

Abdruckung
N. - ...

Die physiologische Bedeutung des Stickstoffs.

Von

Max Rubner.

Einleitung.

Wir haben durch die vorhergehenden Vorträge erfahren, wie der Stickstoff der Atmosphäre an andere Elemente gebunden werden kann und wie er weiter als Nahrungsmittel der Pflanze über den Aufbau zu Aminosäuren und ähnlicher Verbindungen die höchste Form seiner Erscheinung im Eiweiß gewinnt, als eine der unentbehrlichsten Grundstoffe des Zellbestandes.

In fast unübersehbaren Kombinationen fügen sich weiter die verschiedenen Bausteine des Eiweißes zu Verbindungen besonderer Art, die Möglichkeiten der Eigenart durch den physikalischen Aufbau zu Kolloiden ändernd und umbildend oder durch die biologische Ordnung in verschiedenen Geweben der Ausprägung der Zellindividualität den reichsten Spielraum lassend.

Im Eiweiß liegt jenes Zauberhafte, das wir Leben nennen, immer neu schaffend und aufbauend und zugleich wieder vergehend, das ewige *Panta Rhei*, das seit dem ersten Entstehen auf der Erde nie wieder unterbrochen worden ist. Rasch wird das nährnde Eiweiß in den Lebensverband eingefügt. In wenigen Minuten vollzieht sich in der Kleinlebewelt das Erwachen toten Eiweißes zur Lebenssubstanz mit allen ihren Eigenschaften chemischer und biologischer Natur mit dem Einschlag des Vererbten. Wir sehen, daß Leben bei den Mikroben nahe der Siedehitze gedeiht und anderes Protoplasma wiederum nur wenig über der Grenze unserer Leibeswärme vernichtet wird.

Die Grundzüge der Umwandlung des Eiweißes aus einem chemischen Individuum zum Lebensverband sind wahrscheinlich in der ganzen Entwicklungsreihe der Tiere wohl dieselben, im einzelnen aber modifiziert mit der Stellung in der Entwicklungsreihe und der Differenzierung der Organe.

Das Schicksal des Eiweißes, wie es bei der Ernährung in unseren Körper kommt, näher zu verfolgen, ist eine ungemein wichtige Aufgabe für Theorie und Praxis der Ernährung.

Die Mittel zur Forschung waren von Anfang an, wenn wir uns an die Beobachtungen von BISCHOFF und VOIT erinnern, sehr einfach.

es war die Feststellung der Art der N-Bilanz bei Eiweißzufuhr, wobei sich entweder Gleichgewicht von Einfuhr und Ausfuhr — oder ein Defizit gegenüber der Einfuhr (Ansatz) — oder ein Überschuß der Ausfuhr über die Einfuhr, d. h. N-Abgabe erweisen ließ. Als Ausscheidungswege des N hatte man dabei nur die flüssigen und festen Abgänge kennen gelernt.

Eine Variable, die Vertiefung des Problems ermöglichend, war das Verhalten des Körpers des Ernährten. Der eiweißreich ernährte Körper und der eiweißarme gefütterte zeigten sich in der nachfolgenden Hungerzeit ganz verschieden, der erstere liefert nachträglich viel, der letztere wenig N-haltige Ausscheidungen, wodurch VOIT zu dem Gedanken der Doppelnatur des im Körper zurückbleibenden Eiweißes als zirkulierendes und Organeiweiß geführt wurde. Weiterhin ließ sich in allen Gemischen von Eiweiß mit anderen Nährstoffen das Dominieren des ersteren in der Zerlegung erweisen; die Art dieses Vorganges ist, wie man später erkannt hat, sicherlich nicht immer der definitive Abbau des Eiweißes als vielmehr eine Spaltung in einen N-haltigen Teil und dessen Abbau bis zu den üblichen Ausscheidungsprodukten und außerdem in einen N-freien Teil, der sowohl zur Glykogen- wie zur Fettbildung führen kann.

Was späterhin die Erkenntnis erweitert hat, war die Heraushebung des Eiweißstoffwechsels aus seiner Isolierung für sich und die Einordnung des Eiweißumsatzes in den ganzen Energieverbrauch. Dadurch hat sich das Verhalten des Eiweißes wesentlich geklärt. Wir haben im Eