch bald Mangel an Düngemitteln und besonders an gebundenem Stickstoff bemerkbar. Man suchte ihm durch Einfuhr von Guano*) und von Salpeter zu begegnen. Auch aus Kohle lassen sich bei der Gasbereitung stickstoffhaltige Verbindungen gewinnen. Schon in Friedenszeiten genügten diese Zufuhren an gebundenem Stickstoff nicht. Jetzt fehlt jede Einfuhr der beiden ersten Produkte! Nur ganz wenige Lebewesen können den freien Stickstoff binden und verwerten! Daneben setzen viele Bakterienarten aus Stickstoffverbindungen den Stickstoff in Freiheit und schädigen uns damit! Somit ergibt sich klar, daß gewaltiger Mangel an Stickstoffdünger auftreten müßte, wenn es nicht, wie schon eingangs erwähnt, gelungen wäre, den Stickstoff der Luft mittels mannigfacher Methoden: Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff unter hohem Druck, Oxydation des Stickstoffs im elektrischen Flammenbogen, Bindung des Stickstoffs an Metallkarbide — zu binden. Man erkennt ohne weiteres, welch bedeutungsvolle Leistung der Wissenschaft und der Technik in diesen Methoden vorliegt. Ohne sie wären wir sehr schlimm daran. Die Namen der Forscher auf diesem Gebiete — Frank, Haber usw. — werden unvergessen bleiben!

*) Wir entlassen unsere eigenen Abfallstoffe in die Flüsse, richten dadurch zugleich manchen Schaden in der diese bewohnenden Organismenwelt (z. B. Fische) an und beziehen mit großen Kosten die auf bestimmten Felsenriffen abgelegten Exkremeunte bestimmter Vogelarten!

Das Verhalten unserer Nahrungsstoffe in unserem Verdauungskanal.

Wir nehmen in unserer Nahrung Zellen auf, gleichgültig, ob wir sie aus der Pflanzen- oder Tierwelt beziehen. In diesen sind die einzelnen Bestandteile ganz besonderer Art. Der ganze physikalische und chemische Zustand der Zellbestandteile ist maßgebend für die Funktionen der Zellen. Wenn wir ganz unbefangen die Natur betrachten, kommen uns ganz von selbst bestimmte Fragestellungen. Wir erblicken auf einer Weide Kühe, Pferde, Schafe und beobachten, daß sie das gleiche Futter aufnehmen. Trotzdem behält jede Art ihre Eigentümlichkeit. Wir können den Versuch noch exakter gestalten und im Laboratorium eine ganz bestimmte Futterart geben. So können wir einen Löwen, einen Wolf, einen Adler, einen Hecht, einen Axolotl genau mit der gleichen Fleischart jahrelang füttern. Jedes Tier behält seine Arteigentümlichkeit. Das gleiche ist der Fall, wenn wir einer Tierart ganz verschiedenartige Nahrung geben. In der ganzen Natur bieten sich uns ungezählte solche Beispiele dar. Wir erblicken eine Staude von allen möglichen Arthropoden bevölkert. Alle fressen die gleiche Nahrung und bleiben doch in ihren Arteigentümlichkeiten unbeeinflusst. Der Käfer bleibt Käfer und die Raupe Raupe! Ungezählte Bakterienarten ernähren sich auf dem gleichen faulenden Fleischstück! Wir können nicht nach Belieben eine Art

in eine andere überführen, indem wir die Nahrung ändern.

Weiter. Wir beobachten das Wachstum eines Säuglings. Wachstum heißt Vermehrung von Zellmaterial, Anwuchs von Körpersubstanz. Der Säugling wächst rasch. Er verdoppelt beim Menschen nach etwa 150 Tagen das Geburtsgewicht. Verschiedene Säugetiere wachsen viel schneller. Die Maus hat schon nach vier Tagen das Anfangsgewicht verdoppelt. In dieser Zeit nehmen die Säuglinge nur Milch auf. Die Milch der einzelnen Säugetierarten enthält die gleichen Bestandteile, nur ist deren Menge je nach der Tierart verschieden. Jede Tierart hat eine Milch von besonderer Zusammensetzung. Die Milch enthält Eiweißstoffe: Albumine, Globuline, Kaseinogen; ferner Milchzucker, Fette, Zitronensäure, Salze, Wasser. Vor unseren Augen sehen wir, daß der Säugling aus den Milchbestandteilen Substanzen formt, für die wir keine direkten Beziehungen zu den Nahrungsbestandteilen erkennen können. Die Haare und Nägel wachsen. Sie bestehen aus einer besonderen Eiweißart, Keratin genannt. Sie muß aus den genannten Eiweißstoffen hervorgehen. Die chemische Untersuchung zeigt, daß zwar die gleichen Bausteine — Aminosäuren — anzutreffen sind, jedoch in ganz anderen Mengenverhältnissen. Es entstehen fortwährend neue rote Blutkörperchen. Diese enthalten Blutfarbstoff. Dieser zusammengesetzte Eiweißkörper hat auch keine direkten Beziehungen zu den Milchproteinen. Die Milch enthält als Kohlehydrat

Milchzucker. Wir suchen im Säuglingsorganismus vergeblich nach diesem Zucker. Wir finden Traubenzucker, Maltose und Glykogen, jedoch nicht das erwähnte Disaccharid. Auch die Zellfette des Säuglings sind anderer Art als die der Milch.

Diese Beobachtungen geben uns zu denken. Es ist schon seit langer Zeit bekannt, daß die Nahrungsmittel und die in ihnen enthaltenen Nahrungsstoffe im Verdauungskanal Veränderungen erleiden. Man nennt die Gesamtheit der Prozesse, die diese herbeiführen, Verdauung. Zunächst findet eine mechanische Veränderung durch den Kauakt statt. Die aufgenommenen Stoffe werden zerkleinert, zerrieben, zerquetscht. Ferner wirken auf sie die sogenannten Verdauungssäfte mit ihren schon erwähnten Fermenten ein. Der Speichel hat solche, die bestimmte zusammengesetzte Kohlehydrate, wie Stärke, Glykogen, Maltose spalten. Im Magensaft treffen wir auf Fermente, die Eiweiß in Pepton überführen, den Milcheiweißstoff Kaseinogen zur Gerinnung bringen und Fette spalten. Im Darmkanal stoßen wir auf den Darmsaft und den Pankreassaft. Beide enthalten Fermente, die auf zusammengesetzte Kohlehydrate, auf Fette und Eiweißstoffe eingestellt sind.

Wir haben nun schon eingangs hervorgehoben, daß die Kolloide tierische Membranen nicht zu durchdringen vermögen. Nun sind die meisten unserer Nahrungsstoffe solche. Man darf daher vermuten, daß die Verdauung den Zweck hat, durch Ab-

bau aus den kolloiden Stoffen diffundierbare Nichtkolloide herzustellen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß in der Tat Kolloide unter normalen Verhältnissen nicht zur Aufnahme gelangen. Es fragt sich nun nur, ob mit der erwähnten Überführung der Kolloide in Nichtkolloide der Zweck der Verdauung erschöpft ist. Dextrine und Peptone sind z. B. schon diffundierende Stoffe.

Es waren umfassende Untersuchungen notwendig, um die gestellte Frage klar beantworten zu können. Zunächst wurden die Bausteine der Nahrungsstoffe mit denen der Körperstoffe verglichen. Es wurden in den Mengen und vielfach auch in der Bindungsweise große Unterschiede gefunden. Es wurde versucht, bestimmten Nahrungsstoffen bis in die Gewebe hinein zu folgen. Rohrzucker ist z. B. leicht nachzuweisen, ebenso Milchzucker. Beides sind Disaccharide, die spielend leicht durch tierische Membranen hindurch diffundieren. Verfüttert man sie selbst in größeren Mengen, so begegnet man ihnen doch nicht in den Geweben. Das ist auffallend! Wir treffen nur Traubenzucker an! Der aus Rohrzucker sich bildende Fruchtzucker wird ebenso wie die aus Milchzucker hervorgehende Galaktose in Traubenzucker umgelagert. Jedenfalls erfolgt zuerst eine Hydrolyse der beiden zusammengesetzten Zuckerarten. In der Tat enthält der Darmsaft Fermente, die diese Spaltung vollziehen können. Wir treffen im Darminhalt einfache Zucker, Glycerin, Fettsäuren (resp. Seifen), Aminosäuren, d. h.

die Bausteine der zusammengesetzten Nahrungsstoffe an. Schließlich ist es gelungen, sämtliche zusammengesetzten Nahrungsstoffe außerhalb des Körpers mittels der Verdauungssäfte vollständig in ihre Bausteine zu zerlegen. Endlich konnte einwandfrei bewiesen werden, daß die Bausteine der Nahrungsstoffe genügen, um ein Tier zu ernähren. Die Versuche wurden durch Monate hindurch fortgesetzt. Wachsende Tiere vermehrten ihr Körpergewicht, hungernde Tiere, die an Gewicht verloren hatten, erholten sich wieder und übertrafen am Schlusse der Versuche sogar das vor dem Beginn der Hungerperiode vorhandene Körpergewicht.

Mit der Feststellung, daß man mit Fettsäuren, Glyzerin, Aminosäuren, einfachen Kohlehydraten, Salzen, Wasser, Sauerstoff und den übrigen Bausteinen der Zellbestandteile Tiere über eine lange Zeit ernähren kann, mußte die Bedeutung der Verdauung in ganz anderem Lichte erscheinen. Die Verdauung hat offenbar den Zweck, die spezifische Struktur der Zellbestandteile unserer Nahrung durch tief gehenden Abbau vollständig zu zerstören. Wir dürfen nie übersehen, daß die Nahrung, die wir aufnehmen, aus Bestandteilen zusammengesetzt ist, die bis dahin eine ganz bestimmte Funktion vermittelt haben. Sie passen in ihrer Art nicht in unseren Organismus. Wir nehmen z. B. Gemüse auf. Damit führen wir uns Zellbestandteile zu, die bei der

Assimilation von Kohlensäure und Wasser beteiligt waren. Unsere Zellen haben keine solche Funktion zu erfüllen! Ein Bild soll das Gesagte veranschaulichen. Wir sollen eine bestimmte Maschine, die bis dahin eine ganz bestimmte Aufgabe erfüllt hat, in eine andere mit ganz anderen Funktionen verwandeln. Wir werden diesen Auftrag ablehnen, wenn uns nicht gestattet wird, die erstere Maschine in ihre Bestandteile zu zerlegen. Dürfen wir das, dann werden wir manche Räder und Achsen direkt weiter verwenden können. Andere Teile müssen wir umarbeiten und der neuen Funktion anpassen. Wieder andere Teile sind nicht verwendbar. Genau so verhält es sich mit der Verdauung. Wenn der Chemiker beauftragt wird, eine Verbindung $A-B-C$ in $A-C-B$ umzuwandeln, dann wird er sofort die erstere in die Bausteine A , B und C auflösen und dann $A-C-B$ aufbauen.

Betrachten wir nun noch einmal kurz unsere wichtigsten Nahrungsstoffe. Stärke und Glykogen liefern beim Abbau Traubenzucker, die Fette Glyzerin und Fettsäuren, die Eiweißstoffe Aminosäuren. Niemand kann am Traubenzucker, an den Bausteinen der Fette und der Eiweißstoffe erkennen, welcher Natur das Ausgangsmaterial war. Die Verdauung nivelliert die heterogenen Nahrungsstoffe. In das Blut gehen die Bausteine der zusammengesetzten Nahrungsstoffe und nicht diese selbst über. Unsere Zellen erfahren nie, welcher Art die Nahrung war. Jahraus und -ein ziehen an den Zellen genau die gleichen Nahrungsstoffe vorbei. Da-

durch wird der ganze Stoffwechsel einheitlich. Er kann in ganz bestimmten Bahnen verlaufen. Die Zellen können zur Bewältigung ihrer verschiedenen Aufgaben immer von dem gleichen Ausgangsmaterial ausgehen.

Vorausschauend hat Hamburger von anderen Forschungen (Immunitätsforschung) ausgehend, noch bevor die chemische Forschung den eindeutigen Beweis erbracht hatte, den Satz ausgesprochen, daß die Verdauung die Erhaltung der Art sichert. Jede einzelne Art hat Zellen, die nach bestimmten Plänen aufgebaut sind. Dieser Artcharakter des Zellbaus und damit ihrer Eigenschaften wird vererbt. Er bleibt gesichert, weil die Nahrung **keinen** Einfluß auf das Zellgetriebe gewinnen kann. Für diese gegebene Anschauung des Zweckes der Verdauung sprechen noch mancherlei Beobachtungen. Umgeht man den Darmkanal, indem man einen Stoff direkt in die Blutbahn spritzt, oder unter die Haut oder in die Bauchhöhle, dann ergeben sich Erscheinungen, die bei der Verfütterung der gleichen Produkte nicht auftreten. Es seien einige kurz berührt. Spritzen wir Rohrzuckerlösung ein, dann erscheint der größte Teil davon im Harn. Der Organismus entledigt sich des für seine Zellen fremdartigen Stoffes durch die Nieren. Nehmen wir Eiweiß zur Einführung in die Blutbahn, so können wir feststellen, daß das Blut ganz neue Eigenschaften gewinnt. Zunächst bemerken wir, daß im Blutplasma Fermente auftreten, die den betreffenden Eiweißkörper abbauen können. Es wird ihm in der Blutbahn durch Zerlegung

sein Charakter genommen. Wir haben eine Verdauung im Blute. Wird nach einiger Zeit der gleiche Eiweißkörper wieder eingespritzt — in ganz geringer Menge —, dann beobachten wir das Eintreten eines eigenartigen Zustandes. Das Tier bekommt Krämpfe. Häufig stirbt es nach ganz kurzer Zeit. Wir sprechen von einem Schock. Ferner beobachten wir, daß beim **Zusammenbringen** von Blutserum von z. B. einem Hunde **und** von einem Kaninchen sich nichts Besonderes zeigt. Wird jedoch dem letzteren Tiere **vor der Blutentnahme** Hundeblood eingespritzt, dann erhalten wir beim Zusammenfügen der beiden Tiersera einen Niederschlag von Eiweiß — Präzipitinbildung. Ferner vermag das Kaninchenserum **jetzt** Hundebloodkörperchen aufzulösen — Hämolyse. Kurz und gut, die Zufuhr von zusammengesetzten Stoffen mit Umgehung des Darmkanals führt zu Erscheinungen, wie wir sie **niemals** beobachten, wenn wir sie auf dem natürlichen Wege zu **uns nehmen**.

Bei dieser Gelegenheit sei kurz gestreift, daß jede Ansiedlung von Mikroorganismen einer Zufuhr fremdartiger Stoffe mit Umgehung des Darmkanals gleich zu stellen ist. Die Bakterien leben bei Infektionen auf Kosten unserer Gewebe. Sie bilden Abbaustufen, die dem Körper fremd sind. Sie sezernieren Produkte, wie sie unseren Körperzellen sonst niemals geboten werden. Schließlich stirbt mancher Mikroorganismus. Wir haben dann Zellbestandteile jenseits des Darmkanals, die ganz und gar nicht in

unseren Zellstoffwechsel hineinpassen. Der Organismus wehrt sich. Er macht Fermente mobil, um durch weitgehenden Abbau das Fremdartige zu beseitigen. Auch die Krebszellen sind als Fremdlinge zu betrachten.

Nicht unerwähnt mag bleiben, daß, wie schon eingangs hervorgehoben, mit der Feststellung, daß die Bausteine der zusammengesetzten Nahrungsstoffe zur Ernährung genügen, das Problem der künstlichen Darstellung der Nahrungsstoffe gelöst worden ist. Wir vermögen die wenigsten der zusammengesetzten Nahrungsstoffe aufzubauen, wohl aber können wir die einzelnen Bausteine im Reagenzglas bereiten. Praktisch kommt diese Art der Gewinnung der Nahrungsstoffe natürlich nicht in Frage, weil sie viel zu teuer und zu zeitraubend ist. Außerdem ist es nicht ohne Bedeutung, daß wir in der Nahrung in der Hauptsache nur zusammengesetzte Nahrungsstoffe aufnehmen. Diese haben einmal keinen besonderen Geschmack. Viele Stoffe, die einen solchen besitzen, verleiden uns mit der Zeit. Vor allem ist es von der größten Bedeutung, daß die zusammengesetzten Nahrungsstoffe im Magendarmkanal stufenweise zerlegt werden. Es wird so vermieden, daß auf einmal große Mengen einfacher Bausteine zugegen sind. Es können vielmehr stets die eben gebildeten Spuren von einfachsten Abbaustufen zur Aufnahme gelangen. Das Blut wird auf diese Weise vor der Überladung mit bestimmten Stoffen geschützt. Die Wichtigkeit dieses Vorganges zeigt der folgende Versuch. Wir nehmen auf einmal

eine größere Menge von Traubenzucker auf, z. B. 250 g und finden dann im Harn Traubenzucker! Normalerweise enthält er nur sehr geringe Mengen davon, oder er ist ganz zuckerfrei. Wie kommt das? Das Blut hat einen Zuckergehalt, der in ziemlich engen Grenzen konstant ist. Kommt auf einmal viel Traubenzucker zur Aufnahme, dann kann ihn der Organismus nicht rasch genug unterbringen. Das Blut wird reicher an Zucker, als es der Norm entspricht. Die Nieren greifen ein und scheiden den Überschuß an Zucker aus. Bald ist wieder alles in Ordnung.

Wir haben schon der wichtigsten Tatsache gedacht, daß im Verdauungskanal alle jene Fermente vorkommen, die notwendig sind, um die zusammengesetzten Nahrungsstoffe in ihre Bestandteile aufzulösen. Eine ganze Reihe solcher Stoffe arbeiten sich in die Hände, bis das kompliziert gebaute Gebäude in seine Bausteine zerlegt ist. Eine Ausnahme macht nur die Zellulose. Sie widersteht allen Fermenten des Darmkanals! D. h. der tierische Organismus bringt kein Ferment hervor, das auf dieses Polysaccharid eingestellt ist. Das ist eine Tatsache von fundamentalster Bedeutung. Sie ist für die Beurteilung der jetzigen Art der Ernährung von ganz besonderer Wichtigkeit. Nun bewohnen unseren Darm zahlreiche Bakterien. Darunter sind solche, die Zellulose abzubauen vermögen. Dadurch wird uns ein Teil dieses Kohlehydrates zugänglich. Wir kommen auf die Bedeutung der Darmflora noch zurück.

Sind wir nach dem Bau unseres gesamten Verdauungskanales für reine Pflanzennahrung oder für Fleischnahrung oder für ein Gemisch beider bestimmt?

Betrachten wir einmal einen reinen Pflanzenfresser! Zunächst stoßen wir auf das Gebiß. Es besteht z. B. beim Rind in der Hauptsache aus Zähnen, die eine breite Kaufläche besitzen. Beobachten wir das Rind beim Fressen, dann sehen wir, wie es den Unterkiefer auf und ab bewegt und ferner seitwärts. Es wird die Nahrung ausgiebig zermahlen, zerquetscht und zerrieben. Der Pflanzenfresser kaut gründlich.

Beim reinen Fleischfresser treffen wir auf ein ganz anderes Gebiß. Es ist zum Zerreißen und Zerschneiden der Nahrung eingerichtet. Wir treffen auf gewaltige Reiß- und Schneidezähne bei den großen Raubtieren. Bei den kleinen sind die Größenverhältnisse geändert, nicht aber der Charakter des Gebisses. Eine seitliche Verschiebung des Unterkiefers ist kaum möglich. Das Raubtier kaut die Nahrung nur flüchtig. Im Nu ist die größte Mahlzeit bewältigt.

Im Gebiß des Allesfressers finden wir die Eigentümlichkeiten beider Gebisse vereinigt und dementsprechend abgeschwächt. Es stellt in gewissem Sinne die Resultante beider Gebißarten dar. Wir haben ausgesprochene Mahlzähne und Schneidezähne. Der Kiefer kann geringe seitliche Bewegungen ausführen.

Bei uns haben wir ganz entschieden die Merkmale des Allesessers. Diese Bezeichnung ist so zu verstehen, daß bestimmte Nahrungsmittel aus dem Pflanzen- und dem Tierreich zur Ernährung herangezogen werden. Nicht jedes Nahrungsmittel, besonders aus dem ersteren, ist für uns ergiebig verwertbar, wie wir bald erfahren werden.

Gehen wir weiter, dann stoßen wir ohne weitere Besonderheiten beim reinen Fleischfresser auf die Speiseröhre und daran anschließend auf den Magen. Die erstere stellt das Überleitungsrohr für die Nahrung aus der Mundhöhle nach dem Magen dar. Dieser ist einheitlich. Beim Allesesser haben wir ganz ähnliche Verhältnisse. Dagegen finden wir beim reinen Pflanzenfresser Einrichtungen ganz besonderer Art, die ohne Zweifel der Art der Nahrung angepaßt sind. Manche Vögel haben Kröpfe, in denen sie Körner erweichen, andere haben einen Muskelmagen, der mit Horn ausgekleidet ist. In diesem kann die Nahrung zerquetscht und zerrieben werden. Die umfassendsten Einrichtungen treffen wir bei den Wiederkäuern an. Dem eigentlichen Magen sind große Kammern vorgelagert, in denen die Nahrung der feuchten Wärme, der Bakterientätigkeit und der Wirkung des Speichels ausgesetzt wird. Wir treffen im Anschluß an die Speiseröhre auf einen großen Vormagen und einen Netzmagen. Der letztere dient vornehmlich zur Resorption von Flüssigkeit. Der Inhalt des Vormagens läßt sich ohne weiteres genau erkennen. Wir sehen unveränderte Strohhalme, Blätter,

Körner usw. Aus dem Vormagen steigt die Nahrung wieder in die Mundhöhle empor, um wieder gekaut zu werden. Das wiederholt sich so lange, bis der Bissen fein zermahlen ist. Dann gelangt er vermittels einer sinnreichen Einrichtung in den Blättermagen. Dieser ist einer Filterpresse vergleichbar. Man hat ihn mit einem Buch verglichen, zwischen dessen Seiten sich die Speise einschleibt. Dieser wird der größte Teil der anhaftenden Flüssigkeit entzogen. Betrachtet man den Inhalt des Blättermagens, dann ist man überrascht, anstatt der aus groben Bruchstücken von Halmen und Blättern bestehenden Masse des Vormagens ein Produkt anzutreffen, das aus ganz feinen Teilchen besteht. Nur ab und zu erkennt man noch ein Pflanzenorgan. Im ganzen hat man eine homogene Masse vor sich. Diese gelangt nun schubweise in den eigentlichen Magen, auch Labmagen genannt. Er ist im Vergleich zu den erwähnten, ihm vorgelagerten Organen auffallend klein. Niemand sollte versäumen, einen Wiederkäuermagen sich anzusehen! Er lehrt uns viel eindringlicher, als Worte es vermögen, welcher Vorbereitungen es bedarf, um Pflanzennahrung gut ausnutzbar zu machen!

Uns fehlen alle derartigen Einrichtungen vollständig. Man könnte als solche höchstens die sogenannte Schichtung der Nahrung im Magen ansprechen. Geben wir einem Hunde z. B. bei leerem Magen Milch, dann nach zwei Stunden rot gefärbte Kartoffeln und nach drei Stunden blau gefärbte, dann ergibt sich nach Tötung des Tieres und Durchschneiden des gefrorenen

Magens, daß die zuletzt aufgenommene Nahrung die Mitte des Inhaltes des Magens einnimmt. Es folgt dann die rote Schicht. Der Magenschleimhaut unmittelbar anliegend ist die Milchsicht. Die Verdauung geht nun so vor sich, daß die der Magenwand unmittelbar benachbarten Teile seines Inhalts mit Magensaft durchtränkt werden. Er enthält Salzsäure. Nun verliert bei saurer Reaktion der Speichel seine Wirkung auf Kohlehydrate. Im Inneren des Mageninhaltes können jedoch jene Fermente, die auf solche eingestellt sind, so lange ihre Wirkung entfalten, bis alle Schichten vom Magensaft durchdrungen werden. Für die Zellulose spielt diese beschränkte Fortdauer der Kohlehydratverdauung im Magen keine wesentliche Rolle, weil ja kein Ferment vorhanden ist, um sie zu spalten. Die Einwirkung der feuchten Wärme und der Salzsäure vermag sie nur etwas zu erweichen.

Dem Magen schließt sich der Darm an. Beim reinen Pflanzenfresser ist der Dünndarm sehr lang. In ihm kann die Darmflora noch lange Zeit auf die zellulosehaltige Nahrung einwirken. Beim Fleischfresser ist der Darm sehr kurz. Eine Ausnützung der Zellulose kommt bei ihm gar nicht in Frage. Beim Allesfresser ist der Dünndarm von mittlerer Länge. Der Mensch gehört auch nach diesem Merkmal zu den Allesessern. Eine gewisse Ausnützung der Zellulose ist gewährleistet.

Wir werden auf den Umstand ausführlich einzugehen haben, daß wir jetzt vornehmlich auf Pflanzennahrung angewiesen sind und uns doch eine Anpassung

an zellulosereiche Nahrung zum großen Teil fehlt. Es ergibt sich die Frage, wie die geschilderten Einrichtungen des reinen Pflanzenfressers zu ersetzen sind. Wir können hier schon antworten: durch möglichste Zerkleinerung der Nahrung in der Küche, durch sorgfältiges und ausgiebiges Kochen (Kochkiste) und durch gutes Kauen!

Einfluß des Appetits und der Nahrungsaufnahme auf die Abgabe der Verdauungssäfte.

Nachdem wir die fundamentale Bedeutung der Verdauung für unsere Ernährung festgestellt haben, interessiert uns in ganz besonders hohem Maße die Frage, unter welchen Bedingungen die Verdauungssäfte abgegeben werden. Entgegen früheren Ansichten, hat die Erforschung der Sekretion der verschiedenen Verdauungssäfte zu dem Resultate geführt, daß sie nicht immer fließen, sondern nur unter bestimmten Einflüssen. Wir verfügen in dieser Hinsicht über Erfahrungen am Menschen und an Tieren. Bei den letzteren hat man durch bestimmte Operationen die Tätigkeit der einzelnen Verdauungsdrüsen zur direkten Beobachtung gebracht. Man hat die Mündungen der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen mit einem Stück der Wangenschleimhaut in die äußere Haut eingepflanzt und so bewirkt, daß ohne Veränderung der Drüse selbst und ihres Ausführungsganges der Speichel statt in die

Mundhöhle nun nach außen fließt. Man kann ihn in einem mit einer Einteilung versehenen Gefäß auffangen. Man nennt die Operation: Anlegung einer Speichelfistel. Es läßt sich nunmehr die Speichelabsonderung unter den verschiedensten Bedingungen quantitativ, d. h. der Menge nach, verfolgen.

Zeigen wir einem Hunde ein Stück Fleisch, dann beobachten wir nach kurzer Zeit das stark vermehrte Fließen von Speichel aus der Fistel. Wir erinnern uns hierbei der Tatsache, daß auch uns beim Anblick einer schmackhaften Speise der Speichel im Munde zusammenläuft! Bringen wir dem Hunde Kieselsteine in den Mund, so erfährt die Speichelsekretion keine Vermehrung. Der Hund kann sie mit der Zunge aus der Mundhöhle entfernen. Streuen wir dagegen in diese Sand ein, dann stürzt viel Speichel hervor. Mit ihm würde, wenn der Speichel nicht durch die Operation abgeleitet wäre, der Hund den Mund rein spülen. Bringen wir Säure in den Mund, dann erfolgt auch eine lebhaftete Sekretion. Der Zweck ist klar. Die Säure soll verdünnt werden. Man hat interessante Versuche mit diesen Beobachtungen verknüpft. Man kann, wie es Pawlow getan hat, dem Hunde Fleisch nur dann geben, wenn ein bestimmter Ton ertönt. Bald genügt das Anschlagen dieses Tones, um eine reichliche Speichelsekretion zu veranlassen! Der Hund erinnert sich, daß er bei seinem Ertönen regelmäßig Fleisch bekam!

Auch die Magendrüsen sezernieren nicht andauernd, sondern nur dann, wenn Nahrung aufgenom-

men wird, oder wenn Appetit auf solche erregt wird. Man nimmt einen Hund mit einer Magenfistel: ein Metallrohr, das verschlossen werden kann, führt durch die äußere Haut und die Magenwand in den Magen und gestattet das Abfließen von Mageninhalt nach außen. Zeigt man ihm z. B. Fleisch, dann beobachtet man, daß nach etwa fünf Minuten der Magensaft lebhaft zu fließen beginnt. Die Sekretion hält längere Zeit an. Man nennt diese ohne Nahrungsaufnahme angeregte Sekretion Appetitsaft. Interessant ist, daß sie fast plötzlich unterbrochen werden kann, wenn man das Tier ärgert — z. B. durch Vorzeigen einer Katze. Der große Einfluß von Ärger und Zorn auf die Abgabe von Magensaft ist auch beim Menschen festgestellt worden. Die ersten Beobachtungen dieser Art wurden an einem kanadischen Jäger gemacht. Ein Schuß in die Magen-
gend hatte zur Bildung einer Magenfistel geführt. Es ließ sich zeigen, daß auch beim Menschen der Appetitsaft existiert. Neuere Feststellungen an Menschen, denen aus irgendeinem Grunde eine Magenfistel angelegt worden war, bestätigten, daß Ärger für die Verdauung von größtem Schaden ist, indem die Abgabe von Verdauungssaft unterbrochen wird. Sie kommt erst nach längerer Zeit wieder in Gang! Nachdem wir diese Kenntnis besitzen, werden wir uns selbstverständlich niemals kurz vor, während und einige Stunden nach den Mahlzeiten ärgern!

Sehr lehrreich ist der folgende Versuch. Man nimmt zwei Magenfistelhunde. Dem einen verbindet man die

Augen und auch die Nase und bringt ihm dann, ohne daß er davon weiß, ein Stück Fleisch, um das ein Bindfaden geschlungen ist, durch das erwähnte Rohr — Kanüle genannt — in den Magen. Beim zweiten Hund macht man das gleiche, nur zeigt man ihm das Fleisch. Nach zwei Stunden ziehen wir bei beiden Hunden das Fleisch aus dem Magen heraus. Es ist bei demjenigen wenig verdaut worden, der nichts von seiner Einführung in den Magen wußte. Dagegen ist im zweiten Fall die Verdauung schon weit fortgeschritten. Es hat hier eine lebhaftere Sekretion des Magensaftes eingesetzt!

Der Darmsaft und der Pankreassaft fließen auch nur auf bestimmte Anregungen. Schon das Vorzeigen von Fleisch bewirkt lebhaftere Absonderung von Pankreassaft. Auch die Gallenabgabe wird durch ähnliche Momente beeinflußt.

Es sind viele Einzelheiten über die Bedingungen, unter denen die Verdauungsdrüsen sezernieren, bekannt geworden. Es mag hier die Feststellung genügen, welche hohe Bedeutung der Appetit für die Abgabe der Verdauungssäfte hat. Es ist nicht gleichgültig, ob man mit solchem oder ohne ihn Nahrung aufnimmt. Die mit Blumen geschmückte Tafel erfreut unser Auge, die wohlzubereiteten Nahrungsmittel in gefälliger Form geboten, verbreiten eine behagliche Stimmung, der Appetit — die Lust zu essen — stellt sich ein. Besonders unter den jetzigen Verhältnissen gilt es diesen Umständen Rechnung zu tragen. Ein und dasselbe Gericht in der gleichen Form geboten, verleidet es uns

mit der Zeit. Die Kochkunst kann durch Herbeiführung von Abwechslung außerordentlich viel ausrichten, um unseren Appetit anzuregen!

Der Zellstoffwechsel.

Wir haben gesehen, daß die Nahrungsstoffe im Magen-Darmkanal in weitgehender Weise verwandelt werden. Durch Hydrolyse zerfallen die zusammengesetzten Nahrungsstoffe stufenweise bis zu ihren Bausteinen. Sind diese gebildet, dann werden sie sogleich von den Zellen der Darmwand übernommen. Auf zwei Arten ist dafür gesorgt, daß nicht auf einmal viele Bausteine im Darmkanal auftreten können. Einmal entläßt der Magen vom Speisebrei immer nur kleine Anteile. Es öffnet sich der Magen nach dem Zwölffingerdarm und läßt etwas dünnbreiigen Speisebrei hinaus. Seine saure Reaktion bewirkt, daß sich der Magen sofort wieder schließt. Er bleibt geschlossen, bis die saure Reaktion durch das Hinzutreten des alkalisch reagierenden Darm- und Pankreassaftes und der Galle sich der neutralen genähert hat. Wieder öffnet sich der Magen für kurze Zeit. So kommt es, daß immer nur geringe Mengen von saurem Speisebrei in den Darmkanal übertreten. Es tritt dann der schon erwähnte stufenweise Abbau der zusammengesetzten Nahrungsstoffe hinzu, der auch bewirkt, daß nicht auf einmal große Mengen der Bausteine entstehen können.

Die von der Darmwand aufgenommenen Nahrungs-

stoffe gehen entweder direkt ins Blut über oder sie schlagen den Umweg über die Lymphe ein. Im ersteren Falle gelangen die aufgenommenen Stoffe zunächst durch die Pfortader zur Leber. Hier wird das vom Darm kommende Blut auf eine große Oberfläche ausgebreitet und an zahlreichen Zellen vorübergeführt, indem die großen Blutgefäße sich immer mehr in kleinere verzweigen. Schließlich entstehen feinste Kapillaren — Haargefäße —, die sich wieder zu größeren Gefäßen zusammenschließen und dann das Blut der großen unteren Hohlvene übergeben. In dieser gelangt das Blut zum rechten Herzen und von da durch die Lungen in den linken Vorhof und die linke Herzkammer. Diese treibt es dann zu den verschiedensten Organen.

Der Umstand, daß die Leber in gewissem Sinne zwischen den Darm und die übrigen Organe des Körpers eingeschaltet ist, hat gewiß seine Bedeutung. Man kann die Leber als Sortierstätte, als Kontrollorgan betrachten. Zahlreiche Stoffe können noch verwandelt werden, ehe sie dem großen Kreislauf übergeben werden, andere werden zurückgehalten. So wird z. B. Traubenzucker in Glykogen verwandelt und abgelagert. Auf diese Weise wird Reserve an Kohlehydrat zurückgelegt.

Die Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe für den Organismus ist eine mannigfaltige. Die organischen dienen als Energiequelle, ferner als Baustein für die Zelle. Jede Zelle hat gewisse Reserven. Sie enthält Umsatzeiweißstoffe, Umsatzfette und Umsatzkohle-

hydrate. Aufgebrauchte Umsatzstoffe werden ersetzt. Manche Zelle muß ihren eigentlichen Bau erneuern. Ferner müssen beständig bestimmte Sekretstoffe erzeugt werden. Die Zelle braucht Fermente. Auch diese müssen gebildet werden.

Es ist eindeutig festgestellt, daß alle Organe untereinander in Wechselbeziehungen stehen. Die Pankreasdrüse beherrscht z. B. den Kohlehydratstoffwechsel. Entfernt man sie vollständig, dann tritt Traubenzucker im Harn auf. Das Blut und die Gewebe sind von diesem Zucker überschwemmt. Ein kleines Stück der Drüse genügt, um diesen Zustand zu verhindern. Auf irgendeine Weise bedingt das Fehlen der Pankreasdrüse, daß nunmehr die verschiedenen Organe und vor allem die Muskeln mit dem Traubenzucker nichts mehr anfangen können. Es muß offenbar die genannte Drüse irgendeinen Stoff hervorbringen, der in anderen Organen seine Wirkung entfaltet und gerade für die Durchführung des Zuckerabbaus unentbehrlich ist.

Entfernen wir die Schilddrüse, dann treten tiefgehende Störungen auf. Handelt es sich um einen wachsenden Organismus, dann beobachten wir schwere Wachstumstörungen — kurze, plumpe Röhrenknochen, dicke Schädelknochen, Verkrümmungen usw. Eingabe von Schilddrüse ergibt Besserungen. Ähnliche Beobachtungen sind bei den Epithelkörperchen, der Thymusdrüse, der Hypophysis, den Geschlechtsdrüsen, den Nebennieren gemacht. Ein ganz gewaltiges Forschungsgebiet ist erschlossen worden. Alles

spricht dafür, daß es sich bei allen diesen Beobachtungen um die Wirkung resp. den Wegfall des Einflusses von Stoffen handelt, die von bestimmten Zellarten gebildet werden. Sie werden dem Blute übergeben und entfalten in anderen Zellarten ganz bestimmte Wirkungen. Versagt ein Organ, dann treten Störungen auf. Diese Stoffe scheinen einfacherer Natur zu sein, als man bisher glaubte. Es ließ sich zeigen, daß man wenigstens manche Wirkungen der Organe auch erhalten kann, wenn deren Bestandteile vollständig abgebaut sind.

Der Zellstoffwechsel selbst ist ein äußerst mannigfaltiger. Sein Studium hat so zahlreiche Ergebnisse gezeigt, daß es unmöglich ist, sie hier auch nur zu streifen. Erwähnt sei nur, daß unser Bestreben ist, jedem einzelnen vom Organismus aufgenommenen Stoffe auf allen seinen Wegen und in allen seinen Umwandlungen zu folgen. Wir wissen, daß jede Zelle die zusammengesetzten Zellbestandteile — die Polysaccharide, die Fette, Eiweißstoffe usw. — mittels der Fermente bis zu den Bausteinen abzubauen vermag. Von diesen gehen dann die weiteren Umwandlungen aus. Sie werden stufenweise weiter zerlegt und schließlich vollends oxydiert, wenn es sich um die Verwendung organischer Substanz zur Gewinnung von Energie handelt. Sicherlich sind manche der erwähnten Sekretstoffe der Organe Umwandlungsprodukte von Bausteinen bestimmter Art der Eiweißstoffe. Wir wissen, daß der tierische Organismus aus bestimmten Aminosäuren Traubenzucker bereiten kann. Ferner ist bekannt,

daß Kohlehydrate in Fette übergeführt werden können. Diese Umwandlungen eines Nahrungstoffes in einen anderen sind ganz besonders wichtig.

Aus den organischen Nahrungstoffen gehen schließlich Kohlensäure und Wasser als Stoffwechselendprodukte hervor. Die Aminosäuren liefern außerdem noch über Ammoniak Harnstoff. Aus den Purinbasen geht Harnsäure hervor. Wir kennen noch manches andere Stoffwechselprodukt, doch mag die Anführung der genannten genügen.

Auch die anorganischen Nahrungstoffe nehmen lebhaften Anteil am Zellstoffwechsel. Wir haben schon der spezifischen Wirkung der einzelnen Salze und der Ionen gedacht und der mannigfaltigen Wechselbeziehungen zwischen den Kolloiden und den letzteren. In der Zelle herrscht wohl nie Ruhe. Fortwährend bedingt ein Prozeß einen anderen. Es geht Zug um Zug. Aufbau, Abbau und Wiederaufbau laufen nebeneinander her. Hier wird eine Zelle ganz abgebaut, dort eine neu ausgerüstet. Beständig zerfallen Zellen, beständig entstehen neue. Es gilt dies auch für den erwachsenen Organismus. Selbst die Knochen sind nicht ein für allemal vollendet. Sie zeigen deutlich Umbildungsprozesse. Noch im späten Alter paßt sich der Knochen neuen Aufgaben in seiner ganzen Struktur an. Wird die Belastung eine andere, dann ist ein Umbau der feinen Knochenbälkchen notwendig. Vor unseren Augen sehen wir die Sekretbildung. Wir können unter dem Mikroskop sehen, wie die Drüsenzelle Sekrets substanz bereitet.

Der Organismus setzt die aufgenommenen Stoffe nicht ohne weiteres alle um. Der Bedarf entscheidet! Wir können z. B. nicht durch vermehrte Sauerstoffzufuhr die Oxydationen in den Zellen beeinflussen. Auch gelingt es nicht, zu veranlassen, daß mehr Kohlehydrate oder Fette umgesetzt werden, indem wir mehr von diesen Stoffen zuführen. Das augenblicklich nicht Verwendbare wird abgelagert. Der Traubenzucker wird in Glykogen verwandelt. Die Hauptlager dieses Reservekohlehydrates finden sich in der Leber und den Muskeln. Weitere Kohlehydratmengen können nach Umwandlung in Fett zur Stapelung kommen. Das überschüssige Fett wird von Fettzellen übernommen und in diesen aufbewahrt, bis Bedarf daran ist. Eine Ausnahme machen nur die Eiweißstoffe und ihre Bausteine. Steigern wir die Zufuhr an ihnen, dann ist der Umsatz ein erhöhter. Eiweißstoffe und ihre Bausteine können nur in beschränktem Maße gespeichert werden. Jede Zelle kann bestimmte Mengen davon unterbringen. Eigentliche Stapelplätze für Eiweiß gibt es nicht — mit Ausnahme vielleicht der Leber. Die Steigerung des Umsatzes betrifft nicht nur die Proteine und ihre Abkömmlinge, es erfährt vielmehr der gesamte Stoffwechsel eine Zunahme. Es ist dies an und für sich nicht merkwürdig, denn wir wissen, daß die Aminosäuren, die Bausteine der Eiweißkörper, mannigfacher Umwandlungen fähig sind. Diese Umsetzungen sind es, die offenbar den Gesamtstoffwechsel vermehren.

Schließlich sei noch hervorgehoben, daß wir nur

diejenigen Stoffe als Nahrungsstoffe unserer Zellen betrachten dürfen, die diesen zur Verfügung stehen. Es ist dies eigentlich ganz selbstverständlich, und doch begegnen wir sehr oft der Vorstellung, daß die in den Verdauungskanal eingeführte Nahrung der Zellnahrung gleichzusetzen sei. Stets bleiben jedoch gewisse Anteile unserer Nahrung im Darmkanal liegen. Wir geben sie in Form des Kotes nach außen ab. Wohl sind einzelne seiner Bestandteile von der Darmwand aufgenommen gewesen und wieder zur Ausscheidung gelangt. Es gilt dies für Bestandteile der Sekrete der Verdauungsdrüsen. Ferner wissen wir, daß der Organismus Eisen, Kalzium, Phosphorsäure durch die Dickdarmschleimhaut in den Darmkanal hinein ausscheidet. Im wesentlichen besteht jedoch der Kot aus Nahrungsresten. Ihre Bestandteile müssen wir von der aufgenommenen Nahrung abziehen, um zu erfahren, was den Zellen wirklich davon zugute kam.

Der Harn dagegen enthält nur Stoffe, die die Darmwand passiert und unter normalen Verhältnissen auch am Zellstoffwechsel in irgendeiner Form teilgenommen haben. Er wird von den Nieren gebildet. Diese entnehmen dem Blute die festen, in Wasser gelösten Stoffwechselendprodukte und scheiden sie mit diesem in die Harnwege aus, während das gasförmige Stoffwechselendprodukt, die Kohlensäure, das Blut in der Lunge verläßt. Die Niere wacht mit vielen anderen Organen zusammen darüber, daß die Zusammensetzung des Blutes innerhalb enger Grenzen konstant bleibt. Sie

entfernt alle gelösten, festen Stoffe aus ihm, die ihm ihrer Art und auch ihrer Menge nach nicht zukommen. Die Zusammensetzung des Harnes gibt uns einen tiefgehenden Einblick in die in unseren Zellen vor sich gehenden Prozesse.

Die Mengen der zur Ernährung notwendigen Nahrungsstoffe.

Wir haben festgestellt, welche Nahrungsstoffe wir mit unseren Nahrungsmitteln zu uns nehmen. Wir haben uns dabei noch nicht mit der Frage beschäftigt, ob sie alle absolut notwendig sind. Da Kohlehydrate in Fett übergehen können, wäre es ja denkbar, daß wir der Fette in der Nahrung entraten können. Ferner haben wir vernommen, daß bestimmte Eiweißbausteine Zucker liefern können. Dieser könnte seinerseits wieder in Fett übergehen, d. h. die betreffenden Aminosäuren könnten unter Umständen Kohlehydrate und Fette entbehrlich machen, oder anders ausgedrückt, es drängt sich die Frage auf, ob wir nicht mit Eiweiß allein auszukommen vermögen. Ohne eine gewisse Eiweißmenge in der Nahrung können wir nicht auf die Dauer leben. Eiweiß resp. seine Bausteine sind nicht durch Kohlehydrate oder Fette ersetzbar. Es ist dies leicht verständlich, wenn wir betonen, daß der tierische Organismus in allen seinen Zellen Eiweiß als unentbehrlichen Bestandteil enthält, und ferner beständig eine gewisse Menge Protein der Umsetzung unterliegt, und zwar auch dann, wenn er hungert, und

wenn wir endlich hervorheben, daß die tierischen Zellen weder in Kohlehydrate noch in Fett und ihre Abbau-stufen Stickstoff in irgend einer Form anlagern können. So bleibt als einzige Quelle für das Eiweiß der Zellen das Eiweiß der Nahrung mit seinen Bausteinen. Wir werden auf die Frage der Vertretbarkeit bestimmter Nahrungsstoffe durch andere noch zurückkommen.

Es interessiert uns nicht nur die Art der Nahrungsstoffe, die wir zur Bestreitung all der mannigfaltigen Bedürfnisse unserer Körperzellen brauchen, sondern ebenso stark die notwendige Menge. Können wir angeben, wieviel Kohlehydrate, Fette, Eiweißstoffe, Salze, Wasser und Sauerstoff ein erwachsenes Individuum notwendig hat und wieviel einem wachsenden zukommt? Dieser Frage wollen wir jetzt nachgehen, und zwar wollen wir uns zunächst mit dem Erwachsenen beschäftigen. Gewöhnlich nimmt man ein „Normalindividuum“ von 70 kg Körpergewicht als Grundlage.

Die wichtigsten Methoden zur quantitativen Verfolgung des Stoffwechsels.

Es stehen uns verschiedene Methoden zur quantitativen Untersuchung des Stoffwechsels zur Verfügung. Sie stützen sich alle auf die folgende Grundlage: 1. Das Gesetz der Erhaltung des Stoffes gilt auch in der belebten Natur, d.h. es kann kein Stoff verschwinden oder aus nichts entstehen, 2. Das gleiche gilt für das Gesetz der Erhaltung der Energie, das besagt, daß keine Energie aus nichts sich bilden kann. Ebenso wenig

kann solche verschwinden. Wohl kann die Energie mannigfaltige Formen annehmen. Die gesamte Summe der Energien bleibt sich jedoch gleich. Würden diese Gesetze bei uns nicht gelten, dann vermöchten wir keine Stoffwechselbilanz aufzustellen. Auch wäre es uns unmöglich eingenommene Energie und ausgegebene in Beziehung zu bringen.

Bei jeder Art von quantitativer Stoffwechseluntersuchung stellen wir eine Bilanz auf. Wir setzen den Einnahmen die entsprechenden Ausgaben gegenüber. Beide können sich gleich sein. Die Stoffwechselbilanz ist dann gleich Null. Wir sprechen von einem Stoffwechselgleichgewicht. Sind die Ausgaben größer als die Einnahmen, dann ist ein Verlust vorhanden. Die Bilanz ist negativ. Übertreffen dagegen die Einnahmen die Ausgaben, dann sprechen wir von einer positiven Bilanz. Zur Beurteilung einer Stoffwechselbilanz gehören viele Kenntnisse, Erfahrungen und viel Kritik. Kurzfristige Bilanzen gestatten nie sichere Schlüsse, weil nicht auszuschließen ist, ob nicht in die erste Zeit des Versuches in gewissem Sinne noch Einnahmen hineingreifen, die der Versuchsperiode vorausgegangen sind. Ferner können in der dem Versuche sich anschließenden Zeit noch Ausgaben in Erscheinung treten, die der eigentlichen Versuchszeit angehören. Nicht jede negative Bilanz ist eine wahre und nicht jede positive entspricht ohne weiteres einem Gewinn!

Was nun die Methoden anbetrifft, so können wir schon viele Schlüsse aus Beobachtungen an der Zusam-

mensetzung und der Menge der freigewählten Kost ziehen. In diesem Falle stellen wir in einer Haushaltung fest, was für Nahrungsmittel für eine bestimmte Mahlzeit bestimmt sind. Wir können ihr Gewicht feststellen und dann einen aliquoten Teil der Analyse unterwerfen. Vielfach gibt man sich auch damit zufrieden, daß man vorhandene Ergebnisse von Analysen von Nahrungsmitteln den Berechnungen zugrunde legt. Es können dabei erhebliche Fehler unterlaufen. Besser ist schon eine direkte Analyse. Man muß natürlich wohl zwischen dem Zustand der eingekauften Nahrungsmittel und dem der kochfertigen unterscheiden. Die Gemüse werden in der Küche geputzt, die Kartoffeln oft geschält, das Fleisch auch vielfach von allerlei Bestandteilen, wie Sehnen usw. befreit. Der entstehende Abfall kommt natürlich als Einnahme nicht in Betracht. Es genügt jedoch in Wirklichkeit auch nicht, wenn wir das kochfertige Material der Berechnung und Analyse zugrunde legen. Es kommt noch sehr darauf an, was bei der Mahlzeit übrig bleibt. Die Teller werden nicht von jeder Person gleich leer gegessen. Es können noch ganz erhebliche, sehr wertvolle Teile, wie Fett usw. während der Mahlzeit von der Aufnahme ausgeschlossen werden. Man erkennt, daß diese Methode der quantitativen Stoffwechseluntersuchung nur Annäherungswerte geben kann. Wertvoll werden die Ergebnisse erst dann, wenn die Untersuchung über eine größere Zahl von Individuen und Familien ausgedehnt wird. Man hat verschiedene Berufsarten untereinander verglichen. Erwähnt

sei schon hier, daß wir an Stelle der einzelnen Nahrungsstoffe auch ihren Energieinhalt in Rechnung setzen können. Zu einer richtigen Bilanz kommen wir bei den erwähnten Untersuchungen erst dann, wenn wir auch die Ausgaben feststellen können. Dazu gehören jedoch besondere Einrichtungen.

Um zu ganz exakten quantitativen Stoffwechseluntersuchungen gelangen zu können, müssen wir in der Lage sein, Einnahmen und Ausgaben ganz genau zu bestimmen. Es sind hierzu eine Reihe Methoden ersonnen und Apparate gebaut worden. Wir haben folgende Möglichkeiten. In vielen Fällen interessiert uns nur die Gegenüberstellung der Stickstoffzufuhr im Eiweiß und seine Ausfuhr. Wir sprechen von einer Stickstoffbilanz. Dabei lassen wir den mit der Luft eingeatmeten Stickstoff, der nach den Gesetzen der Gasabsorption in einem bestimmten Anteil auch ins Blut übergeht, ganz außer Betracht. Wir wissen, daß dieser Stickstoff am eigentlichen Stoffwechsel gar keinen Anteil hat. Tiefer schürfende Studien können wir auf Grund der bloßen Stickstoffbilanz nicht ausführen. Wir wissen, daß die Bausteine der Eiweißstoffe Harnstoff liefern. Er erscheint im Harn und führt den Stickstoff mit sich und auch einen Teil des Kohlenstoffs des Eiweißes resp. der aus ihm hervorgehenden Aminosäuren. Der Rest des Kohlenstoffs mit dem Wasser- und Sauerstoffanteil unterliegt anderweitigen Umwandlungen — es sei z. B. an die Bildung von Zucker erinnert. Schließlich ent-

stehen aus den nach der Abspaltung der stickstoffhaltigen Aminogruppe verbleibenden Kohlenstoffketten Kohlensäure und Wasser. Um somit den Eiweiß- resp. den Aminosäurestoffwechsel in seinem ganzen Umfang verfolgen zu können, müssen wir in Erfahrung bringen, wieviel an Kohlensäure und Wasser aus jenen Kohlenstoffketten schließlich hervorgeht, und wieviel Sauerstoff zu der Bildung dieser Stoffwechselendprodukte verwendet wird. Die Verfolgung des Wasserstoffwechsels ist schwierig. Wasser entsteht aus gar vielen organischen Substanzen! Auch die Kohlensäure entstammt mehreren Quellen. Werden doch Kohlehydrate und Fette zu dieser und Wasser abgebaut! Wir können jedoch durch Rechnung herausbekommen, welcher Anteil an Kohlenstoff der ausgeschiedenen Kohlensäure umgesetztem Eiweiß zuzurechnen ist. Wir benützen hierzu die im Harn enthaltene Stickstoffmenge. Multiplizieren wir diese mit 6,25 (Eiweiß enthält im Durchschnitt 16 Proz. N), dann erhalten wir annähernd die Eiweißmenge, aus der die betreffende Stickstoffmenge hervorgegangen ist. Wir kennen dann auch die Menge der umgesetzten Kohlenstoffmenge, weil uns die prozentische Zusammensetzung des Eiweißes an den einzelnen Elementen bekannt ist. Dabei setzen wir voraus, daß mit der Bildung der stickstoffhaltigen Stoffwechselendprodukte auch der endgültige Abbau der erwähnten Kohlenstoffketten Hand in Hand geht. Diese Voraussetzung ist willkürlich. Wir dürfen sie langfristigen Stoffwechseluntersuchungen jedoch ohne weiteres zugrunde legen.

Die Bestimmung des verwendeten Sauerstoffs und der gebildeten und ausgeatmeten Kohlensäure erfordert ganz besondere Apparate. Es sind jetzt solche gebaut worden, in denen nicht nur einzelne Menschen sich aufhalten können, sondern mehrere. Auch für Pferde, Rinder usw. sind derartige Einrichtungen konstruiert worden. Man stelle sich einen großen, absolut luftdichten Raum vor, dem durch eine Röhre Luft zu- und durch eine solche Luft abgeführt wird. Man kann die Luft durch den Raum pressen oder saugen. Die Menge der zugeführten Luft bestimmt man mittels eines Gasometers. Ebenso kann man die aus dem Stoffwechselraum austretende Luft durch einen solchen streichen lassen. Die Kenntnis der Menge der in einer bestimmten Zeit den Aufenthaltsraum der Versuchsperson durchstreichenden Luft genügt natürlich nicht. Wir müssen die Zusammensetzung der zu- und abgeleiteten Luft an Kohlensäure und womöglich an Sauerstoff kennen. Man kann nun nicht das gesamte Luftquantum analysieren. Es genügt, wenn von Zeit zu Zeit Proben entnommen werden. Zu diesem Zwecke besitzt das die Luft zu- und das diese ableitende Rohr einen Seitenzweig, aus dem nach Belieben eine bestimmte Menge der eben zu- und abfließenden Luft entnommen werden kann. Eingeschaltete Gasometer zeigen an, wieviel Luft zur Analyse entfernt worden ist. Um diese Menge müssen Ein- und Ausgabe verringert werden.

Man nennt diese Art der Stoffwechseluntersuchung Bestimmung des Gasstoffwechsels. Man kann nun

in einem solchen Apparate eine Person ruhen lassen und sehen, wieviel Sauerstoff sie verbraucht, und wieviel Kohlensäure sie abgibt. Man erhält so den sogenannten Ruhewert. Nun läßt man sie z. B. Arbeit leisten. Man studiert den Gasstoffwechsel beim Stehen, beim Gehen auf horizontaler Bahn, auf geneigter Bahn, man läßt sie springen usw. Die Person kann dabei ohne Nahrung sein, oder sie hat solche bestimmter Art und in bestimmter Menge aufgenommen. Stets bemerken wir einen bestimmten, je nach der Leistung verschiedenen Sauerstoffverbrauch und eine entsprechende Kohlensäureausscheidung. Jede Arbeitsleistung geht sofort mit einem Ansteigen des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäurebildung einher. Wir verstehen das sehr gut, denn zu jeder Arbeitsleistung ist Energie erforderlich. Diese kann durch Spaltungsprozesse aus den Bausteinen und Abbaustufen der organischen Nahrungsstoffe gebildet werden, jedoch nur in beschränktem Umfange. Um den ganzen Energieinhalt zur Verfügung zu haben, ist der Abbau zu Kohlensäure und Wasser nötig. Dieser vollzieht sich vermittels des Sauerstoffs. Stellen wir der ausgeschiedenen Kohlensäure den verbrauchten Sauerstoff gegenüber, so erhalten wir den Quotienten $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$. Man nennt ihn den respiratorischen Quotienten. Er kann eine verschiedene Größe darstellen. Ist er gleich eins, dann schließen wir auf Kohlehydratverbrauch. Ist er kleiner als 1 (0,7—0,8), dann können wir sicher

sein, daß vornehmlich Fette oder Eiweißstoffe oder beide resp. die Bausteine dieser Nahrungstoffe abgebaut und oxydiert worden sind. Wir kommen zu diesem Schlusse, weil die Kohlehydrate in ihrem Molekül viel Sauerstoff enthalten. Es bedarf deshalb nur noch einer beschränkten Menge dieses Nahrungstoffes, um aus ihnen die erwähnten Stoffwechselprodukte hervorgehen zu lassen. Die Fette und Eiweißstoffe sind dagegen sehr sauerstoffarm. Daher ist eine größere Sauerstoffmenge notwendig, um zu den genannten Stoffwechselprodukten, Kohlensäure und Wasser, zu gelangen. Kennen wir die Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs, dann können wir, wie oben angeführt, berechnen, ob Fette oder Eiweißstoffe oder beide zusammen den niedrigen respiratorischen Quotienten veranlaßt haben.

Es sei hervorgehoben, daß bei Muskelarbeit vornehmlich Kohlehydrate verbraucht werden. Es läßt sich das am Verhalten des respiratorischen Quotienten eindeutig beweisen. Auch durch Verfolgung der Stickstoffausscheidung während Arbeitsleistungen ließ sich beweisen, daß die Proteine und ihre Bausteine unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht zur Leistung von Muskelarbeit herangezogen werden — es stieg die Stickstoffausscheidung nicht an, wie es hätte der Fall sein müssen, wenn die zur Arbeitsleistung notwendige Energie stickstoffhaltigen Produkten entnommen worden wäre.

Wir können fernerhin den Wasserstoffwechsel

verfolgen, indem wir Einnahme und Ausgabe von Wasser vergleichen. Die Ausgaben sind nicht einheitlich. Wasser wird im Harn ausgeschieden, ferner durch die Haut (Transpiration von Wasser und Schweißbildung). Endlich wird die aufgenommene Luft stets mit Wasserdampf gesättigt, bevor sie in die Luftröhre und die Bronchien übertritt. Sie verläßt dann auch in diesem Zustand den Körper wieder. Auch der Kot führt Wasser mit sich. Wir nehmen diesen Nahrungsstoff in Form von Getränken auf. Ferner sind alle unsere Nahrungsmittel stark wasserhaltig (80—90 Proz. des Gewichtes). Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß wir selbst reich an Wasser sind! Ein Mensch von 70 kg Körpergewicht enthält etwa 50 Liter Wasser! Wasser bildet sich endlich, wie wiederholt erwähnt, beim Abbau der organischen Nahrungsstoffe.

Sehr wichtig ist endlich die Aufstellung einer Bilanz der Mineralstoffe. Wir können den Eisen-, Kalk-, Phosphor- usw.- Stoffwechsel verfolgen, wobei in den Einnahmen jedesmal das entsprechende Element dem in den Ausgaben enthaltenen gegenüber gestellt wird. Leider verfügen wir noch über zu wenig Untersuchungen dieser Art.

Wie bereits betont, können wir den gesamten Stoffwechsel auch vom Standpunkte der in der Nahrung enthaltenen Energie betrachten. Selbstverständlich müssen wir dann auch in den Ausgaben die Energiemenge feststellen. Wir gelangen so zu einer Energiebilanz. Die Verfolgung des Energiewechsels hat

uns in den Stand gesetzt, eine große Anzahl von Problemen schärfer und exakter zu erfassen, als es früher der Fall war. Es hat besonders Rubner in dieser Richtung große Verdienste. Freilich geht es nicht an, den ganzen Nahrungsbedarf auf die eine Grundlage des Energieinhaltes stellen zu wollen. Es würden dabei viele sehr wichtige und absolut unentbehrliche Nahrungsstoffe, wie Wasser, Salze, Sauerstoff zu kurz kommen, wenn wir bei der Zumessung der Nahrung ihre Zusammensetzung an einzelnen Stoffen vernachlässigen würden. Da wir jedoch unsere Nahrung mit ganz wenigen Ausnahmen nicht aus reinen Nahrungsstoffen zusammensetzen, sondern uns an Nahrungsmittel — also Gemische von solchen — halten, laufen wir nur in besonderen Fällen, auf die wir noch eingehen, Gefahr, unsere Ernährung durch Fortlassung lebenswichtiger Stoffe zu gefährden. Nehmen wir Fleisch auf, dann haben wir im wesentlichen Eiweiß als Material, das Energie liefern kann. Wir wissen, daß eine ganz bestimmte Menge von Energie notwendig ist, um den laufenden Funktionen zu genügen. Wir brauchen Energie zur Aufrechterhaltung unserer Körpertemperatur. Wir müssen sie entgegen einer für gewöhnlich niedrigeren Außentemperatur behaupten. Das ist, da beständig Wärme durch Leitung und Strahlung und unter Umständen auch durch Wasserverdunstung verloren geht, nur durch einen beständigen Zufluß an Wärme möglich. Sie entstammt organischen Nahrungsstoffen. Nicht unerwähnt sei auch noch, daß wir bei den Mahlzeiten

die aufgenommenen Speisen auf Körpertemperatur zu bringen haben. Die Erwärmung beginnt schon in der Mundhöhle. Ferner haben wir die eingeatmete Luft auf 37 Grad zu erwärmen.

Wenn unser Körper vollständig ruhen und gar keine Arbeit leisten würde, brauchten wir beständig Umsetzungen organischer Stoffe, um 37 Grad beizubehalten. Nun kommt jedoch beständig ohne unser Zutun eine erhebliche Arbeitsleistung hinzu. Unser Herz schlägt. Die Atmung braucht auch Muskelarbeit. Wenn wir stehen, so ist solche notwendig, um den Körper in den einzelnen, zueinander beweglichen Teilen abzusteuern. Kommt nun noch äußere Arbeit hinzu: Gehen, Holz hacken, Kurbel drehen usw. usw., so muß auch hierfür eine bestimmte Menge von Energie aufgebracht werden. Für jede Arbeitsleistung läßt sich die Menge der notwendigen Energie berechnen. Wenn wir nun, um auf das Fleisch zurückzukommen, genötigt wären, aus dem in ihm enthaltenen Eiweiß den gesamten Energiebedarf zu decken, dann müßten wir von ihm viel aufnehmen. Gleichzeitig würden wir uns mit ihm viele Salze und auch Wasser zuführen. Sauerstoff wird ohnehin bei jedem Atemzug aufgenommen. Gehen wir von Pflanzenkost aus, dann liegen die Verhältnisse nach dieser Richtung gleich, nur würden wir die organischen Nahrungsstoffe in einem anderen Mengenverhältnis aufnehmen. Während, wie schon betont, im Muskelfleisch Kohlehydrate und Fett zumeist stark zurücktreten, finden wir in der Pflanzennahrung viel Kohlehydrate,

dagegen wenig Eiweiß und Fett. Salze und Wasser nehmen wir auch mit dieser reichlich auf. Es wird nun verständlich, daß wir der Ernährung ein Maß zugrunde legen können, nämlich die Energie, das nicht ohne weiteres alle Nahrungsstoffe umfaßt.

Um eine Energiebilanz aufstellen zu können, müssen wir für die Energie eine Einheit haben. Sie ist im allgemeinen die Kilogramm-Kalorie, auch große Kalorie = C genannt. Es ist diejenige Wärmemenge, die notwendig ist, um einen Liter Wasser von 0 Grad auf 1 Grad zu erwärmen. Es sei gleich hier bemerkt, daß eine Leistung von rund 425 Kilogramm-Meter Arbeit notwendig ist, um diese Wärmemenge hervorzubringen. Man drückt das auch so aus, daß man sagt, eine Kalorie ist 425 kgm Arbeit gleichwertig (äquivalent).

Es interessiert uns nun, wieviel Energie vergleichsweise je 1 Gramm Kohlehydrate und Fette und Eiweißstoffe liefert. Ich erinnere daran, daß wir zum Ausdruck brachten, daß die Pflanze aus Kohlensäure und Wasser und eventuell Salpeter mittels Sonnenenergie in den Blattgrün führenden Zellen organische Substanz bereitet. Es wurde betont, daß die dazu notwendige Energie nicht verschwindet, sondern vielmehr nur verwandelt wird. Sie ist in Form chemischer Spannkraft in der gebildeten organischen Substanz enthalten und kommt wieder bei ihrem Abbau zu Kohlensäure und Wasser zum Vorschein, und zwar in der gleichen Menge, wie sie zur Bildung der Verbindungen aufgewendet worden ist.

Wir können in einem besonderen Apparate, Kalorimeter genannt, der die entwickelte Wärme zu messen gestattet, je 1 g Kohlehydrat, Fett und Eiweiß verbrennen. Wir erhalten aus 1 g Zucker rund 4 Kalorien, aus 1 g Eiweiß 5 und aus 1 g Fett 9 C. Da in unserem Organismus die Kohlehydrate und Fette zu den gleichen Endprodukten abgebaut werden, wie im Kalorimeter, so dürfen wir erwarten, daß diese Nahrungsstoffe in unseren Zellen auch die gleiche Energiemenge entwickeln, die wir eben angegeben haben. Das ist nun in der Tat der Fall. Beim Eiweiß liegen jedoch die Verhältnisse anders. Als Stoffwechselendprodukte seiner Bausteine erhalten wir Kohlensäure, Wasser und Harnstoff. Der letztere stellt eine organische Verbindung dar. Sie liefert bei der vollständigen Verbrennung noch Energie. Damit ist bereits festgestellt, daß uns nicht die gesamte im Eiweiß enthaltene Energie zugänglich ist. Beständig geht uns mit dem abgegebenen Harnstoff Energie verloren. Da nun im Kalorimeter bei der Verbrennung kein Harnstoff entsteht, vielmehr die Oxydation weiter führt, so ist der Kalorienwert für 1 g Eiweiß gleich rund 5 C nicht für unseren Organismus verwertbar. Wir müssen ihn um jene Energie verkleinern, die im gebildeten Harnstoff enthalten ist. Man unterscheidet daher beim Eiweiß einen physikalischen und einen physiologischen Brennwert. Der erstere ist der im Kalorimeter bestimmte Wert und der letztere der unseren Zellen zur Verfügung stehende. 1 g Eiweiß liefert in unserem Organismus nur rund 4 C. Somit haben wir uns die Zahlen 4

und 9 zu merken. Wir erkennen aus ihnen, daß das Fett als Energiespender den Kohlehydraten und Eiweißstoffen weit überlegen ist!

Kennen wir den Gehalt einer bestimmten Nahrung an Kohlehydrat, Fett und Eiweiß, dann können wir nunmehr ihren Energieinhalt ohne weiteres berechnen. Nehmen wir an, daß wir 80 g Eiweiß, 500 g Kohlehydrate und 50 g Fett uns zuführen. Wir haben als Energie-Einnahme: $80 \times 4 = 320$ C in Form von Eiweiß, $500 \times 4 = 2000$ C in Form von Kohlehydraten und $50 \times 9 = 450$ C in Form von Fett. Somit im Ganzen 2770 C.

Nun müssen wir nur noch zur Feststellung einer Energiebilanz besondere Einrichtungen haben, um die Energie-Ausgabe feststellen zu können. Gewöhnlich wird die gesamte Energie-Ausgabe in Form von Wärme gemessen. Wird Arbeit geleistet, dann wird diese nach den üblichen Methoden festgestellt und im Stoffwechselapparate in sinnreicher Weise in Wärme verwandelt. Zur Ausführung eines Versuches über den Energiewechsel sind kostspielige Apparate notwendig. Sie müssen so beschaffen sein, daß keine Energie der Beobachtung entgehen kann. Sie müssen sehr gut isoliert sein. Gewöhnlich sind diese Apparate so eingerichtet, daß sich der Gesamtstoffwechsel verfolgen läßt; d. h. es läßt sich zu gleicher Zeit der Energiewechsel verfolgen, der Gaswechsel und der Stickstoffwechsel. Ferner kann man natürlich zugleich auch den Wasser- und Salzstoffwechsel bestimmen. Derartige Versuche sind allein im-

stande, um bei lange genug fortgesetzter Beobachtung uns ein umfassenderes Bild der Stoffwechselprozesse zu geben.

Die Zahl der Fragestellungen über den Verlauf des Stoffwechsels unter verschiedenen Bedingungen ist gewaltig groß. Es interessiert uns der Einfluß der äußeren Bedingungen — der Temperatur, der Bestrahlung, der Luftfeuchtigkeit, des Klimas, der Luftdichtigkeit (Ebene und Hochgebirge), der Arbeit, der Art und Zusammensetzung der Nahrung usw. usw. Ferner kommen Momente in Frage, die durch den Organismus selbst bedingt sind. Es kann sich um ein wachsendes Individuum handeln, um ein erwachsenes, um ein sehr altes, um ein hungerndes, ein wohlgenährtes, um ein gesundes, ein krankes, um ein solches, dem bestimmte Organe fehlen usw. usw. Dann kommt das ganze Heer der Fragen über den Einfluß dieser oder jener Stoffe auf den Stoffwechsel. Es ist klar, daß wir hier nicht allen diesen Problemen nachgehen können. Wir müssen uns auf ganz wenige, praktisch besonders wichtige beschränken. Hat man jedoch die Grundlagen des gesamten Stoffwechsels einmal verstanden, dann ist es ein leichtes, auch in die nicht hier behandelten Stoffwechselfragen einzudringen.

Uns interessieren hier im wesentlichen die folgenden Probleme. Wir haben festgestellt, daß unsere Nahrung eine bestimmte Menge von Eiweiß enthalten muß. Wie groß ist nun diese Menge. Bei der Besprechung dieses Problems werden wir auf die praktisch wichtige Frage

der Ausnutzung der verschiedenen Nahrungsarten stoßen. Ferner interessiert es uns, wie groß unser Bedarf an Nahrungsstoffen überhaupt ist.

Die Frage des Eiweißbedarfes.

Ohne Eiweiß resp. die in ihm enthaltenen Bausteine können wir auf die Dauer nicht auskommen. Beständig werden Eiweißstoffe abgebaut. Stets wird Harnstoff gebildet. Wird kein Eiweiß in der Nahrung zugeführt, dann wird trotzdem solches verbraucht. Die Zellen arbeiten zunächst mit ihren Reserven. Sie gehen sehr sparsam damit um. Der gesamte Stoffwechsel wird im Hunger eingeschränkt. Durch mögliche Ruhe wird der Energieverbrauch herabgesetzt. Die Stickstoffausscheidung im Harn — in Form von Harnstoff — sinkt auf ein Minimum herab. Schließlich stirbt der Organismus. Wir sagen, er ist verhungert. Kurz vor dem Tode beobachten wir ein starkes Ansteigen des Stickstoffgehaltes des Harnes.

Man hat dem Eiweiß aus verschiedenen Gründen stets große Aufmerksamkeit entgegengebracht. Einmal verlieh ihm die Unentbehrlichkeit ein besonderes Gepräge. Ferner besitzen unsere Zellen relativ viel Eiweiß. Am Eiweiß erkannte man besonders leicht gewisse Veränderungen, die mit seinem Zustand zusammenhängen. Es ist ein Kolloid. Diese können mehr oder weniger leicht in andere Zustandsformen übergeführt werden. Erhitzt man eine Eiweißlösung, dann gerinnt sie. Wir

können auch durch Zufügung von Neutralsalzlösungen Eiweiß aus seinen Lösungen ausflocken. Wir beobachten ferner Gerinnungen von Eiweiß unter biologischen Bedingungen. Das Blut gerinnt und auch die Milch. Wir beobachten nach dem Tode Muskelstarre. Auch sie wird auf Gerinnungsprozesse zurückgeführt. Man bekam den Eindruck, als ob die Eiweißkörper als Zellbestandteil eine ganz besondere Stellung einnehmen. Man sprach direkt von lebendigem und totem Eiweiß. Damit wollte man zum Teil zum Ausdruck bringen, daß das Leben an das unveränderte Eiweiß geknüpft sei. Wird solches in der Zelle verändert, dann kann diese zugrunde gehen. Diese Auffassung von lebendigem und totem Eiweiß läßt sich nicht aufrecht erhalten. Die Zelle zeigt in ihrer Gesamtheit Lebensprozesse. Jeder Teil ist wichtig. Es konnte kein Eiweißkörper isoliert werden, der noch „Leben“ gezeigt hätte.

Wenn dem Eiweiß eine besondere Bedeutung zuerkannt werden muß, dann beruht dies auf der Unmöglichkeit der vollständigen Vertretung aller seiner Bausteine durch die anderen Nahrungsstoffe. Ferner wissen wir, daß die Aminosäuren besonders mannigfaltiger Umbildungen fähig sind, daß sie z. B. Beziehungen zu Zucker und damit indirekt zu den Fetten haben. Ferner haben wir allen Grund anzunehmen, daß mancher Sekretstoff der Zellen aus bestimmten Aminosäuren hervorgeht. Wir kennen z. B. einen von den Nebennieren hervorgebrachten Stoff, Suprarenin genannt, der enge Beziehungen zu aromatischen Aminosäuren besitzt. Es ist uns bekannt,

daß auch z. B. Anteile der Gallensäuren mit Aminosäuren zusammenhängen. Überall begegnen wir im Zellstoffwechsel Umwandlungsprodukten, die mit den Bausteinen der Eiweißstoffe, der Aminosäuren, zusammenhängen.

Wir haben festgestellt, daß wir in unserer Nahrung Eiweiß zu uns nehmen müssen. Es fragt sich, welche Mengen davon notwendig sind. Die Beantwortung dieser Frage ist nicht so einfach, wie vielfach angenommen wird. Gerade in den letzten Jahren ist ein lebhafter Meinungsaustrausch über die zur Ernährung notwendige Eiweißmenge hervorgerufen worden. Er knüpft an Zahlen an, die der Stoffwechselphysiologe Voit seiner Zeit aufgestellt hat. Er stellte eine Standardkost für Erwachsene auf. Sie enthält rund 120 g Eiweiß, 500 g Kohlehydrate und 50 g Fett = $480 + 2000 + 450$ Kalorien = 2930 C (rund 3000 C). Es ist nun lebhaft bestritten worden, daß wir diese große Eiweißmenge nötig haben. Es ist in einwandfreier Weise von einer Reihe von Forschern (Neumann, Chittenden, Hinhede) gezeigt worden, daß eine ganz bedeutend geringere Eiweißzufuhr genügen kann.

Wir wollen uns zunächst kurz mit der Feststellung der Stickstoffbilanz beschäftigen. Wir bestimmen gewöhnlich nicht den Eiweißgehalt der Nahrung, sondern wir stellen ihren Stickstoffgehalt fest und nehmen an, daß dieser von Eiweiß herrührt. Es ist dies in keinem Falle absolut richtig, wenn wir Nahrungsmittel verabreichen. Stets sind neben Eiweiß noch andere stickstoff-

haltige Verbindungen zugegen. Beim Fleisch ist deren Menge gering. Nehmen wir Pflanzenkost auf, dann müssen wir, wollen wir exakte Versuche ausführen, den Eiweißstickstoff mittels besonderer Methoden feststellen. Soll eine Stickstoffbilanz ermittelt werden, dann muß die Versuchsperson den Harn quantitativ auffangen und ebenso den Kot. In beiden bestimmen wir den Stickstoffgehalt.

Wir wollen annehmen, daß die Versuchsperson 10 g Stickstoff = N erhalten hat. Innerhalb 24 Stunden soll sie im Harn 8 g N ausgeschieden haben. Der Kot enthalte 1,5 g Stickstoff. Aus diesen Werten läßt sich nun die Stickstoffbilanz leicht berechnen. Wir sagen uns, daß die Versuchsperson zwar 10 g N mit der Nahrung in den Verdauungskanal eingeführt hat, jedoch den Körperzellen nur 8,5 g zur Verfügung stellen konnte, denn es sind 1,5 g N unbenutzt im Kot liegen geblieben. Somit ist die wahre Stickstoffaufnahme = 8,5 g. 8 g N sind im Harn enthalten. Es ist dies die Stickstoffabgabe. Die Stickstoffbilanz beträgt somit: $8,5 - 8 \text{ g} = + 0,5 \text{ g}$, d. h. es sind 0,5 g Stickstoff weniger ausgeschieden worden, als zugeführt worden sind. In welcher Form diese Stickstoffmenge im Organismus zurückgeblieben ist, sagt der Versuch nicht aus. Es braucht sich durchaus nicht um Eiweißansatz zu handeln. Wir würden somit eine positive Stickstoffbilanz vor uns haben. Sie erlangt erst dann Bedeutung, wenn sie über eine längere Zeitperiode beibehalten wird.

Wir wollen annehmen, es sei Stickstoffgleichge-

wicht eingetreten, d. h. die N-Einnahme und N-Ausgabe halte sich das Gleichgewicht. Dürfen wir nunmehr zum Ausdruck bringen, daß die betreffende Versuchsperson 10 g Stickstoff sich zuführen muß, resp. 8,5 g N für den Zellstoffwechsel notwendig hat? Können wir noch weiter gehen und sagen, daß jeder erwachsene Mensch diese Stickstoffmenge resp. die entsprechende Eiweißmenge: $6,25 \times 8,5 \text{ g} = \text{rund } 53 \text{ g}$ notwendig braucht? Wir können beide Fragen auf Grund reichlicher Erfahrung bestimmt verneinen. Würden nur die Zahlen für die aufgenommene Eiweiß- resp. Stickstoffmenge zur Verfügung gestellt, dann müßte das ganze Ergebnis als nicht verwertbar betrachtet werden. Wir müssen nämlich wissen, wie die gesamte Nahrung der Versuchsperson zusammengesetzt war. Wir wollen auch wissen, wie alt sie ist, welches Körpergewicht sie hat, in welchem Zustande sie sich befindet. Wir wollen auch erfahren, ob sie sich während des Versuches in Ruhe befand, oder ob sie Arbeit leistete. Wir müssen alle diese Einzelheiten kennen, um den gleichen Versuch unter möglichst den gleichen Bedingungen an anderen Individuen wiederholen zu können. Die einfache Wiederholung zeigt, daß nicht unerhebliche Unterschiede im Stoffwechsel der einzelnen Individuen vorkommen. Wir sehen das auch an jedem Tierversuch. Wäre das nicht der Fall, dann könnten wir ohne besondere Versuche sofort auf Grund der Erfahrung angeben, wieviel Eiweiß bei einer bestimmt zusammengesetzten Nahrung pro Kilogramm

Körpergewicht oder vielleicht besser pro Quadratmeter Körperoberfläche notwendig ist.

Wir wollen bei unserem Versuche bleiben und annehmen, daß die Versuchsperson 62,5 g Eiweiß, 500 g Kohlehydrate und 50 g Fett erhalten hat. Wir verabreichen nun 100 g Eiweiß und beobachten, daß zwar die Menge des Stickstoffes im Harn ansteigt, jedoch nicht in dem Maße, daß die Stickstoffbilanz negativ würde. Sie wird im Gegenteil positiv sein können. Wir wollen annehmen, daß wiederum annähernd Stickstoffgleichgewicht eingetreten sei. Wir würden, wenn wir dieses Ergebnis ganz unbefangen betrachten und nur über dieses verfügen, den Eindruck gewinnen, daß diese 100 g Eiweiß absolut notwendig sind. Wir sehen somit, daß der tierische Organismus sich mit verschiedenen Eiweißmengen ins Gleichgewicht stellen kann. Diese Feststellung führt uns zu weiteren Versuchen. Wir fragen uns, ob nicht schon die 62,5 g Eiweiß der Nahrung an Menge zu viel waren. Wir gehen auf 7 g Stickstoffgehalt der Nahrung herab und wollen annehmen, daß im Kot pro Tag 1 g N enthalten sei. Somit betrüge die wahre Einnahme 6 g N. Im Harn sollen 6 g Stickstoff enthalten sein. Wir erkennen, daß wiederum Stickstoffgleichgewicht eingetreten ist. Es sei gleich bemerkt, daß diese Einstellung zumeist nicht sofort erfolgt. Man muß die Versuche über Wochen ausdehnen, um zu Ergebnissen zu kommen, die wirkliche Bedeutung für die gestellten Fragen haben. Nun gehen wir auf 6 g Nahrungs-N her-

unter. Wir wollen die Annahme machen, daß mit dieser Menge ein Stickstoffgleichgewicht nicht erreicht wird. Stets wird mehr Stickstoff ausgeschieden, als der Einnahme entspricht. Das sei auch bei 6,5 g N der Fall. Kurz wir finden, daß bei der erwähnten Zusammensetzung der Nahrung 7 g N zugeführt werden müssen, um den Organismus vor Stickstoffverlust zu bewahren.

Haben wir nunmehr festgestellt, daß das betreffende Individuum soviel Eiweiß unter allen Umständen braucht? Haben wir gewissermaßen eine Eichung vorgenommen? Weitere Versuche müssen entscheiden. Wir ändern nunmehr die Nahrung im stickstofffreien Teil. Wir geben 100 g Kohlehydrate zu und finden, daß nunmehr 6 g Eiweiß-Stickstoff der Nahrung genügen. Unter diese 6 g kommen wir nicht, ohne daß die Stickstoffbilanz negativ wird. Nun führen wir noch 25 g Fett zu und siehe da, wir kommen noch tiefer herunter mit der Stickstoffzufuhr. Es genügen jetzt 5 g N zur Innehaltung des Stickstoffgleichgewichtes. Wir steigern die Kohlehydrat- und Fettzufuhr weiter. Es nützt dies nichts mehr. Die 5 g Nahrungsstickstoff bleiben notwendig. Wir sagen, wir haben das absolute Stickstoffminimum erreicht. Diese Menge Stickstoff resp. die dieser entsprechende Eiweißmenge braucht der betreffende Organismus auf alle Fälle. Lassen wir stickstofffreie Nahrungsstoffe in bestimmten Mengen fort, dann müssen wir die Zufuhr des Eiweißes mehr und mehr steigern. Wir finden, daß es neben dem absoluten Stickstoffminimum noch ein rela-

tives gibt. Das ist von der allergrößten Bedeutung. Der Bedarf an Eiweiß ist abhängig von der Aufnahme der Mengen an stickstofffreien Nahrungsstoffen.

Es ergibt sich aus dieser Darstellung, der absichtlich ein fingierter Versuch zugrunde gelegt worden ist, um einfache Verhältnisse zu haben, daß die alleinige Angabe der in einem bestimmten Falle notwendigen Eiweißmenge nicht viel besagt. Wir müssen alle Einzelheiten des Versuches kennen. Man kann die ganzen Verhältnisse durch den folgenden Versuch besonders klar machen. Wir wählen einen Hund. Dieser kann ganz von magerem Fleisch leben. Er nimmt dann praktisch von organischen Nahrungsstoffen nur Eiweiß auf. Wir müssen dem Tier viel Fleisch geben, um ihn ins Stickstoffgleichgewicht zu bringen. Alle Funktionen müssen mit diesem Nahrungsstoff bestritten werden, vor allem auch der Bedarf an Energie. Eine ganz bestimmte Fleischmenge ist notwendig. Sie darf nicht unterboten werden, denn sonst büßt der Hund Stickstoff ein. Jene Menge an Fleisch stellt das relative Eiweiß- resp. Stickstoffminimum dar. Nun geben wir Speck zu der Nahrung. Wir können sofort mit der Stickstoffzufuhr heruntergehen. Es ist ein neues Stickstoffminimum erreicht. Schließlich gelangen wir zu jener Menge von Eiweiß, die absolut nicht ersetzbar ist. Diese Menge wird durch das absolute Stickstoffminimum dargestellt.

Daß Eiweiß in gewissem Grade durch Kohlehydrate und Fett ersetzt werden kann, wie es durch die Ver-

schiebung des Stickstoffminimums innerhalb bestimmter Grenzen auf Zugabe von stickstofffreien Nahrungsstoffen zum Ausdruck kommt, ist verständlich, wenn man erfährt, daß für manche Funktionen alle organischen Nahrungsstoffe in gleicher Weise dienen können. Es gilt dies z. B. für die Bildung von Wärme. Wir brauchen, wie schon erwähnt, stets Energie, um unsere Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. Nehmen wir an, daß ein Mensch z. B. 2400 Kalorien braucht, um seinen Organismus auf 37 Grad zu erwärmen und die Herz- und Atemarbeit zu leisten. Geben wir nur Eiweiß, dann müssen wir in diesem die 2400 C zuführen! Wir müßten somit 600 g Eiweiß aufnehmen! Geben wir 100 g Fett, dann sind sofort $100 \times 9 = 900$ C durch dieses gedeckt. Es verbleiben noch 1500 C für Eiweiß übrig. Fügen wir der Nahrung noch 300 g Kohlehydrate hinzu, dann sind weitere 1200 C in der Nahrung vorhanden. Um 2400 C zur Verfügung zu haben, sind nunmehr nur noch 300 C in Form von Eiweiß zuzuführen, d. h. $300 : 4 = 75$ g Eiweiß. Wir können natürlich nicht durch diese Überlegungen berechnen, wieviel Eiweiß nun der betreffende Organismus nötig hat. Der Versuch müßte ergeben, ob eine Nahrung, die aus 100 g Fett, 300 g Kohlehydraten und 75 g Eiweiß besteht, ausreichend ist. Ferner müßte versucht werden, durch weitere Zugaben von stickstofffreien Nahrungsstoffen die notwendige Stickstoffmenge weiter herabzudrücken, d. h. der Versuch müßte die unbedingt notwendige, absolut unersetzbare Eiweißmenge klarstellen.

Eines geht ganz klar aus dem eben Mitgeteilten hervor: Es gibt nicht ein bestimmtes Eiweißminimum, das für jede Art der Ernährung gilt. Ferner ist die bei einer bestimmten Art der Zusammensetzung der Nahrung notwendige Eiweißmenge nicht bei jedem Individuum gleich. Bei ein und demselben Individuum kommt das Alter, der Ernährungszustand usw. in Frage.

Sollen wir nun unsere Ernährung so einrichten, daß wir mit einer möglichst geringen Eiweißmenge auskommen, d. h. sollen wir möglichst das absolute Eiweiß- resp. Stickstoffminimum durch Erhöhung der Menge der stickstofffreien Nahrungsstoffe einhalten? Wir möchten diese Frage ganz entschieden verneinen. Es ist richtig, daß man unter ganz bestimmten Bedingungen sogar mit 4 g Stickstoff im Tag (gleich rund 30 g Eiweiß) auskommen kann. Dagegen ist nicht bewiesen, daß diese Menge unter anderen Bedingungen auch genügt. Das Gegenteil ist vielmehr der Fall. Würden wir unsere Kost auf eine möglichst tiefe Eiweißgrenze einstellen, dann würden wir Gefahr laufen, sie vielfach zu unterbieten. Wir würden uns in der Lage einer Person befinden, die gerade so viel verdient, daß sie mit Mühe und Not ihre Ausgaben decken kann. Sie bleibt so lange schuldenfrei, als nicht größere Ansprüche zu befriedigen sind. Eine einmalige Überschreitung der Einnahmen bewirkt, daß das mühsam aufrecht erhaltene Gleichgewicht für immer in Unordnung gerät. Wir müßten

ferner in gewissem Sinne jede Person bei einer bestimmten Nahrung auf ein bestimmtes Eiweißminimum eichen. Jede Erkrankung kann sofort erhöhte Anforderungen an den Eiweißbedarf stellen und unsere Berechnung durchkreuzen. Wir dürfen den Stoffwechsel nicht zu schematisch betrachten! Wir müssen bei der Wahl der Nahrungsmengen dem Stoffwechsel eine gewisse Breite für Schwankungen zugestehen.

Eine Tatsache ist unzweifelhaft richtig: es ist nicht nötig, 120 g Eiweiß aufzunehmen. Diese Menge ist im allgemeinen entschieden zu hoch gegriffen. Wir kommen mit weniger Eiweiß aus. Die bisherige Erfahrung hat gezeigt, daß 80 und vielleicht sogar 60 g Eiweiß genügen dürften. Nur viele Jahre umfassende Versuche und Beobachtungen können die ganze Frage endgültig entscheiden. Eine dauernd zu geringe Eiweißzufuhr könnte unter Umständen nach Jahren sich als doch nicht gleichgültig für manche Funktionen erweisen. Die während des Krieges gemachten Erfahrungen sprechen dafür, daß man mit den besprochenen Eiweißmengen ohne bemerkbare Störungen auskommen kann.

Unter allen Umständen ist bei der Frage nach der notwendigen Eiweißzufuhr immer zu beachten, daß wir die wahre Stickstoffaufnahme in Rechnung ziehen müssen. Die Ausnützung der Nahrung ist bei verschiedenen Personen sehr verschieden. Bei ein und derselben Nahrung kann viel oder wenig Kot übrig bleiben! Es kann z. B. bei einer Aufnahme von 8 g Stickstoff, die eine Person

im Kote 1 g Stickstoff enthalten, die andere 3—4! Die eine nimmt dann in Wirklichkeit 7 g und die andere nur 5—4 g N auf!

Kurz gestreift sei die Frage nach der vielfach behaupteten Schädlichkeit der über den Bedarf hinausgehenden Eiweißzufuhr. Es sind alle möglichen Stoffwechselkrankheiten speziell mit dem Fleischgenuß in Verbindung gebracht worden. Es ist die Möglichkeit durchaus vorhanden, daß ein übermäßiger Fleischgenuß auf die Dauer zu Störungen führt. Exakte Beweise für eine solche Annahme liegen jedoch nicht vor. Vor allem ist nicht bewiesen, daß solche gerade auf das Eiweiß des Fleisches zurückzuführen sind. Es könnten auch andere Bestandteile des Fleisches maßgebend sein. Man darf nicht aus dem Umstand, daß die Pflanzenkost in manchen solchen Fällen gute Wirkungen zeigt, unmittelbar auf Schädigungen durch Fleisch schließen. Die Forschung muß hier viel tiefer schürfen! Nur eines wissen wir bestimmt. Erhöhte Eiweißzufuhr bedingt erhöhten Eiweißumsatz, und zugleich wird der ganze Stoffwechsel vermehrt. Die Möglichkeit ist zugegeben, daß diese Steigerung des Stoffwechsels eine unnötige Belastung des Organismus darstellt. Aus diesem Grunde ist eine Beschränkung der zu großen Eiweißzufuhr empfehlenswert. Niemals, das sei nochmals hervorgehoben, dürfen wir jedoch die Frage des Eiweißbedarfs ohne Berücksichtigung der in der Nahrung zur Verfügung stehenden stickstofffreien Nahrungsstoffe betrachten. Es geht

dies zur Genüge aus den Ausführungen über das relative und absolute Stickstoffminimum hervor.

Noch ein kurzes Wort über die Bedeutung der Aufsuchung des zu jeder Art der Zusammensetzung der Nahrung zugehörigen Eiweißminimums für die Forschung! Sie bietet die einzige Möglichkeit, um uns vor sehr schweren Täuschungen zu bewahren. Nehmen wir an, wir hätten z. B. einem Individuum 10 g N zugeführt, davon sollen 9 g zur Aufnahme gelangt sein. Wir lassen nun die Menge der stickstofffreien Nahrung unverändert und stellen uns die Frage, ob das Gemisch von Aminosäuren, das man aus Eiweiß erhalten kann, für dieses eintreten kann. Wir ersetzen z. B. 50 Proz. des Eiweißstickstoffes durch das Aminosäuregemisch. Wir finden daß die Stickstoffbilanz unverändert bleibt. Gibt uns das ein Recht zu sagen, daß jene Aminosäuren vollwertig für Eiweiß eingetreten sind? Es ist dies nicht der Fall, denn es wäre, da nicht geprüft worden ist, ob jene 10 resp. 9 g Eiweißstickstoff das Stickstoffminimum darstellen, wohl möglich, daß die nach Zufügung der Aminosäuren verbleibenden 5 g Eiweißstickstoff auch noch genügen! Eindeutig wird der Versuch, wenn wir zuerst zeigen, daß x g Eiweißstickstoff absolut notwendig sind und dann einen Teil des Stickstoffs in anderer Form zu geben versuchen. Am klarsten liegen die Verhältnisse, wenn man den gesamten Eiweißstickstoff fortlassen und durch andere Stickstoffverbindungen ersetzen kann. Solche Versuche sind z. B. mit vollständig bis zu Aminosäuren abgebauten Eiweißstoffen

durchgeführt worden. Es gelang ein vollwertiger Ersatz. Ferner konnte gezeigt werden, daß Leim kein vollwertiges Eiweiß ist. Es fehlen ihm bestimmte Bausteine. Fügt man diese hinzu, dann kann er Eiweiß voll ersetzen.

Die Ausnutzung der verschiedenen Nahrungsmittel im Darmkanal.

Wir haben bereits betont, daß nicht die Menge der dem Verdauungskanal zugeführten Nahrungsstoffe maßgebend ist, sondern die zur Aufnahme gelangenden Anteile. Sie allein stehen den Zellen zur Verfügung. Es ist dies etwas ganz Selbstverständliches, und doch wird diese grundlegende Tatsache fortwährend übersehen. Man hat Tabellen in großer Zahl verbreitet, in denen die Analysenergebnisse der Untersuchung zahlreicher Nahrungsmittel mitgeteilt sind. Vielfach beziehen sich die Zahlen auf das Trockengewicht der Nahrungsmittel, vielfach sind die Zahlen auch wenig exakt. Nun wird an Hand dieser Zahlen geurteilt, ob ein Nahrungsmittel besonders wertvoll ist oder nicht. Man übersieht dabei: 1. daß ein Nahrungsmittel, das nach seiner Zusammensetzung wertvoll erscheint, viel an Wert einbüßen kann, weil es vielleicht sehr schlecht ausgenützt wird. 2. Manches Nahrungsmittel besticht uns durch den hohen Gehalt an einem bestimmten Nahrungstoff. Wir vergessen zu überlegen, ob wir von ihm auch genügend aufnehmen

können! Es kann ein Nahrungsmittel z. B. 50 Proz. mehr Eisen enthalten als ein anderes. Vermögen wir jedoch von dem letzteren z. B. die dreifache Menge aufzunehmen, als vom ersteren, dann ist das letztere, wenn es nur auf die Eisenzufuhr ankäme, doch wertvoller!

Wir müssen somit unter allen Umständen Ausnutzungsversuche anstellen. Wir stellen dabei fest, wieviel Nahrungsstoffe im Kote liegen bleiben. Zu meist interessiert uns besonders der Gehalt an stickstoffhaltigen Materialien. Fleisch wird ganz ausgezeichnet ausgenützt. Es besteht in seinem organischen Teil fast ganz aus Eiweiß. Dieses wird im Magen und dann im Dünndarm leicht zerlegt. Dabei wird der ganze übrige Inhalt der Muskelzellen freigelegt und zur Aufnahme in die Darmwand vorbereitet. Nur Bindegewebe, elastische Fasern, Leimsubstanzen werden schwerer angegriffen. Der Magensaft ist für ihre Zerlegung ganz besonders bedeutungsvoll. Wir dürfen, wenn wir Fleisch verabreichen, ganz allgemein mit einer sehr guten Aufnahme rechnen. Wenn natürlich Darmerkrankungen vorhanden sind, dann liegen die Verhältnisse anders. Mit diarrhoischem Stuhl können z. B. viele wertvolle Nahrungsstoffe verloren gehen. Der Darm entleert sich, bevor die Verdauung und die Resorption zu Ende kamen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der Pflanzenkost. Sie ist vielfach schwerer ausnutzbar, und zwar wegen ihres Gehaltes an Zellulose. Wir haben schon festgestellt, daß dieses Polysaccharid sehr wider-

standsfähig ist. Es wird im Darmkanal von bestimmten Bakterienarten abgebaut. Diese ernähren sich mit den gebildeten Abbaustufen. Sie erzeugen aus ihnen auch mancherlei tiefere Abbauprodukte: Methan und andere Kohlenwasserstoffe. Die Gasbildung kann unter Umständen einen recht großen Umfang annehmen! Bei diesen Abbauprozessen der Zellulose durch Bakterien haben wir einen doppelten Vorteil. Einmal können wir manche der dabei sich bildenden Produkte durch Aufnahme in die Darmwand der Darmflora entziehen. Wesentlich ist vor allen Dingen, daß durch die Auflösung der Zellulose Zellinhalt erschlossen wird.

Vielfach ist das so wichtige Problem der Zelluloseausnutzung sehr einseitig betrachtet worden. Man sagte, daß es von keiner so großen Bedeutung sei, ob wir nun im Kote viel Zellulose abgeben oder nicht. Ob viel Kot oder wenig, mache nicht soviel aus. Wir könnten ja ohnehin nur einen gewissen Anteil der Zellulose verwerten. Man darf jedoch dabei zwei Punkte nicht übersehen: 1. Die Zellulose enthält in sich manchen wertvollen Stoff. Vor allem umschließt sie Zellen mit ihrem kostbaren Inhalt. Solange die Zellwand nicht eröffnet ist, können unsere Verdauungssäfte auch nicht an die Bestandteile des Zellinhaltes herankommen. Gelingt es nicht, sie zu durchbrechen, dann geht im Kote die Zellulose mit dem Zellinhalt ab, und wir haben neben ihr viele kostbare Stoffe eingebüßt! 2. Die Zellulose kann wertvolle Stoffe aufsaugen und sie so uns entführen. Gibt man einem Hunde Fleisch, dann

enthält sein Kot geringe Mengen von Stickstoff. Fügt man dem gleichen Futter Stroh oder Filtrierpapier zu, dann steigt der Gehalt des Kotes an Stickstoff.

Wir verstehen nunmehr manche verschiedenen Ansichten über den Wert gewisser pflanzlicher Nahrungsmittel. Der eine Forscher empfiehlt möglichst viel Kleie beim Korn zu lassen. Je gröber das Mehl um so besser! Andere Forscher sind Gegner dieser Ansicht. Sie wünschen möglichst feines Mehl, d. h. das Getreidekorn soll möglichst vieler seiner Hüllen beraubt werden, bevor es gemahlen wird. Sicher ist, daß das grobe Mehl manche Vorzüge hat. Das aus ihm gebackene Brot stellt an unsere Zähne ganz andere Anforderungen als das weiche Weißbrot. Der Versuch zeigt jedoch eindeutig, daß Schwarzbrot schlechter ausgenutzt wird als Weißbrot. Der folgende von Rubner mitgeteilte Versuch beweist das:

Art des Brotes	Kot feucht	Kot trocken	Stick- stoff in g	Fett	Kohle- hydrate	Asche
	in g	in g	in g	in %	in g	in g
Brot aus feinstem Mehl .	132,7	24,8	2,17	2,99	5,85	2,4
Brot aus mittelfeinem Mehl	252,8	40,8	3,24	3,55	13,10	3,9
Brot aus ganzem Korn .	317,8	75,8	3,80	6,47	37,23	8,3

Nun braucht die Ausnutzung entschieden nicht so schlecht zu sein. Man kann durch sehr gründliches Kauen bewirken, daß die Kotmenge stark herabgeht und sein Gehalt an den einzelnen Stoffen sich stark ver-

mindert. Durch das Kauen wird die Zellulose feiner verteilt. Die Einspeichelung wird auch eine gründlichere. Wir haben jedoch im allgemeinen ganz entschieden eine bessere Ausnutzung des Weißbrotes als des Vollkornbrotes. Die Praxis muß entscheiden, welcher Vorteil überwiegt: die bessere Ausnutzung des Weißbrotes oder der Wert des Vollkornbrotes für die Zahnentwicklung und ihre Gesundheitshaltung vereint mit der Zufuhr manches wertvollen Stoffes, sofern wir nur die Kauarbeit gründlich durchführen.

Nehmen wir Kartoffeln, Gemüsearten — Kohl, Rüben usw. — auf, dann stehen wir vor der Tatsache, daß ohne besondere Maßnahmen die Ausnutzung der Nahrung eine schlechtere ist, als wenn wir Fleisch aufnehmen. Es gilt dies ganz besonders vom Gemüse. Die tägliche Erfahrung zeigt, daß die Kotmenge bei Pflanzennahrung am größten ist. Der Kot enthält jetzt meistens sehr erhebliche Stickstoffmengen, 3—4 g sind gar nichts Ungewöhnliches! Muß das sein? Es ist das keineswegs der Fall. Wir entbehren der für diese Nahrungsmittel vorgesehenen Einrichtungen der pflanzenfressenden Tiere. Es fehlt uns ein Kropf oder ein Muskelmagen und gar die so ausgezeichnet der Pflanzennahrung angepaßte Einrichtung, die wir im Wiederkäuermagen vor uns haben. Um die Ausnutzung der Pflanzennahrung zu steigern, müssen wir infolgedessen besondere Maßnahmen ergreifen. Wir müssen sie gut kochen!

In dieser Hinsicht wird leider in weiten Kreisen viel zu wenig Aufmerksamkeit aufgewendet. Erbsen, Bohnen usw. müssen 6—8 Stunden weich gekocht werden. Vorteilhaft ist die Anwendung der Kochkiste. Vor dem Kochen soll die Pflanzennahrung, wenn immer möglich, möglichst zerkleinert werden. Gemüsepulver werden unvergleichlich viel besser ausgenutzt als die unzerteilte Nahrung. Oft muß zuerst gekocht und dann zerkleinert werden. Dann folge unter allen Umständen eingehendes Kauen. Der einfache Versuch zeigt, daß rasch hinuntergeschlungene Kartoffeln unvergleichlich viel schlechter ausgenutzt werden als gut zerkaute! Wir müssen mit vollem Bewußtsein aus unseren Kenntnissen heraus der Pflanzennahrung eine besonders sorgfältige Behandlung angedeihen lassen. Leider fehlt gerade da sehr oft die Kochkunst, wo sie am allernötigsten wäre. Der Vermögende kann sich eine gelernte Köchin halten, während der Arbeiter, den jede Verschleuderung von Nahrungsstoffen besonders empfindlich trifft, in dieser Hinsicht oft auf die überaus primitive Kochkunst seiner Haushaltung angewiesen ist! Nachdem erkannt ist, daß wir in der Lage sind, die Nahrungsmittel durch geeignete Maßnahmen besser auszunützen, muß alles geschehen, um diese zu ergreifen. Dazu gehört in erster Linie eine gute Ausbildung der weiblichen Jugend in der Kochkunst!

Die unter verschiedenen Bedingungen zur Vollführung der Leistungen des Organismus notwendigen Energiemengen.

Auf keine andere Weise können wir die zur Ernährung unter bestimmten Bedingungen notwendige Nahrungsmenge so klar und anschaulich zur Darstellung bringen, als wenn wir unseren Berechnungen den Energie-Inhalt der Nahrung zugrunde legen. Zunächst befremdet diese Art der Betrachtung des Stoffwechsels. Wir haben vernommen, daß die Nahrungsstoffe ganz verschiedene Funktionen zu erfüllen haben. Alle dienen als Bestandteil des Zellinhaltes der Schaffung eines bestimmten Gepräges der Zelle. Die Funktion der Zelle ist abhängig von ihrem Bau! Manche Stoffe nehmen direkt oder indirekt teil an der Hervorbringung von Fermenten, Sekretstoffen aller Art usw. Die organischen Nahrungsstoffe dienen im besonderen auch als Energiequelle. Wenn wir nun den Stoffwechsel energetisch betrachten, dann ziehen wir eigentlich nur die letztere Art von Nahrungsstoffen und die letztere Funktion in Betracht. Wir kümmern uns nicht darum, ob Wasser, Salze und Sauerstoff aufgenommen werden! Das erscheint uns als eine große Lücke. In der Tat muß hervorgehoben werden, daß die alleinige Betrachtung der Nahrung vom Standpunkte ihres Energie-Inhaltes zu ganz unrichtigen Schlüssen führen muß. Wir könnten z. B. bestimmen, wieviel Energie ein erwachsener Mensch im Schlafe braucht und könn-

ten dann die festgestellte Menge in Form von Fett oder von Kohlehydraten oder von beiden Arten von Nahrungsstoffen zu decken suchen. Wir würden natürlich nicht erreichen, daß das Individuum im Stoffwechselgleichgewicht bleibt. Es würde ja die absolut notwendige Eiweißmenge fehlen. Ferner würden wir keine Salze zuführen. Kurz, die Nahrung hätte zwar den erforderlichen Energie-Inhalt, jedoch nicht die zur Ernährung notwendige Zusammensetzung.

Glücklicherweise nehmen wir mit ganz wenig Ausnahmen keine reinen Nahrungsstoffe auf, sondern Gemische aller in den Nahrungsmitteln. Diese enthalten immer Wasser, Salze und alle organischen Nahrungsstoffe! Berücksichtigen wir die Zusammensetzung von Fleisch oder von Kartoffeln oder Gemüse an Eiweiß, Fett und Kohlehydraten, und berechnen wir dann auf Grund des Gehaltes an diesen organischen Nahrungsstoffen, wieviel von den genannten Nahrungsmitteln oder einem Gemisch davon erforderlich ist, um den Energiebedarf zu decken, so führen wir mit ganz vereinzelten Ausnahmen von den anorganischen Nahrungsstoffen genügende Mengen zu. Aus diesem Grunde ist es wohl berechtigt, vom Energie-Inhalt der organischen Nahrungsstoffe in den Nahrungsmitteln auszugehen. Unter diesem Gesichtspunkt muß man die Aufgabe auffassen, daß x g Kohlehydrate, y g Fette und z g Eiweiß zur Ernährung unter diesen oder jenen Bedingungen ausreichen. Das heißt nicht, daß ein Individuum mit reinen Kohlehydraten, Fetten und Eiweißstoffen

leben kann! Die Hervorhebung dieser Tatsachen ist sehr wichtig, weil in weiten Kreisen gerade von den erwähnten Gesichtspunkten aus die energetische Betrachtung des Stoffwechsels mißverstanden worden ist. Selbstverständlich darf man nicht nur die Frage stellen, wieviel Energiezufuhr ist unter diesen oder jenen Umständen notwendig, sondern es muß auch darauf gesehen werden, daß alle unbedingt notwendigen Nahrungsstoffe in genügender Menge zur Stelle sind.

Verschiedene Forscher — Rubner, Tigerstedt — haben auf Grund umfassender Versuche für den erwachsenen Menschen den folgenden Energiebedarf berechnet:

1. Minimaler Verbrauch: 1,00 Kalorie pro Kilogramm Körpergewicht in einer Stunde; somit für 70 kg — das mittlere „Normalgewicht“ des Erwachsenen — und 24 Stunden 1680 Kalorien.

2. Hunger und Ruhe: 1,263 C pro Kilogramm und Stunde; pro 70 kg und 24 Stunden rund 2100 C.

3. Gewöhnliche Kost und Ruhe: 1,429 C pro Kilogramm und Stunde; pro 70 kg und in 24 Stunden 2400 C.

4. Für eine äußere Arbeit von 42500 mkg steigt der Energieverbrauch um 500 Kalorien.

Zu dem zuletzt mitgeteilten Ergebnis müssen wir einige Erläuterungen geben. Es ist ganz besonders wichtig, daß wir imstande sind, für eine bestimmte Arbeitsleistung die dazu erforderliche Energiemenge rechnerisch festzustellen. Ferner können wir aus Er-

fahrung sagen, daß die Muskelarbeit im wesentlichen auf Kosten von Kohlehydraten geleistet wird. Es können jedoch nach den Feststellungen der meisten Forscher auch Fette und ihre Bausteine und ferner Aminosäuren als Quelle der Muskelkraft dienen. Haben wir die Aufgabe, jemanden der eine bestimmte Arbeit zu leisten hat, ausreichend zu ernähren, dann können wir mit Vorteil zu der schon vorhandenen aus Nahrungsmitteln bestehenden Nahrung Kohlehydrate und vor allem Fette oder beide Arten von Nahrungstoffen zulegen. Für seine anderen Funktionen hat der Organismus in den Nahrungsmitteln bereits alle notwendigen Nahrungsstoffe. Wir wollen nun nur noch in möglichst günstiger Form Energiespender zuführen. Würden wir diese Mehrzufuhr zur Leistung von Arbeit ausschließlich in Form von Nahrungsmitteln — Fleisch, Gemüse usw. — vornehmen, so würden wir dadurch viele Stoffe zuführen, die der Organismus in dieser Menge nicht braucht. Fett ist derjenige Nahrungsstoff, in dem die Energie in konzentriertester Form vorhanden ist, liefert doch 1 g Fett neun große Kalorien! Diese Überlegungen zeigen, daß jedes einzelne Problem des Stoffwechsels wohl überlegt sein will!

Wir wollen nun sehen, ob die für die Leistung von 42500 mkg Arbeit geforderten 500 großen Kalorien wirklich notwendig sind. 425 mkg Arbeit ist einer Kalorie äquivalent. Somit brauchen wir für 42500 mkg Arbeit nur 100 Kalorien! Nun wissen wir jedoch, daß keine von Menschenhand erbaute Maschine die ganze

ihr zur Verfügung gestellte Energie in Arbeit umsetzen kann. Der bei weitem größte Teil der Energie geht in Form von Wärme verloren. Die Erfahrung hat ergeben, daß die „Muskelmaschine“, obwohl sie offenbar imstande ist, die chemische Energie direkt zu verwerten und nicht auf dem Umweg über Wärme, nur etwa 20 Proz. der zur Verfügung stehenden Energie zur Arbeitsleistung verwenden kann. Somit müssen wir die der geleisteten Arbeit entsprechende Energiemenge stets mit etwa fünf — es existieren nicht unbeträchtliche individuelle Unterschiede im „Nutzeffekt“! — multiplizieren, um zu der Energiemenge zu kommen, deren wir bedürfen.

Einige Beispiele mögen die Berechnung zeigen. Es sei vorausgeschickt, daß ein erwachsener Mensch bei gewöhnlicher Kost und Ruhe etwa 2400 Kalorien braucht.¹⁾ Er benützt sie zur Aufrechterhaltung seiner Körpertemperatur. Ferner braucht er Energie für die Arbeit seines Herzens, der Atemmuskeln, der Darmmuskeln (Peristaltik), der Drüsen usw. Wird nun eine bestimmte Arbeit geleistet, so genügen die 2400 C nicht mehr. So gab ein Individuum, das 108800 kgm Arbeit leistete, in 24 Stunden 3726 C ab. Das Wärmeäqui-

¹⁾ Es sind dies alles Werte, die für ein erwachsenes Individuum von 70 kg Körpergewicht festgestellt worden sind. Man muß dabei immer in Rücksicht ziehen, daß nicht unerhebliche individuelle Unterschiede im Stoffwechsel bestehen. Die tägliche Erfahrung zeigt das schon.

valent der geleisteten Arbeit ist gleich $108800 : 425 =$ rund 256 C. Wir müßten somit $5 \times 256 = 1280$ C zuführen, um den durch die geleistete Arbeit gesetzten Ansprüchen zu genügen. Ziehen wir diese 1280 C von den abgegebenen 3726 C ab, dann kommen wir zu 2446 C, d. h. wir gelangen zu dem Werte, den wir als Grundlage für den nicht arbeitenden Menschen angenommen haben! Nehmen wir einen anderen Fall. Eine Versuchsperson hat eine Arbeit von 629850 mkg geleistet und 9314 C in 24 Stunden abgegeben. Wir wollen dieses Mal die Berechnung, wie folgt, vornehmen. Wir ziehen von den 9314 C den Ruhewert von 2400 C ab und fragen uns, ob der verbleibende Rest von 6914 C zur Leistung der 629850 mkg Arbeit ausreicht. Wir dividieren diese Zahl wieder durch 425, da ja 425 mkg Arbeit einer Kalorie entsprechen. Es ergeben sich 1482 C. Diese Menge haben wir zur Arbeitsleistung zur Verfügung, wenn wir die fünffache Menge davon zur Aufnahme bringen! Es ergeben sich 7410 C. Wir erkennen, daß rund 500 C weniger ausgegeben worden sind. Dazu ist zu bemerken, daß der Annahme, daß 20 Proz. der zur Verfügung stehenden Energie zur Leistung von Arbeit ausgenützt werden können, wie schon oben erwähnt, kein absoluter Wert zukommt. Es haben sich vielmehr große individuelle Unterschiede ergeben. Es spielt auch die Übung eine große Rolle. Immerhin geht aus den angeführten Beispielen deutlich hervor, daß wir mit wenigen Zahlen rasch annähernd ermitteln können, welche Energiemengen für die ver-

schiedenen Arbeitsleistungen **notwendig** sind. Wir verstehen, daß ein Mann, der pflügt, gräbt, schmiedet usw., kurz, der schwere körperliche Arbeit leistet, eine ganz andere Nahrungszufuhr braucht, als derjenige, der leichtere Arbeit verrichtet. Es kommt nicht in erster Linie auf die Dauer der Arbeitszeit an. Sie spielt natürlich auch eine Rolle. Würde z. B. jemand pro Stunde 10000 mkg Arbeit leisten und 8 Stunden arbeiten und ein anderer 6 Stunden je 12000 mkg Arbeit aufbringen, dann hätte natürlich die erstere Person mehr Energiezufuhr nötig als die zweite. Erwähnt sei noch, daß der „Kopfarbeiter“ auch Energie für seine Gedankenarbeit aufwenden muß. Leider verfügen wir nicht über die Möglichkeit einen Zustand der Gedankenlosigkeit mit einem solchen mit abgemessener Gedankenarbeit zu vergleichen. Aus diesem Grunde vermögen wir nicht anzugeben, wieviel Energie eine bestimmte geistige Tätigkeit erfordert. Jedenfalls steht der Bedarf weit hinter dem bei Muskelarbeit zurück. Man könnte versucht sein, die Ermüdung bei der Beurteilung der aufgewendeten Arbeitsleistung in die Waagschale zu werfen. Sie gibt jedoch, wie die tägliche Erfahrung zeigt, gar keinen Anhaltspunkt für die wirkliche Leistung. Wir ermüden heute nach kurzer Zeit, wenn wir eine ungewohnte Arbeit übernehmen, um morgen schon eine viel größere Arbeit ohne besondere Ermüdung zu bewältigen. Der eine wird bei geistiger Arbeit bald erschöpft, ein anderer kennt einen solchen Zustand überhaupt kaum.

Die folgenden Werte geben in abgerundeten Zahlen einen Überblick über die einer bestimmten Arbeitsleistung entsprechende Energiemenge:

Arbeitsgröße in mkg	Energieverbrauch in Kalorien
50 000	3000
100 000	3600
150 000	4200
200 000	4800

Es ist schon erwähnt worden, daß wir bereits dadurch einen Einblick in die Ernährungsverhältnisse einzelner Individuen erhalten können, wenn wir die Art und Menge der freigewählten Kost feststellen, und dann auf Grund der in ihr enthaltenen Mengen an einzelnen organischen Nahrungsstoffen den Energiegehalt berechnen. Wir multiplizieren die Eiweißmenge mit vier und mit der gleichen Zahl die Kohlehydratmenge, während wir die Fettmenge mit neun zu vermehren haben. Ein Beispiel mag das zeigen. Es nehme jemand in seiner Nahrung 500 g Kohlehydrate, 50 g Fett und 70 g Eiweiß auf. Es werden dann $500 \times 4 = 2000$, $50 \times 9 = 450$ und $70 \times 4 = 280$ Kalorien aufgenommen; also im Ganzen 2730 C.

Einige Angaben mögen einen Einblick in solche Untersuchungsergebnisse geben:

Stand und Beschäftigung	Aufgenommene Mengen an			
	Eiweiß	Fett	Kohlehydraten	Kalorien
Arbeiter bei mäßiger Arbeit	118	56	500	3091
Arbeiter bei starker Arbeit	137	173	352	3678

Stand und Beschäftigung	Aufgenommene Mengen ¹⁾ an			
	Eiweiß	Fett	Kohlehydraten	Kalorien
Bauernknecht	143	108	788	4848
Bergleute bei schwerer Arbeit	133	113	634	4240
Ladendiener	55	6	394	1898
Zwei Arbeiterfamilien in Frankfurt	68	49	419	2424
Grobschmied	176	71	667	4179
Weberfamilien im Königreich Sachsen	65	49	485	2710

Ein Blick auf die erwähnten Beispiele zeigt, daß der Ladendiener, die beiden Arbeiterfamilien in Frankfurt und die Weberfamilien im Königreich Sachsen nicht ausreichend ernährt waren. Man kann mittels dieser Methode rasch feststellen, ob eine genügende oder ungenügende Energiezufuhr vorliegt. Selbstverständlich muß man zur Beurteilung der Ernährung selbst außer dem gesamten Energie-Inhalt auch die Zusammensetzung der Nahrung in Betracht ziehen und diese so regeln, daß alle Bedürfnisse befriedigt werden. So ist z. B. die Möglichkeit durchaus gegeben, den ganzen Energiebedarf mittels Milch zu decken. Wir würden bei längerer Dauer der Ernährung mit Milch blutarm werden, weil ihr Eisengehalt ein sehr geringer

¹⁾ Die wahre Aufnahme ist natürlich, wie schon ausgeführt, kleiner. Es kommt auf die Ausnutzung an! Zum Vergleich genügen die hier angegebenen Werte.

ist. Die Milch ist nicht das ideale Nahrungsmittel, für das sie vielfach angesehen wird. Sie ist es für den Säugling solange, bis sein eigener Eisenvorrat und vor allem sein bei der Geburt großer Blutfarbstoffgehalt im Verhältnis zur Vermehrung des Körpergewichtes nicht zu stark verringert ist. Es wächst der rasch an Gewicht zunehmende Körper in gewissem Sinne über seinen Hämoglobingehalt hinaus. Es kann nicht genügend davon gebildet werden. Wird jedoch neben der Milch nach Abschluß der Säuglingsperiode Gemüse, Fleisch usw. aufgenommen, dann ist Material genug zur Hämoglobinbildung da.

Wenn uns die Aufgabe gestellt wird, zu berechnen, welchen Energie-Inhalt eine bestimmte Kost enthält, dann halten wir uns zumeist an die vorliegenden Angaben über den Eiweiß-, Kohlehydrat- und Fettgehalt der einzelnen Nahrungsmittel. Wir wollen z. B. die Frage entscheiden, wie viel Milch wir aufnehmen müßten, um daraus 2400 C zu erhalten. 1 Liter Kuhmilch enthält 40 g Eiweiß, 40 g Fett und 50 g Zucker. Somit führen wir mit dieser Menge Milch dem Organismus $160 + 360 + 200 = 720$ C zu. Somit müßten wir rund 3,3 Liter Milch aufnehmen, um den Bedarf an Energie bei Ruhe zu decken.

Gehen wir von Kartoffeln aus. Wir wollen annehmen, daß 1000 g Kartoffeln 20 g Eiweiß und 200 g Stärke enthalten. Das ergibt 20×4 und 200×4 Wärmeinheiten, somit $80 + 800 = 880$ C. Um 2400 C in Form von Kartoffeln zuzuführen, müssen wir somit

rund 2,75 kg aufnehmen! Dabei ist nicht berücksichtigt, daß ein Teil davon nicht ausgenützt wird!

Fragen wir uns, wieviel Wärmeeinheiten 100 g Hühnerei — ohne Schale — liefern. Diese Menge enthält 14 g Eiweiß, 11 g Fett und 0,7 g Kohlehydrat. $14 \times 4 + 11 \times 9 + 0,7 \times 4 = 157,8$ C. Ein Hühnerei ohne Schale (Durchschnittsgewicht 46 g, davon entfallen etwa 6 g auf die Schale) liefert im Durchschnitt 70 C.

Weitere Beispiele lassen sich leicht an Hand der vorhandenen Tabellen berechnen. Es sei in dieser Hinsicht besonders auf die übersichtlichen Tafeln bei K. Thomas, Nahrung und Ernährung, Verlag B. G. Teubner in Leipzig und Berlin und bei Ragnar Berg, Die Nahrungs- und Genußmittel, Verlag von Holze und Pahl, Dresden 1913, hingewiesen. Das umfassendste Material ist in dem großen Werk von J. König, Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, J. Springer, Berlin, enthalten.

Kurz hingewiesen sei auf den Versuch von Pirquet, als Maß für den Nährwert der verschiedenen Nahrungsmittel denjenigen der Milch zugrunde zu legen. Als Grundmaß wird eine Milch mit bestimmtem Nährwert angenommen. 1 g dieser Milch liefert 0,667 große = 667 kleine ausnutzbare Kalorien. Die metrische Einheit ist 1 g dieser Milch. Sie wird Nem (Nahrungseinheit Milch) genannt. 100 g jener Milch sind 1 Hektonem, 1000 g ein Kilonem. Ein Beispiel möge diese neue Art der Vergleichung des Nährwertes verschiedener Nah-

rungsstoffe und -mittel zeigen. 1 g Butter ergibt soviel Kalorien, wie 12 g Milch. Also enthält 1 g Butter 12 Nem. 1 g Mehl enthält 5 Nem, d. h. 1 g Mehl enthält fünfmal soviel Energie, wie 1 g Milch. Es ist hier nicht der Ort auf die Gründe einzugehen, die zu der Aufstellung des erwähnten Maßes geführt haben. Da die Möglichkeit besteht, daß dieses allgemeiner benutzt wird, so haben wir darauf hingewiesen.¹⁾

Schließlich wollen wir als Beispiel der Berechnung des Energiebedarfs für eine bestimmte Tätigkeit die Herzarbeit zur Grundlage nehmen. Das Herz wirft bei jeder Zusammenziehung seiner Kammern eine bestimmte Menge Blut in die großen Blutgefäße. Die rechte Kammer in die Lungenarterie und die linke in die Aorta (die große Schlagader). Um dieses Blut aus der Kammer zu entfernen, ist Arbeit notwendig und diese wiederum erfordert Energie. Die Verhältnisse liegen beim Herzen nicht ganz einfach, denn die Herzarbeit setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Einmal muß das Blut gegen den in den genannten Gefäßen vorhandenen Druck in diese hineingetrieben werden. Ferner wird dem Blute eine bestimmte Geschwindigkeit erteilt. Man kann das auch so ausdrücken, daß man sagt, die Herzarbeit setzt sich aus Hub- und Strömungsarbeit zusammen.

Um zunächst die Hubarbeit berechnen zu können, müssen wir das sogenannte Schlagvolumen kennen, d. h.

¹⁾ Vgl. von Pirquet; Zeitschrift für Kinderheilkunde, Bd. 14 und 15, 1916 und 1917.

die Menge des bei jeder Kontraktion der Kammern ausgeworfenen Blutes. Sie ist natürlich in verschiedenen Altern und auch individuell verschieden. Nehmen wir die Durchschnittsmenge für den Erwachsenen zu $70 \text{ g} = 0,07 \text{ kg}$ Blut an. Ferner müssen wir wissen, wie groß der Druck in den entsprechenden Gefäßen ist. Wir wollen zunächst die Arbeit der linken Herzkammer berechnen. Dafür kommt der Druck in der Aorta in Frage. Er beträgt etwa $150 \text{ mm Quecksilber} = 150 \times 13,6$ (spezifisches Gewicht des Quecksilbers) $= 2040 \text{ mm Wasser} = \text{rund } 2 \text{ m Wasser}$. Die Hubarbeit berechnet sich für jede Zusammenziehung des linken Ventrikels durch Multiplikation des Gewichtes des ausgeworfenen Blutes mit der Druckhöhe, also $0,07 \times 2 = 0,14 \text{ kgm}$ Arbeit. Die Strömungsarbeit wird nach der Formel $\frac{p v^2}{2 g}$ ($p = \text{Schlagvolumen}$, $v = \text{Geschwindigkeit}$ des Blutes $= 0,5 \text{ m}$ in der Sekunde in der Aorta, $g = 9,8$) festgestellt. Setzen wir die Werte an, dann ergibt sich: $\frac{0,07 \cdot 0,5^2}{2 \cdot 9,8} = 0,0009 \text{ kgm}$ Arbeit.

Somit ist die Arbeit der linken Kammer bei jeder Kontraktion (Systole) $= 0,14 + 0,0009 = 0,1409 \text{ kgm}$. Die rechte Herzkammer leistet weniger Arbeit als die linke. Zwar ist die Menge des ausgeworfenen Blutes gleich, jedoch ist der Druck in der Lungenarterie nur etwa $\frac{1}{3}$ desjenigen in der Aorta. Somit ist die Hubarbeit der rechten Kamme $= \frac{0,1409}{3} = 0,467 \text{ kgm}$.

Die Strömungsarbeit ist rechts ungefähr gleich wie links. Es berechnet sich somit die gesamte Arbeit der rechten Kammer zu $0,0467 + 0,0009 = 0,0476$ kgm. Die Gesamtarbeit beider Kammern ist somit $0,1409 + 0,0476 = 0,1885$ kgm.

Wir können nun leicht feststellen, wieviel Arbeit die beiden Kammern in einer Minute, einer Stunde, in 24 Stunden usw. leisten. Nehmen wir 70 Herzschläge in der Minute als Grundlage. Wir erhalten dann die Herzarbeit in 24 Stunden, wie folgt: $0,1885 \times 70 \times 60 \times 24 = 19000$ kgm Arbeit. 425 kgm Arbeit entsprechen einer Wärmeeinheit, somit entsprechen 19000 Arbeit 45 C. Nun haben wir schon erfahren, daß unser Organismus nur etwa 20 Proz. der zur Verfügung gestellten Energie in Arbeit umsetzen kann. Wir müssen somit mit 5×45 C rechnen = 225 C. Wir haben angenommen, daß der nicht arbeitende Organismus einen Verbrauch von rund 2400 C hat. Somit würde die Herzarbeit etwas weniger als den zehnten Teil davon in Anspruch nehmen.

Das Herz paßt sich in ausgezeichneter Weise erhöhten Anforderungen an. Wir bemerken, wenn wir äußere Arbeit leisten, daß das Herz schneller schlägt. Selbstverständlich nimmt damit die Arbeitsleistung zu. Man darf jedoch nicht einfach die soeben berechnete Herzarbeit mit der Zahl der Pulsschläge in einer Minute multiplizieren, um die Herzarbeit in dieser Zeit zu berechnen. Es kommt darauf an, ob das Schlagvolumen sich gleich geblieben ist und auch die Druckverhältnisse unverändert sind. Das gegebene Beispiel soll nur

zeigen, wie man die von einem bestimmten Organ geleistete Arbeit berechnen kann, sobald man die dazu notwendigen Faktoren kennt. Dabei ist zu bemerken, daß die Annahme, unsere Muskeln könnten von der zur Verfügung gestellten Energie nur etwa 20 Proz. in Arbeit umsetzen, noch umstritten und individuell verschieden ist. Vielleicht ist der wirkliche Nutzwert höher.

Ganz kurz streifen wollen wir die Frage der Wärmeregulation unseres Körpers. Es muß sich ganz von selbst die Frage aufdrängen, wieso es kommt, daß wir unsere Körpertemperatur mit ganz geringfügigen Schwankungen aufrecht erhalten können, obwohl doch recht verschiedene Ansprüche an unseren Wärmehaushalt gestellt werden. Es kann draußen innerhalb recht weiter Grenzen warm oder kalt sein, wir behalten unsere 37 Grad bei. Noch mehr zu denken gibt der folgende Umstand. Wir leisten eine große Arbeit. Wir wissen, daß dabei gleichzeitig viel Wärme erzeugt wird und doch bleibt unsere Körpertemperatur erhalten. Es ist klar, daß unserem Körper Mittel und Wege gegeben sein müssen, Wärmebildung und Wärmeabgabe zu regulieren. Das ist nun in der Tat der Fall. Der Körper kann z. B., wenn die Außentemperatur niedrig ist, die Wärmeabgabe einschränken. Wir sehen, wie die Haut blaß wird. Es rührt dies davon her, daß die Blutgefäße der Haut sich zusammenziehen. Sie werden enger. Es wird infolgedessen das diese durcheilende Blut der Außenwelt in kleinerer Oberfläche dargeboten.

Die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung wird dadurch verringert. Keine Schweißdrüse sezerniert! Hilft diese Maßnahme allein nicht, dann greift der Organismus zur vermehrten Wärmebildung. Die einzige Möglichkeit mehr Wärme zu erzeugen, ist die Muskelarbeit. Wir bewegen uns. Wir sehen, wie der Hund zittert, wenn er kalt hat. Dadurch erzeugt er Wärme.

Wir haben noch besondere Einrichtungen, um die Wärmeabgabe zu vermindern. Einmal ist das Fettpolster ein schlechter Wärmeleiter. Der Verlust dieses Schutzes ließ diesen Winter viele Leute die Kälte mehr empfinden, als es bei der Erhaltung der „Friedenspanzerung“ der Fall gewesen wäre! Ferner schützen wir uns durch Kleider. Diese wirken hauptsächlich durch Schaffung einer möglichst unbewegten Luftschicht. Die Vögel sträuben das Gefieder, um einen Luftmantel um ihren Körper zu legen. Ferner wird die der Außenwelt ausgesetzte Körperoberfläche durch Zusammenrollen, Niederlegen usw. verkleinert.

Handelt es sich um die Gefahr, daß die Körpertemperatur ansteigt, sei es durch erhöhte Außentemperatur, sei es durch Arbeitsleistung, dann tritt erhöhte Wärmeabgabe oder verminderte Wärmebildung oder beides in Funktion. Wir bemerken, daß die Haut sich rötet. Die Blutgefäße der Haut erweitern sich. Es wird das Blut gewissermaßen auf eine große Oberfläche ausgebreitet. Wir schütten zu heiße Getränke aus einem engen Gefäß auf einen Teller! Dann fangen die Schweiß-

drüsen bald an zu sezernieren. Sie geben salzhaltiges Wasser ab. Es tritt Verdunstung ein. Dabei wird Wärme gebunden. Diese Maßnahme ist die bei weitem wirksamste, um in kurzer Zeit große Wärmemengen zu binden. Nur dann, wenn der Schweiß verdunsten kann, tritt Abkühlung ein! Jedermann weiß aus Erfahrung, welche unangenehme Empfindungen auftreten, wenn bei warmem Wetter die Luft an Wasserdampf reich ist. Wir schwitzen und fühlen doch keine Erleichterung. Es ist die Verdunstung des Schweißes erschwert. Schränken wir sie dadurch stark ein, daß wir z. B. durch eng anschließende, nicht poröse Kleider verhindern, daß die durch sie eingeschlossene Luft, die natürlich sehr bald mit Wasserdampf vollständig gesättigt ist, entweichen kann, dann kommt es zur Wärmestauung. Die Folgen hiervon — Hitzschlag — sind bekannt genug. Der Organismus kann auch durch Einschränkung der Wärmebildung — Herabsetzung der Muskelarbeit — einem Ansteigen der Körpertemperatur entgegenarbeiten. Bei großer Hitze vermeiden wir möglichst jede Tätigkeit.

Die Frage der Ersetzbarkeit eines Nahrungsstoffes durch einen anderen.

Wir haben bereits festgestellt, daß aus Kohlehydraten Fett entstehen kann. Dazu sind tiefgehende chemische Prozesse notwendig. Der sauerstoffreiche Traubenzucker muß durch mehrere Umwandlungs-

produkte hindurch in die sauerstoffarmen Fette übergehen. Auch die Bildung des anderen Bausteines der Fette, des Glyzerins, vollzieht sich sicherlich nicht direkt. Ferner haben wir erfahren, daß einzelne Aminosäuren in Zucker umgebildet werden können. Auch hierzu sind tiefgehende Prozesse notwendig. Diese Befunde zeigen, daß in der Tat ein Nahrungstoff den anderen ersetzen kann. Wir haben ferner gesehen, daß das sogenannte relative Stickstoffminimum in seiner Größe von dem Gehalt der Nahrung an stickstofffreien Nahrungstoffen abhängt, d. h. mit anderen Worten, es ist schließlich bis auf die absolut notwendige Eiweißmenge jeder darüber hinausgehende Anteil durch Fette oder Kohlehydrate oder beide ersetzbar.

Nachdem wir den Energiewechsel kennen gelernt haben, ergibt sich ganz von selbst die Frage, in welchem Mengenverhältnis sich die einzelnen Nahrungstoffe vertreten können. Ist z. B. ein Gramm Fett einem Gramm Kohlehydrat gleichwertig? Eingehende Untersuchungen, die wir Rubner verdanken, haben ergeben, daß die Vertretung nach dem Energie-Inhalt erfolgt. Sind z. B. 50 g Kohlehydrat durch Fett zu ersetzen, dann stellen wir folgende Überlegung an: 50 g Kohlehydrat ergeben $50 \times 4 = 200$ C. Somit müssen wir soviel Fett geben, daß aus seiner Menge ebenfalls 200 C hervorgehen. 1 g Fett liefert 9 C, somit sind rund 22 g Fett ($200 : 9$) notwendig. Ist Eiweiß zu vertreten — wir wollen annehmen, daß nicht die absolut notwendige Menge

schon erreicht sei —, dann brauchen wir dazu die gleiche Gewichtsmenge Kohlehydrat und die um mehr als die Hälfte geringere an Fett.

Diese Feststellungen sind von allergrößter Bedeutung. Es bleibt nur noch die Frage, ob das aus Kohlehydraten gebildete Fett in jede beliebige Fettart im Organismus übergehen kann. Ob aus ihm auch Bausteine zur Bildung von Phosphatiden hervorgehen können. Kurz, ob das „Kohlehydrat-Fett“ alle Funktionen der verschiedenen Nahrungsfette übernehmen kann. Es wäre denkbar, daß das aus Kohlehydraten sich bildende Fett als Material zur Energielieferung jeder anderen Fettart ebenbürtig ist, jedoch könnte es sein, daß es als Baumaterial nicht genügt. Jede Zellart hat ohne Zweifel Fettarten oder doch -gemische eigener Art. Diese Frage muß aufgeworfen werden. Sie ist zur Zeit nicht beantwortet. Ferner ist es fraglich, ob der Organismus die Umwandlung der Kohlehydrate in Fette jederzeit in gleichem Maße vollziehen kann. Wir haben vernommen, daß z. B. der Kohlehydratstoffwechsel von einer bestimmten, noch nicht ganz klar gestellten Tätigkeit der Bauchspeicheldrüse abhängig ist. Ebenso gut könnte es sein, daß die Umwandlung von Kohlehydraten in Fett an die Funktion eines besonderen Organs gebunden ist. Es könnte bei seiner Störung die genannte Umwandlung eingeschränkt oder aufgehoben sein. Ohne Zweifel spielen individuelle Momente bei der Fettbildung aus Kohlehydraten eine große Rolle. Es sei in dieser Beziehung

auch auf die großen Unterschiede im Verhalten verschiedener Tierarten bei der sogenannten Fettmast hingewiesen.

Man hat auch zum Ausdruck gebracht, daß es für manche Zellfunktionen ganz gleichgültig sei, ob sie die Bausteine der Kohlehydrate, Fette oder Eiweißstoffe verwenden. Wir besitzen auch dafür keine eindeutigen Erfahrungen. Es bleiben noch viele Fragen offen. Erst sehr langfristige Erfahrungen können eine Entscheidung herbeiführen.

Bedarf es einer besonderen Zufuhr von Mineralstoffen (Salzen) und anderen Nahrungsstoffen?

Es sind vielfach Bestrebungen im Gange, zu veranlassen, daß unsere Nahrung nach dieser oder jener Richtung ergänzt wird. Bald tritt jemand mit der Behauptung hervor, daß unserer Nahrung Salze fehlen, bald wird empfohlen Kohlehydrate, Fette oder Eiweißstoffe unserer Nahrung zuzufügen. Mit gewaltiger Reklame werden unter anderem jetzt Lezithinpräparate empfohlen. Sie sollen speziell das „darbende“ Nervengewebe wieder auffrischen. Es kann nicht genug vor derartigen Anpreisungen gewarnt werden. Gewiß kann der Arzt auf Grund seiner Feststellungen zu dieser oder jener Zulage eines bestimmten reinen Nahrungsstoffes greifen, wenn jedoch der Laie anfängt der Natur zuwider sich mit solchen zu versehen, dann wird er vielfach nicht nur unnütz viel Geld ausgeben, sondern sich entschieden auch schaden. Um das zu verstehen, brauchen wir nur

daran zu erinnern, daß wir beständig Bedarf an mehreren Nahrungsstoffen haben. Nehmen wir Nahrungsmittel auf, dann stellen wir unseren Geweben immer ein Gemisch von Salzen, von Eiweiß, Fetten, Kohlehydraten usw. zur Verfügung. Wenn wir dagegen irgendeinen Nahrungsstoff in reiner Form aufnehmen, so kann es leicht vorkommen, daß andere zu kurz kommen. Bunge hat seinerzeit auf die Möglichkeit der Schädigung durch die Aufnahme von Zucker hingewiesen. Nehmen wir an, daß z. B. ein wachsender Organismus — ein Kind — größere Mengen von Zucker aufnimmt. Er wird gesättigt sein, und infolgedessen nicht das Bedürfnis haben, in demselben Maße Nahrungsmittel aufzunehmen, wie es sonst geschehen würde. In der Tat können auf diese Weise sich Störungen einstellen. Das gleiche wäre der Fall, wenn wir unsere Nahrung durch reine Eiweißstoffe usw. ergänzen würden, ohne dabei Rücksicht auf die Menge der übrigen Nahrungsstoffe zu nehmen.

Ob wir uns nun Pflanzennahrung oder Fleischnahrung zuführen, oder, was das Natürliche ist, ein Gemisch beider Arten von Nahrungsmitteln, wobei die Pflanzennahrung mit Vorteil im Übergewicht ist, so nehmen wir in jedem Falle jede Art von Nahrungsstoffen auf, die wir nötig haben. Eine besondere Zufuhr des einen oder anderen Stoffes ist bei normaler Art der Ernährung mit einer einzigen Ausnahme nicht notwendig. Diese Ausnahme bildet das Kochsalz. Dieses wird vielfach als Genußmittel betrachtet. Wir möchten bezweifeln, daß es nur diese Aufgabe erfüllt.

Es ist das Kochsalz vielmehr ein Nahrungsstoff, auf den wir um so weniger verzichten können, je mehr unsere Nahrung dem Pflanzenreich entstammt. Der Physiologe Bunge hat darauf aufmerksam gemacht, daß kein Fleischfresser ein Kochsalzbedürfnis besitzt. Wir treffen es in ausgesprochenem Maße bei vielen Pflanzenfressern. Es sei an die Gier des Rindes, der Ziege, der Rehe usw. auf Kochsalz erinnert. Nicht alle Pflanzenfresser zeigen jedoch dieses Verhalten. Bunge wies darauf hin, daß diejenigen Völkerschaften, die von der Jagd leben, keinen Kochsalzhunger zeigen. Dagegen treffen wir auf ihn, sobald die Pflanzennahrung bei der Ernährung eine größere Rolle spielt.

Bunge dachte darüber nach, wieso es kommt, daß die Pflanzenkost einen so bedeutsamen Einfluß auf das Kochsalzbedürfnis haben kann. Er machte darauf aufmerksam, daß in dieser sehr viel Kalisalze vorhanden sind, während die Natriumsalze stark zurücktreten. Im Fleisch ist der Unterschied zwischen dem Kalium- und Natriumgehalt viel geringer. Nun wissen wir, daß alle Salze und die aus ihnen in Lösung entstehenden Ionen ganz bestimmte Wirkungen entfalten. Ferner ist uns bekannt, daß z. B. Kalium-Jon auf den Herzmuskel ungünstig einwirkt. Man nennt infolgedessen das Kalium auch ein Herzgift. Natrium hat keine solche Wirkung. Es ist wohl möglich, daß der Kochsalzhunger in gewissem Sinne ein Ventil darstellt. Die Aufnahme von Kochsalz drängt vielleicht die Wirkung des Kalium-Jons zurück.

Interessant ist die Feststellung, daß im Inneren von Afrika an Stellen, wo es auf weite Strecken keine Möglichkeit einer Kochsalzgewinnung gibt und auch der Handel noch nicht zur Einführung dieses kostbaren Salzes geführt hat, manche Volksstämme sich so geholfen haben, daß sie bestimmte Pflanzen veraschen und dann die Asche verwenden. Interessanterweise hat sich herausgestellt, daß diese Völker die wenigen Pflanzen — Chenopodiaceen, Salsolaceen — herausgefunden haben, in denen der Natriumgehalt denjenigen an Kali übertrifft! Es gibt allerdings auch weniger findige Völkerschaften. So lebt im Angoniland in Zentralafrika ein Volk, das Schafmist verbrennt und den Rückstand als Speisesalz verwendet. Dieses enthält vielmehr Kalium als Natrium!

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß wir mit dem Schweiß nicht unbeträchtliche Mengen von Kochsalz verlieren. Conhneim hat deshalb empfohlen, nach größeren Schweißverlusten z. B. nach anstrengenden Märschen Kochsalz aufzunehmen, bevor Nahrung zugeführt wird. Es hat dies den Zweck, eine ausreichende Magensaft- und dabei Salzsäurebildung sicherzustellen. Man beobachtet häufig, daß nach großen Anstrengungen entgegen der eigenen Erwartung und bei großem Appetit nach wenigen Bissen die weitere Zufuhr von Nahrung widersteht. Es ist dies offenbar auf eine mangelhafte Magensaftbildung zurückzuführen.

Vielfach sind Kalksalze und ferner Phosphorsäure als besondere Zulagen zu unserer Nahrung empfohlen

worden. Es bleibt der Beweis zu erbringen, daß wir bei normaler Art der Ernährung an diesen Stoffen Mangel haben. Allerdings dürfen wir keine Stoffe verschleudern und das geschieht nun leider sehr häufig. Es hat sich gezeigt, daß das Kochwasser von Fleisch und Gemüse — auch das Abbrühwasser — ganz beträchtliche Mengen von Nahrungsstoffen und besonders von Mineralstoffen enthält. Werden diese Wässer verworfen, dann entgehen uns wichtige Nahrungsstoffe! Das sollte man besonders jetzt stets bedenken.

Besteht die Möglichkeit der Entstehung von Störungen durch die einseitige Aufnahme bestimmter Nahrungsmittel?

Wir haben schon betont, daß mit Ausnahme von Kochsalz kein Nahrungsstoff unserer gewöhnlichen Nahrung zugesetzt zu werden braucht. Nun ist schon seit langer Zeit bekannt, daß es Krankheiten gibt, die ganz ohne Zweifel in Zusammenhang mit der Art der Ernährung stehen. Wir beobachten, daß Leute, die durch lange Zeit hindurch bei ihrer Ernährung auf ungeeignet zubereitete Konserven angewiesen sind, an Skorbut erkranken. Die Leute zeigen gelockerte Zähne, Blutungen in die Schleimhäute usw. Nehmen diese Personen frisches Gemüse auf oder

auch nur Fruchtsäfte als Zulage, dann gehen die einzelnen Symptome bald zurück. Übrigens sind jetzt die Konserven so gut, daß auch mit ihnen bei richtiger Auswahl sich Skorbut sicher vermeiden läßt. Früher gingen viele Forschungsreisende und Segelschiffahrer, die infolge Ungunst der Witterung monatelang auf beschränkte Schiffskost angewiesen waren, an Skorbut zugrunde. In Italien und in manchen Gegenden von Österreich treffen wir auf eine Krankheit — Pellagra genannt —, die zweifelsohne mit der Aufnahme von Mais zusammenhängt. Auf den Philippinen, in Japan, China usw. stoßen wir noch auf eine andere Krankheit, die mit einem bestimmten Nahrungsmittel im Zusammenhang steht, die sogenannte Beri-Beri. Sie tritt nur bei Leuten auf, die auf geschälten Reis als Nahrung angewiesen sind.

Nun kann man interessanter Weise wohl bei allen Tieren, besonders rasch bei Vögeln, mit geschältem Reis als **einzigem** Futter schwere Erscheinungen hervorrufen. Die Tiere zeigen Lähmungen, Krämpfe usw. Sie bleiben aus, wenn man dem geschälten Reis die weggènommene Kleie wieder zufügt. Ja, man kann aus der Kleie Stoffe isolieren, die auch genügen, um die Tiere vor der Erkrankung zu schützen. Vorhandene Anfälle gehen zurück, wenn man Kleie oder Hefe oder aber ein Extrakt aus solchen resp. die aus diesen isolierten Stoffe verabreicht. Die Forscher Eijkmann und Schaumann haben auf diesem Gebiete als Pioniere gewirkt. Es ist denn auch gelungen,

die Beri-Beri beim Menschen durch Zugabe von anderer Nahrung zu geschältem Reis wirksam zu bekämpfen.

Die erwähnten Feststellungen führten nun zu weitgehenden Verallgemeinerungen. Man sagte sich, die Beri-Beri kommt zustande, weil der geschälte Reis keine vollwertige Nahrung darstellt. Es sollen ihm noch ganz unbekannte Stoffe fehlen. Die Möglichkeit einer solchen Erklärung liegt auf der Hand. Man hat ja durch Wegnahme von bestimmten Aminosäuren zeigen können, daß ein sonst vollwertiges Aminosäuregemisch ganz entwertet wird. Es könnte wohl sein, daß mit der Fortnahme der Hüllen dem Reiskorn lebenswichtige Stoffe entzogen werden. Übrigens erreicht man dasselbe, wenn man Getreidekörner ganz von Schalen befreit! Auch mit ihnen kann man, wenn sie als einzige Nahrung gegeben werden, bei Vögeln schwere Erscheinungen bewirken.

Die erwähnten Ergebnisse führten in weiten Kreisen zu Beunruhigung. Besonders die jetzt vorhandene, vorwiegende Pflanzkost geriet vielfach in den Verdacht, Skorbut, Beri-Beri usw. bewirken zu können. Es liegt jedoch nicht die mindeste Gefahr vor. Im Gegenteil! Wir nehmen mit der Pflanzennahrung sicher in relativ großen Mengen jene noch unbekanntesten Stoffe auf! Würden wir freilich nur geschälten Reis oder nur Mais genießen, dann würden wir erkranken. Da wir jedoch neben diesen, übrigens jetzt sehr selten gewordenen Nahrungsmitteln, in reichlichem Maße Kartoffeln, Gemüse usw. verzehren, so ist eine ausreichende Zufuhr jener Stoffe gewährleistet.

Nur eines ist zu beachten. Jene Stoffe sind gegen Alkali sehr empfindlich. Aus diesem Grunde ist der Zusatz von Soda zum Kochwasser von Gemüse zu verwerfen. Es ist dieser empfohlen worden, um Erbsen, Bohnen usw. rascher weich kochen zu können.

Der Stoffwechsel des wachsenden Organismus.

Wir haben bisher im wesentlichen bei der Frage nach der Menge der zur Aufrechterhaltung des Stoffwechsels notwendigen Nahrungsstoffe an den erwachsenen Organismus gedacht. Wenn wir Stoffwechsellgleichgewicht erreicht haben, d. h. wenn die Einnahmen die Ausgaben decken, dann sind wir zufrieden. Ganz anders liegen die Verhältnisse beim wachsenden Organismus. Hier verlangen wir eine positive Stoffwechselbilanz. Wachstum bedeutet Vermehrung über die vorhandenen Zellen hinaus. Der Organismus nimmt an Gewicht zu. Es wird ständig neue Zellsubstanz gebildet. Jedes Gewebe vermehrt seinen Bestand. Da nun auch bei uns kein Stoff aus nichts hervorgehen kann, so muß jeder Anwuchs in der Nahrung gedeckt sein.

Man darf aus dem eben Gesagten nicht schließen, daß der erwachsene Organismus, wie es häufig dargestellt wird, einen ein für allemal fertigen Zellstaat darstellt—eine Riesenfabrik mit vielen Laboratorien, in denen die aufgenommenen Nahrungsstoffe in mannigfaltiger Weise umgewandelt werden. Ein solches Bild ist ge-

eignet, Vorstellungen zu erwecken, die außerordentlich weit von den Tatsachen abliegen. Auch im erwachsenen Organismus findet beständig Neubildung von Zellen statt. Wir erkennen das z. B. an der Bildung der Galle. Sie enthält mehrere Produkte, die von den Leberzellen aus Blutbestandteilen gebildet werden. Darunter findet sich der Gallenfarbstoff. Er stammt vom Blutfarbstoff ab. Damit dieser zur Verfügung steht, müssen rote Blutkörperchen zugrunde gehen. Da wir wissen, wieviel Blutfarbstoff ein rotes Blutkörperchen enthält und uns ferner bekannt ist, wieviel Gallenfarbstoff aus dieser Menge hervorgehen kann, so läßt sich aus dem Gehalt der Galle an diesem Farbstoff berechnen, wie viele rote Blutkörperchen in einer bestimmten Zeit vernichtet werden. Da nun ihre Zahl innerhalb enger Grenzen gleich bleibt, so geht daraus hervor, daß eine Neubildung von solchen beständig neben der Zerstörung einhergeht.

Eine massenhafte Neubildung von Zellen bemerken wir bei jeder Infektion. Wir sehen, daß ungezählte Leukozyten — weiße Blutkörperchen — zu jener Stelle hinein, an der Mikroorganismen eingedrungen sind. In kürzester Zeit ist ein ganzer Wall geschaffen, um ihr weiteres Vordringen zu verhindern. Jeder Nagel, unsere Haare, jede vernarbende Wunde usw. zeigt uns, daß auch beim erwachsenen Organismus die Neubildung von Zellen nicht aufgehört hat. Selbst unsere Knochen befinden sich nie ganz in Ruhe. Das mikrosko-

pische Bild verrät uns, daß ein ständiger Umbau stattfindet. An einer Stelle werden Knochenzellen aufgelöst, an einer anderen neu gebildet. Erfährt ein Knochen eine andersartige Belastung — z. B. nach Verlust eines Beines das Knochengerüst des verbleibenden —, dann paßt sich das Knochengewebe der neuen Aufgabe in vollkommenster Weise durch Umbau an. Leben ist ganz unvereinbar mit Ruhe! Wir begegnen in jedem Organ einem ununterbrochenen Wechsel. Am klarsten erkennen wir das auch an jenen Zellarten, die ein Sekret abgeben. Wir sehen unter dem Mikroskop, wie in diesen sich vom eigentlichen Protoplasma eine Substanz zu sondern beginnt. Dieses selbst wird von dieser mehr und mehr an die Zellwand verdrängt. Kommt es zur Sekretion, dann wird dieses im gewissen Sinne „zellfremde“ Produkt abgegeben. Die Zelle selbst bleibt erhalten. Das verbliebene Protoplasma ergänzt seinen Bestand und beginnt die Sekretbildung von neuem. Gewiß arbeiten die Zellen, die nicht ein Sekret, sondern ein Inkret abgeben, d. h. die bestimmte Stoffe dem Blute übergeben, im Prinzip ganz gleich.

Ein Wachstum über das Individuum hinaus bedeutet schließlich die Bildung der Spermatozoën und der Eizellen. Die ersteren werden beständig aus bestimmten Zellen neu gebildet. Wir sehen somit, daß die Zellbildung an und für sich nicht ohne weiteres eigentliches Wachstum bedeutet. Der erwachsene Organismus hält seinen Zellbestand als solchen fest. Er vermehrt in sich die Anzahl der Zellen

nicht mehr oder doch nur unwesentlich und in bestimmten Fällen (Neubildung von weißen Blutkörperchen beim Eindringen von Mikroorganismen usw.). Der wachsende Organismus dagegen vermehrt die Zahl der Zellen **beständig**. Daneben baut auch er die schon vorhandenen geradeso, wie der erwachsene um.

Eine Ausnahme macht beim erwachsenen Organismus nur die Schwangerschaft. Wir bemerken, wie das befruchtete Ei wächst. Es entsteht ein Fötus und daraus das Kind. Es wächst im Mutterleib ein neuer Organismus heran. Er bezieht seine Nahrungsstoffe und damit sein Baumaterial ausschließlich von der Mutter. Die **einzelnen Stoffe werden** ihm durch das Blut des mütterlichen Organismus zugeführt und von demjenigen des Fötus übernommen. Nicht nur das Ei wächst und entwickelt sich zu mannigfaltigen Geweben, sondern es wachsen auch der Mutter verbleibende Teile. Der Uterus — die Unterkunftsstätte des werdenden Organismus — vermehrt seinen Bestand. Das an und für sich kleine Organ wird schließlich sehr groß, um nach der Geburt durch Einschmelzung des Bestandes seiner Zellen, wieder die ursprüngliche Größe anzunehmen. Gleichzeitig beobachten wir, daß ein weiteres Organ weitgehende Veränderungen aufweist. Die Milchdrüse beginnt eine neue Aufgabe zu übernehmen. Sie hat bisher geruht. Wir bemerken, daß sie sich mehr und mehr vergrößert. Gegen Ende der Schwangerschaft haben bestimmte Zellarten die Bildung von Milch übernommen. Sie enthält be-

stimmte Eiweißkörper — Kaseinogen, Albumine, Globuline — Fette und ein bestimmtes Kohlehydrat — Milchzucker —, ferner bestimmte Salze in ganz bestimmtem Mengenverhältnis. Interessanterweise hat jede Tierart eine besonders zusammengesetzte Milch! Das erklärt die Unersetzbarkeit der Muttermilch. Jeder noch so gut erscheinende Ersatz — z. B. Kuhmilch usw. — ist immer nur ein Surrogat und nie ein ganz vollwertiger Ersatz!

Betrachten wir nun kurz die Ernährung des werdenden Organismus. Solange er im Mutterleibe ist, erhalten seine Zellen durch Vermittlung seiner Blutbahn ganz bestimmte Stoffe — ohne Zweifel die gleichen Bausteine, mit denen auch der erwachsene Organismus die Bedürfnisse seiner Zellen befriedigt. Traubenzucker, Fettsäuren, Glycerin, Aminosäuren, Salze, Wasser, Sauerstoff dienen zur Bildung neuer Zellsubstanz und nach der Bildung der einzelnen Organe bald auch schon zur Hervorbringung von Inkreten und Sekreten. Es vollziehen sich auch lebhaft Oxydationsprozesse. Es wird Energie frei.

Nun kommt die Geburt. Das Lebewesen wird mit einem Schlage unter ganz veränderte Bedingungen gebracht. Es kommt der erste Atemzug. Zum ersten Male entfalten sich die Lungen. Es wird Sauerstoff durch sie aufgenommen und Kohlensäure abgegeben. Der ganze Kreislauf stellt sich in vieler Beziehung um. Als Nahrung wird dem Verdauungskanal Milch zugeführt. Zum erstenmal müssen nun die

Verdauungsfermente eingreifen und abbauen. Im Magen wird die flüssige Nahrung — eben die Milch — durch das Labferment in zwei Teile geteilt, nämlich einen festen, — das mit Fett vermischte Kasein — und einen flüssigen Anteil, das sogenannte Milchserum, das die übrigen Eiweißstoffe, die Salze, den Milchzucker, die Zitronensäure usw. in wäßriger Lösung enthält. Dieses nachträgliche Festwerden eines Teiles der Milch ist außerordentlich wichtig. Es ermöglicht allein eine ausgiebige Wirkung des Magensaftes. Die Milch würde, wenn sie flüssig bliebe, rasch in ihrer Gesamtheit in den Darm übertreten!

Nun erhält der Säugling normaler Weise längere Zeit eine in seiner Zusammensetzung seinem Organismus angepaßte Nahrung. Mit geringfügigen Änderungen wird den Einrichtungen des Verdauungskanal Tag für Tag die gleiche Aufgabe gestellt. Es gilt immer die gleichen zusammengesetzten Milchbestandteile zu zerlegen. Wir brauchen uns um nichts zu kümmern, solange Muttermilch zur Verfügung steht. Fehlt es an solcher, dann beginnen auch schon die Sorgen. Wir können andere Milcharten nehmen und sie durch Verdünnung und Zutaten der Muttermilch ähnlich zu machen versuchen, immer bleibt das ein Notbehelf. Wir wissen, daß die Säuglingssterblichkeit immer noch viel zu groß ist, d. h. bei richtiger Art der Ernährung ließe sich manches Kind am Leben erhalten. Das Stillen ist unbedingte Pflicht jeder Mutter — es sei denn, der Arzt verbiete es, und er tut dies nur in

sehr dringenden Fällen. Jedermann weiß, was es heißt, wenn ein Säugling Störungen seiner Verdauung zeigt! Wenn man überlegt, was für Anforderungen wir an den Verdauungskanal des Säuglings stellen, wenn wir ihm alle möglichen Stoffe, auf die er noch gar nicht eingestellt ist, zuführen, weil nach einem Ersatz für die fehlende Muttermilch gesucht wird, dann versteht man, weshalb Schädigungen oft unausbleiblich sind. Es ist unbegreiflich, daß die weibliche Jugend zu allem anderen erzogen und ausgebildet wird, als zu ihrer ureigensten Bestimmung! Es gilt hier energisch Wandel zu schaffen! Die Erhaltung und Mehrung unserer Volkskraft fordert gebieterisch Ausbildung der weiblichen Jugend in der Kochkunst und der Säuglingspflege! Welch ausgezeichnete Mütter gehen aus einfachen Verhältnissen hervor, und welch trostlosen Anblick bietet manche Mutter, die ausgezeichnete Literaturkenntnisse besitzt, imstande ist ein Klavier so zu meistern, daß ein gewisser Wohlklang zustande kommt, und die vielleicht sogar etwas malen kann, wenn sie nun ihr eigenes Kind aufziehen soll. Die Mutter kann niemals durch fremde Hilfe ersetzt werden! Sie darf wenigstens die Leitung nie aus der Hand geben, wenn sie selbst nicht alle Arbeit übernehmen will und kann.

Die Stillungszeit dauert beim Menschen etwa 9 Monate. Nach neueren Beobachtungen kann man sehr gut schon im 7. Monat als Beikost andere Nahrungsmittel — Gemüse, Kartoffelbrei usw. geben.

Hierbei muß man immer im Auge behalten, daß die Milch kein ganz vollwertiges Nahrungsmittel ist. Sie enthält sehr wenig Eisen, und zwar so wenig, daß bei zu langer Fortsetzung ausschließlicher Milchnahrung Störungen unausbleiblich sind. Gilt es im Laboratorium blutarme Tiere zu erzeugen, dann nimmt man Säuglinge, die eben die Stillungszeit hinter sich haben und füttert sie mit Milch weiter. Schon nach kurzer Zeit zeigen sich die Folgen. Das Blut verarmt an Hämoglobin! Die gleichen Erscheinungen sieht man beim Säugling, wenn die ausschließliche Ernährung mit Milch zu lange fortgesetzt wird.

Man muß sich darüber klar sein, daß die Verabreichung von Gemüse usw. an die Einrichtungen des Verdauungskanales ganz neue Aufgaben stellt. Auf einmal kommen ganz neuartige Stoffe in den Magen-Darmkanal. Es entstehen zwar schließlich die gleichen Bausteine aus den zusammengesetzten, organischen Bestandteilen der Nahrung wie aus der Milch, es sind jedoch die Zwischenstufen andere. Auch treten die einzelnen Produkte in einem ganz anderen Mengenverhältnis auf. Es muß sich der Organismus in gewissem Sinne auf die neuartige Nahrung einstellen. Das geschieht am besten, indem wir zunächst für längere Zeit der Milch den Hauptanteil an der Nahrung lassen und nur wenig Beikost geben. Allmählich wird ihre Menge dann gesteigert, bis schließlich die Milch mehr und mehr an Menge zurück-

tritt. Diese übernimmt dann für mehrere Jahre die Rolle einer sehr wertvollen Beinahung zur übrigen gemischten Kost.

Dem wachsenden Individuum zeigt sich der hohe Bedarf an Nahrungsstoffen meistens sehr energisch durch das Hungergefühl an. Das gesunde Kind verlangt stürmisch zu essen! Nicht nur das Wachstum erfordert viele Stoffe, sondern es ist auch der Verbrauch zur Bildung von Energie ein recht erheblicher. Der Tätigkeitsdrang ist groß! Das gesunde Kind kann nicht still sitzen! Es springt und strengt seine Muskeln an! Auch muß es seinen Wärmehaushalt im Gleichgewicht halten!

Man versteht, daß in der Jetztzeit der Ernährung des wachsenden Organismus besonders große Sorgfalt zugewandt worden ist. Die erwachsenen Individuen ertragen Entbehrungen leichter als die wachsenden. Der Erwachsene muß seinen Erhaltungsumsatz bestreiten und dazu noch jene Energie aufbringen, die der zu leistenden äußeren Arbeit entspricht. Der wachsende Organismus muß dazu noch Baumaterial zum Ausbau seiner, an Substanz zunehmenden verschiedenartigen Gewebe zur Verfügung haben. Fehlen bestimmte Nahrungsstoffe, dann steht das Wachstum nicht ohne weiteres still. Entzieht man z. B. wachsenden Tieren möglichst viel Kalk, dann wachsen sie doch weiter. Die Knochen bleiben jedoch weich. Das Knochengrundgewebe wird weiter gebildet, es kann jedoch nicht durch die Kalkeinlagerung fest werden. Fügt man der Nahrung dann Kalk zu, so tritt bald

Verkalkung des genannten Gewebes ein. Erwähnt sei noch, daß dieser durch Kalkentzug eingetretene Zustand nichts mit der englischen Krankheit, der Rachitis, zu tun hat. Bei dieser liegen viel kompliziertere Verhältnisse vor.

Schließlich sei noch der folgenden Erfahrungen gedacht. Man hat jungen Ratten und Mäusen ein Nahrungsgemisch gegeben, in dem alle bekannten Nahrungstoffe in reiner Form zugegen waren. Die Tiere blieben im Wachstum stehen! Gab man ein paar Tropfen Milch oder etwas Butter zur Nahrung, dann entwickelten sich die Tiere gut. Man nimmt an, daß in der Milch Stoffe zugegen sind, die in irgendeiner Weise das Wachstum anregen. Es sei daran erinnert, daß das Wachstum der einzelnen Organe und besonders augenfällig das der Knochen von der Funktion bestimmter Drüsen — Schilddrüse, Epithelkörperchen, Thymus, Hypophyse, Geschlechtsdrüsen — abhängig ist. Möglicherweise enthält die Milch bestimmte Stoffe, die auf solche Organe von Einfluß sind und ihnen vielleicht als Baumaterial jener Stoffe dienen, die ausgesendet auf die Entwicklung bestimmter Organzellen von Einfluß sind.

Endlich sei hervorgehoben, daß selbstverständlich auch der schwangere Organismus einen erhöhten Bedarf hat! Es entsteht im mütterlichen Organismus ein neues Wesen! Die Stoffwechselbilanz muß auch hier eine positive sein, soll nicht der mütterliche Organismus auf Kosten des Kindes an Substanzen verarmen!

Ist die jetzige Art unserer Ernährung ausreichend?

Es ist uns nicht mehr möglich, wie in Friedenszeiten, jedes beliebige Nahrungsmittel in freigewählter Menge zu uns zu nehmen. Wir sind auf bestimmte Nahrungsmittel angewiesen. Auch ihre Menge ist begrenzt. Es ist leicht verständlich, daß in weiten Kreisen die Frage aufgetaucht ist, ob die jetzige Kost alle notwendigen Nahrungsstoffe enthält. Eine zweite Frage ist dann die, ob ihre Menge ausreichend ist.

Was die erste Fragestellung anbetrifft, so können wir auf Grund der Ergebnisse der Forschung und der gemachten praktischen Erfahrungen bestimmt zum Ausdruck bringen, daß unsere jetzige Nahrung alle jene Stoffe enthält, die wir zu unserer Ernährung brauchen. In ihrer Zusammensetzung ist unsere Kost gut. Es ist von Interesse, daß mancherlei Erkrankungen während der Kriegszeit abgenommen haben. Es gilt dies z. B. für die Eklampsie. Sie trat leider früher nicht zu selten bei Frauen vor der Geburt auf. Die Symptome haben viel Ähnlichkeit mit einer schweren Vergiftung. Man hat den Eindruck, daß der Stoffwechsel nach irgendeiner Seite sehr schwer gestört ist. Es ist möglich, daß infolge davon Stoffe gebildet werden, die die schweren Symptome — Krämpfe, Bewußtlosigkeit usw. — hervorrufen. Die Eklampsie ist jetzt sehr selten geworden. Schon vor dem Kriege wußte der Arzt, daß er durch die Einführung einer Nahrung, in der die Pflanzenkost vorwiegt, mancherlei Stoffwechselstörungen günstig beeinflussen kann.

Wir müssen freilich alles tun, um möglichst aller Stoffe habhaft zu werden, die in den uns zur Verfügung stehenden Nahrungsmitteln enthalten sind. Es sei nochmals eindringlich darauf hingewiesen, daß uns wichtige Einrichtungen fehlen, um manche Nahrungsmittel der Pflanzenwelt voll auszunützen. Wir müssen daher der Zubereitung der Pflanzennahrung ganz besondere Sorgfalt widmen. Wir müssen sie möglichst fein zerkleinern, sehr gut kochen und gut kauen. Wir müssen möglichst wenig Abfälle schaffen. Ferner müssen wir die Abbrüh- und Kochwässer zur Ernährung verwerten. Unterlassen wir diese Maßnahmen, dann kann es freilich vorkommen, daß eine durchaus vollwertige Nahrung durch Verlust wichtiger Stoffe minderwertig wird!

Der Erwachsene kann auf manches Nahrungsmittel verzichten, das für den wachsenden Organismus von größter Bedeutung ist. Er soll den Kindern in erster Linie die Milch überlassen. Erst dann, wenn ein Überschuß an solcher bleibt, darf der Erwachsene zu **dieser** greifen. Es ist mit Recht gefordert worden, auch die Butter in erster Linie den Kindern zu überlassen. Es hat dies einen besonderen Grund. Das Milchfett — die Butter — verhält sich anders als andere Fettarten. Die gewöhnlichen Nahrungsfette lassen sich, wie schon erwähnt, in alkalischer Lösung leicht durch Schütteln fein zerstäuben. Säuert man die gebildete Emulsion an, so verschwindet sie rasch. Im Gegensatz hierzu ist das Milchfett auch in

saurer Lösung emulgierbar. Nun ist diese außergewöhnlich feine Zerteilung des Fettes für seine Verdauung von höchster Bedeutung. Sie kann bei Verabreichung von **Milchfett** schon im Magen energisch einsetzen. Die gewöhnlichen Fettarten werden **in diesem** wenig verdaut. Eine etwas ausgiebigere Spaltung tritt erst dann ein, wenn aus dem Darmkanal Inhalt in den Magen zurückfließt. Es kommt mit diesem alkalischer Darm- und Pankreassaft mit Galle in den Magen und damit auch das fettspaltende Ferment dieser Säfte.

Gibt man einem Kinde Butter, dann erhält es eine Fettart, die ihm schon vertraut ist. Es kann diese gut verdauen. Führen wir irgendeine andere Fettart zu, dann haben wir nicht im voraus die sichere Gewähr einer guten Ausnutzung. Nicht unerwähnt wollen wir hierbei lassen, daß manche Forscher der Meinung sind, daß wir der Fette überhaupt entraten können. Es wird darauf hingewiesen, daß wir Kohlehydrate in Fett umwandeln können. Man hat in neuerer Zeit auch versucht, bei der Kinderernährung die Fettzufuhr stark einzuschränken. Die gemachten Erfahrungen weisen darauf hin, daß wir den bestehenden Mangel an Fett nicht zu hoch einschätzen dürfen. Dabei darf allerdings etwas nicht außer acht gelassen werden. Jede Ernährungsfrage hat auch eine, man könnte sagen, technische Seite. Es kommt nicht nur darauf an, ob unter bestimmten Bedingungen eine bestimmte Art der Ernährung genügt, sondern es ist zu berücksichtigen, ob sie allgemein durchführbar ist. Es kommen verschiedene Momente

in Betracht. Einmal spielt die Gewohnheit eine große Rolle. Wir haben vor dem Kriege ohne Zweifel unserem Körper zuviel Nahrung zugeführt. Es braucht nur an die Körperfülle einer recht großen Zahl von Individuen hingewiesen zu werden! Es wurden kostbare Nahrungsstoffe verschleudert. Unseren Zellen wurde viel ganz unnötige Arbeit aufgebürdet. Alle möglichen Reizstoffe wurden herangezogen, um den Appetit künstlich anzureizen. Es wäre ein großes Glück für die Volksgesundheit, wenn diese Gewohnheiten nicht wiederkehren würden. Eine weitere Angewöhnung ist vielfach das Essen von belegtem Brot in der Zeit zwischen dem Frühstück und dem Mittagessen. Es ist nicht notwendig, daß derjenige, der um 8 Uhr frühstückt und bereits um 1 oder 2 Uhr wieder Nahrung aufnimmt, eine Zwischenmahlzeit verzehrt. In vielen Gegenden ist diese Gepflogenheit ganz unbekannt. Etwas anderes ist es, wenn der Arbeiter, der um 6 Uhr und noch früher seine erste Mahlzeit zu sich nimmt, um 9 oder 10 Uhr sich wieder Nahrung zuführt.

Außer solchen, schwer zu bekämpfenden Gewohnheiten, kommen nun noch „Küchenfragen“ in Betracht. Mit Fett kann man manches Gericht herstellen, das sonst unterbleiben muß. Die mannigfaltige Zubereitungsart unserer wenigen Nahrungsmittel ist von großem Werte. Fettmangel legt in dieser Hinsicht Beschränkungen auf.

Ein weiteres Problem dieser Art ist die Brotfrage. Weite Kreise sind bereit alle möglichen Einschränkungen

kungen zu ertragen, nur die Brotmenge wollen sie sich nicht kürzen lassen. Eine Ersetzung dieses Nahrungsmittels durch Kartoffeln, Fleisch usw. befriedigt das Publikum nicht, obwohl ein vollwertiger Ersatz durchaus möglich ist. Das Brot ist ein Nahrungsmittel, das in seiner Art eben unersetzbar ist. Es ist sehr leicht zu behandeln. Es wird ein Stück Brot vom Laibe abgeschnitten und zum Träger von Fett, von Mus usw. gemacht. Vor allem ist es, wie kein anderes Nahrungsmittel geeignet, um auf die Arbeitsstätte mitgenommen zu werden. Kartoffeln, Fleisch, Eier usw. sind nicht so leicht verpackbar.

Man muß selbstverständlich auf derartige Besonderheiten Rücksicht nehmen. Man darf die Ernährung nicht nur auf Grund des Gehaltes der Nahrung an einzelnen Nahrungsstoffen und an Energie beurteilen, sondern es muß auch die praktische Seite der Ernährungsfrage eingehend in Betracht gezogen werden.

Wir konnten die Frage nach dem Vorhandensein der für uns notwendigen Nahrungsstoffe in der jetzt zur Verfügung stehenden Nahrung bejahend beantworten. Damit ist natürlich nun noch nicht gesagt, daß ihre Mengen ausreichen. Die uns zur Verfügung stehenden Nahrungsmittel sind an Menge knapp. Es besteht kein Zweifel, daß in manchen Zeiten unser Bedarf nicht voll befriedigt werden konnte. Das Körpergewicht wohl aller Individuen ist gesunken. Interessanterweise konnte man beobachten, daß es zunächst ziemlich rasch fiel, um dann von neuem beharrlich stehen zu bleiben. Direkte Versuche haben ergeben, daß der Organismus

sich ganz gut an die jetzige Ernährung angepaßt hat und mit den vorhandenen Stoffen sehr sparsam wirtschaftet. Auf Grund der gegebenen Darlegungen ist es leicht von Fall zu Fall zu berechnen, ob in der zugeführten Nahrungsmenge die zur Erhaltung der Körpertemperatur, zur Ausführung der verschiedenen Funktionen und vor allem auch die zu der Muskelarbeit notwendige Menge an Energie vorhanden ist.

Noch manches andere Problem muß jetzt besonders behandelt werden. Es ist z. B. bekannt, daß die Pilze ganz allgemein nicht gut ausgenutzt werden. Es wäre verkehrt, wenn Mangel an Nahrungsmitteln herrscht, diese auszuschließen oder doch ihre Minderwertigkeit zu sehr zu unterstreichen. Man muß wissen, daß die Pilze schwer verdaulich sind und gleichzeitig berücksichtigen, daß doch das, was uns zugute kommt, in Zeiten des Mangels wertvoll ist.

Leidenschaftlich ist die Frage besprochen worden, ob die Haltung von Vieh gesteigert oder eingeschränkt werden soll. Es hält nicht schwer, nach den gemachten Darlegungen zu einem Urteil in diesem Streite zu kommen. Wir sind in erster Linie auf Pflanzennahrung angewiesen. Gilt es mehr Nahrungstoffe zu schaffen, dann können wir nichts weiter tun, als den Anbau von Kartoffeln und Gemüse steigern. Überall hat man Ödländer in fruchtbares Land verwandelt. Man hat mit Erfolg Wiesen, Rasenflächen usw. in Benutzung genommen, um die Menge an Nahrungsmitteln für den Menschen direkt zu

steigern. Mit Tieren können wir nur dann mit Gewinn mehr für uns verwendbare Nahrungsstoffe schaffen, wenn diese mit solchen Nahrungsmitteln gefüttert werden können, die für uns nicht direkt verwertbar sind. Das Rind, das Gras frißt, das Schwein, das in der Hauptsache Abfallstoffe aufnimmt, das Geflügel, das auf einem Bauernhof verstreute Körner usw. aufpicks — das sind alles Tiere, die für unsere Ernährung von hoher Bedeutung sind. Wenn wir jedoch zu wenig Anbaufläche hätten, um uns ausreichend mit Kartoffeln und Gemüse zu versehen, dann müßte man unbedingt den Viehbestand so stark einschränken, bis genügend Ackerflächen aus Wiesen gebildet wären! Kühe, die nur ungenügend Milch hervorbringen, Rinder, die als Zugtiere nicht Verwendung finden, kurz Tiere, die fressen ohne etwas zu leisten, sollte man so weit als möglich abschlachten. Bei derartigen Forderungen muß man freilich immer daran denken, daß der einzelne schwer alle Momente übersehen kann, die mit der Viehhaltung zusammenhängen. Solange es genügend Weidland gibt, und dieses nicht zum Anbau von Kartoffeln und Gemüse herangezogen wird, hat eine über den Bedarf an Fleisch hinausgehende Abschachtung von Vieh, keinen Zweck.

Ganz anders liegen die Verhältnisse, wenn Tiere mit unseren Nahrungsmitteln gefüttert werden. Wenn nicht ganz besondere Zwecke, wie Schaffung von Fett, Speck, vorliegen, bedeutet in diesem

Falle jedes Tier eine schwere Schädigung der Ernährung des Menschen. Ziehen wir z. B. ein Schwein mit Kartoffeln, Gerste usw. auf, dann wird vom Futter nur ein kleiner Teil zum Ansatz verwendet. Der größte Teil davon geht für unsere Ernährung verloren. Es ist dies speziell jener Teil der Nahrung, der vollständig zerlegt wird, um Energie zur Verfügung zu stellen. Wir heizen das Tier beständig auf 37 Grad! Es bewegt sich auch, d. h. es leistet Muskelarbeit! Beginnt die Zeit der Mast, dann führen wir besonders viel Nahrungsstoffe zu. Nur einen recht kleinen Teil davon (etwa 20%) nehmen wir schließlich im geschlachteten Tiere zu uns! Es erhellt daraus, daß ohne jeden Zweifel das Problem der sogenannten Pensionstiere zwei Seiten hat. Es ist angenehm, Schweinespeck zu besitzen, Ziegenmilch zur Verfügung zu haben usw. In vielen Fällen, vielleicht den meisten, überwiegt jedoch der Nachteil, der durch die Verfütterung kostbarer, vom Menschen direkt verwertbarer Nahrungsmittel entsteht.

Der Schaden wird noch dadurch größer, daß sehr oft jede Kenntnis der Tierzucht fehlt. Die Erfahrung des Landwirtes — des Schweinezüchters, des Ziegenhalters usw. — läßt sich nicht so leicht ersetzen! Ungeeignete Unterkunft und Fütterung usw. haben viel Nährwerte vernichtet. Manches Tier ist allen Bemühungen zum Trotz zugrunde gegangen! Wenn der Städter sich selbst Nahrungsmittel beschaffen will — und das sollte er unter allen Umständen

tun, — dann wähle er den direkten Weg! Der Anbau von Gemüse und von Kartoffeln erfordert nicht so viele Vorkenntnisse, wie die Tierhaltung.

Wenn wir ferner Hefezellen auf Zucker und anderen wertvollen Nahrungsstoffen züchten, um aus diesem Alkohol zu bereiten, verschwenden wir auch kostbares Material. Bei der jetzigen Knappheit an allen Nahrungstoffen versteht man die Forderung der Erhaltung aller von uns direkt verwertbaren Nahrungsmittel. Sobald man auf Grund der Kenntnisse der Grundlagen unserer Ernährung an die Beurteilung derartiger Fragen herantritt, dann wird man von Fall zu Fall ganz sachlich abwägen können, welche Meinung die berechtigte ist.

Sachregister.

- Abbrühwasser** 118.
—, Gehalt an Nahrungsstoffen 132.
Ackerboden 31.
Ackerwirtschaft 3.
Albumine der Milch 36.
Alkaloide 28.
Alkohol 15.
Alkoholerzeugung 139.
Allesesser 45, 46.
Allesfresser 45, 46.
Aminoäthylalkohol 17.
Aminogruppe 18.
Aminosäuren 18.
—, Umwandlung in Zucker 56, 112.
—, Umwandlungsprodukte von 97.
Ammoniak 17, 28.
Appetitsaft 51.
Arbeitsleistung, Berechnung des Energiebedarfes 99.
—, Energieverbrauch 71, 74.
Arteigenheit, Erhaltung der 35, 37.
Asche 23.
Atmungsarbeit 71.
Ausnutzung 76, 89.
Ausnutzungsversuche 90.
Autolyse 28.
- Bakterien** 42, 44, 91.
Beikost für den Säugling 127.
Beri-Beri 119.
Bienenwachs 16.
Bilanz des Stoffwechsels 62.
Bisaccharid 6.
Bitterstoffe 28.
Blättermagen 47.
Blattfarbstoff 25, 26.
Blütenfarbstoffe 28.
Blutfarbstoff 20, 24.
Blutfermente 41.
Blutkörperchen 21.
Brennwert, physikalischer und physiologischer 73.
Brotfrage 134.
Butter, Einfluß auf das Wachstum 130.
- Chenopodiaceen** 117.
Chlor 23, 24.
Cholesterin 16.
Cholin 17.
- Darm** 48.
Darmbakterien 44, 48, 91.
Darmflora 44, 48, 91.
Darmsaft 5, 11, 37, 52.
Dextrine 8.
Dialyse 11—13.

- Dialysierschlauch 13.
Dipeptid 18.
Disaccharid 6.
Druck, osmotischer 23.
Düngung 2, 3.
- Ei**, Energiegehalt 105.
Einleitung 1.
Eisen 23, 59.
Eiweiß, Energie-Inhalt 73.
Eiweißbedarf 76.
Eiweißminimum, absolutes und relatives 82, 88.
Eiweißstoffe 17.
Eklampsie 131.
Emulsion 14.
Energie 26.
—, Kreislauf 27.
Energiebedarf unter verschiedenen Bedingungen 97.
Energiebilanz 69.
Energieverbrauch bei verschiedenen Leistungen 102.
Energiewechsel 69.
Epithelkörperchen 55, 130.
Erhaltung der Art 41.
Ermüdung 101.
Ersetzbarkeit der Nahrungstoffe, Frage der 111.
- Fermente** 10, 37, 41, 55.
Fettbildung aus Kohlehydraten 57, 111.
Fette 14.
—, Energiegehalt 73.
Fettmast 114.
Fettpolster, Funktion 110.
Fettsäuren 15, 17.
Fleisch, Ausnutzung 90.
—, angebliche Schädlichkeit 87.
Fleischfresser 25, 45.
Fluor 23, 24.
Fruchtzucker 5.
- Galaktose 6.
Gallenabgabe 52.
Gallensäuren 78.
Gallensteine 17.
Gasstoffwechsel 66.
Gebiß 45.
Geschlechtsdrüsen 55, 130.
Gesetz der Erhaltung der Energie 61.
— der Erhaltung des Stoffes 61.
— des Minimums 33.
Globuline der Milch 36.
Glykogen 5, 8, 12, 58.
Glyzerin 15, 17.
Guano 34.
- Hämatin** 20.
Hämochromogen 20.
Hämoglobin 21.
Hämolyse 42.
Harn 22, 59.
Harnsäure 20, 57.
Harnstoff 30, 57.
Harze 28.
Hefe 119.
Hefezellen 6.
Hektonem 105.
Herzarbeit 71.
—, Berechnung 106.
—, Energiebedarf 106.
Hitzschlag 111.
Hubarbeit des Herzens 106.
Hühnerrei, Energiegehalt 105.
Hunger 76.
Hydrolyse 5.
Hypophyse 55, 130.
- Indigo 3.
Infektion 42.
Ionen 23, 57.
- Jod** 23.
Jodjodkalium,
Reagens auf Stärke 9.

- Kalium** 23.
Kalorie, große 72.
Kalorimeter 73.
Kalzium 23, 59.
Kalzium-Ion, Wirkung 23.
Kalziumkarbonat 24.
Kalziumphosphat 24.
Kanüle 52.
Kartoffel, Energiegehalt 104.
Kasein 129.
Kaseinogen 36.
Katalysatoren 10.
Kauakt 37.
Kauen 49, 92, 94.
Kautschuk 28.
Keratin 36.
Kilogramm-Kalorie 72.
Kilonem 105.
Kleidung 110.
Kleie 119.
Knochengewebe 24.
Kochkiste 49, 94.
Kochkunst 94.
Kochsalz 23.
Kochsalzbedürfnis 116.
Kochsalzfrage 115.
Kochsalzhunger 116.
Kochwasser, Gehalt an Nahrungsstoffen 118, 132.
Kohle 34.
Kohlehydrate 5 ff.
—, Energiegehalt 73.
—, physikalische Eigenschaften 11.
—, Übergang in Fett 57, 111.
Kohlensäure 25, 57, 59, 66.
—, Menge der gebildeten 66.
Kolloide 13, 23, 37.
Kost, frei gewählte, Energiegehalt an 63, 103.
—, ist die jetzige — zureichend 131.
- Kot 59.
Krappfarbstoff 3.
Krebszellen 43.
Kropf 46.
Labferment 126.
Labmagen 47.
Leber 54, 58.
Leim 89.
Lithium 23.
Luftstickstoff 2, 34.
Lunge 59.
Lymphhe 54.
Magen 46.
Magendrüsen 50.
Magenfistel 51.
Magensaft 11, 37.
Magnesium 23, 24.
Magnesium-Ion, Wirkung 23.
Maisnahrung 119.
Maltose 6.
Malzzucker 5, 6, 9.
Methoden zur Stoffwechseluntersuchung 61.
Mikroorganismen 42.
Milch 36.
—, Bedeutung als Nahrungsmittel 125, 128.
—, Energiegehalt 104.
—, Einfluß auf das Wachstum 130.
Milchdrüse 124.
Milchserum 126.
Milchzucker 5, 6, 36, 38.
Mineralstoffwechsel 69.
Munition 2.
Muskelarbeit 68, 98.
Muskelkraft, Quelle der 98.
Muskelmagen 46.
Muskeln 58.
Muttermilch, Unersetzbarkeit 125.

Nahrungseinheit 105.
Nahrungsmittel 4.
Nahrungsstoffe 4 ff.
—, anorganische 21, 57.
—, organische 4 ff.
—, notwendige Menge 60.
—, Synthese der 3, 43.
Natrium 23.
Nebennieren 55, 77.
Nem 105.
Netzmagen 46.
Nichtkolloide 13, 23, 38.
Niere 59.
Nukleinsäuren 20.
Nukleoproteide 20.

Öle 14.
Organische Substanz, Bildung 25.
Organismus, Stoffwechsel des wachsenden 121.
Osmotischer Druck 23.
Oxydationen 58.

Pankreasdrüse 55.
Pankreassaft 11, 37, 52.
Pellagra 119.
Pensionstiere 138.
Peptone 18, 29.
Pflanze, Stoffwechsel 25.
Pflanzenfresser 45.
Pflanzenkost, Ausnutzung 91.
—, Nutzen der 87.
Pflanzenwelt, die Vermittlerin unserer Nahrung 24.
Pflanzenzucht 3.
Pilze, als Nahrungsmittel 136.
Phosphatide 17, 113.
Phosphorsäure 17, 20, 23, 24, 59.
Polypeptide 18.
Präzipitinbildung 42.
Protein 17.

Purinbasen 20, 57.
Pyrimidinbasen 20.

Quotient, respiratorischer 67.

Rachitis 130.
Reisnahrung 119.
Reservekohlehydrat 7, 8, 58.
Respiratorischer Quotient 67.
Riechstoffe 28.
Rohrzucker 5, 38, 41.
Ruhewert 67.

Saccharide 6.
Salpeter 17, 28, 34.
Salpetersäure 31.
Salpetrige Säure 31.
Salsolaceen 117.
Salze 4, 23, 57.
Salzstoffwechsel 69.
Saponin 28.
Sauerstoff 4, 21.
—, Verbrauch 66.
Schichtung der Speisen im Magen 47.
Schilddrüse 55, 130.
Schlagvolumen des Herzens 107.
Schock 42.
Schwangerschaft 124.
Schwarzbrot 92.
Schwefelsäure 23.
Schweiß 22, 111.
—, Kochsalzgehalt, des 117.
Schweißbildung 69.
Seifen 16.
Sekretstoffe 55.
Skorbut 118.
Sonnenenergie 25, 26.
Sonnenlicht 25.
Speichel 10, 37, 49.
Speichelabsonderung 50.
Speicheldrüsen 49.
Speichelfistel 50.

Speiseröhre 46.
Stärke 5, 6, 7, 12, 27.
Sterine 16.
Stickstoff der Luft 2, 34.
—, Kreislauf 28.
Stickstoffbilanz 64, 78.
Stickstoffbindung 2.
—, Methoden der 34.
Stickstoffeinnahme, wahre 79, 86.
Stickstoffminimum, absolutes
und relatives 82, 88.
Stillen 126.
Stillungszeit 128.
Stoffwechsel der Pflanzen 25.
Stoffwechselbilanz 62.
Stoffwechsellendprodukte 30, 57,
Strömungsarbeit des Herzens 106.
Suprarenin 77.
Technik, Bedeutung der 2.
Thymusdrüse 55, 130.
Transpiration von Wasser 69.
Traubenzucker 5, 12.
— aus Aminosäuren 56.
Tripeptid 18.
Umsatzzeiweißstoffe 54.
Umsatzfette 54.
Umsatzkohlehydrate 54.
Umsatzstoffe 54, 55.
Uterus, Wachstum 124.

Verdauung 35.
Verdauungssäfte 37.
Viehhaltung 136.
Vollkornbrot 93.
Vormagen 46.
Wachs 16.
Wachstum 36, 121.
Wachstumsstörungen 55.
Wärmeabgabe 74.
Wärmeäquivalent der Arbeit 72.
Wärmeregulation 109.
Wärmeschutz 110.
Wärmestauung 111.
Wasser 4, 22, 25, 57.
Wasserstoffwechsel 65, 68.
Weißbrot 92.
Wiederkäuermagen 46.
Wissenschaft, Bedeutung der 2.
Zähne 24.
Zahntwicklung, Bedeutung des
Kauens für die 93.
Zellobiose 9.
Zellstoffwechsel 53.
Zellulose 5, 6, 7, 14, 44,
Zitronensäure 36.
Zucker aus Aminosäuren 113.
Zuckerrohr 6.
Zuckerrübe 6.

Synthese der Zellbausteine in Pflanze und Tier. Lösung des Problems der künstlichen Darstellung der Nahrungsstoffe. Von Prof. Dr. Emil Aberhalden, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität zu Halle a. S. 1912. Preis M. 3.60; in Leinw. geb. M. 4.40

Neuere Anschauungen über den Bau und den Stoffwechsel der Zelle. Von Emil Aberhalden, o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Halle. Vortrag, gehalten auf der 94. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Solothurn 2. August 1911. Zweite Auflage. 1916. Preis M. 1.—

Abwehrfermente. Das Auftreten blutfremder Substrate und Fermente im tierischen Organismus unter experimentellen, physiologischen und pathologischen Bedingungen. Von Professor Dr. Emil Aberhalden, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Halle a. S. Vierte, bedeutend erweiterte Auflage. Mit 55 Textfiguren und 4 z. T. farbigen Tafeln. 1914. In Leinwand geb. Preis M. 12.—

Physiologisches Praktikum. Chemische und physikalische Methoden. Von Professor Dr. Emil Aberhalden, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität zu Halle a. S. Mit 271 Figuren im Text. 1912. Preis M. 10.—; in Leinwand geb. M. 10.80

Biochemisches Handlexikon. Unter Mitwirkung von hervorragenden Fachleuten herausgegeben von Prof. Dr. Emil Aberhalden, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Halle a. S.

- I. Band, 1. Hälfte. 1911. Preis M. 44.—; gebunden M. 46.50
 - I. Band, 2. Hälfte. 1911. Preis M. 48.—; gebunden M. 50.50
 - II. Band. 1911. Preis M. 44.—; gebunden M. 46.50
 - III. Band. 1911. Preis M. 20.—; gebunden M. 22.50
 - IV. Band, 1. Hälfte. 1910. M. 14.—
 - IV. Band, 2. Hälfte. 1911. Preis M. 54.—; mit der 1. Hälfte zusammen gebunden M. 71.—
 - V. Band. 1911. Preis M. 38.—; gebunden M. 40.50
 - VI. Band. 1911. Preis M. 22.—; gebunden M. 24.50
 - VII. Band, 1. Hälfte. 1910. Preis M. 22.—
 - VII. Band, 2. Hälfte. 1912. Preis M. 18.—; mit der 1. Hälfte zusammen gebunden M. 43.—
 - VIII. Band (1. Ergänzungsband). 1914. Preis M. 34.—; geb. M. 36.50
 - IX. Band (2. Ergänzungsband). 1915. Preis M. 28.—; geb. M. 30.50
-

Zu beziehen durch jede Buchhandlung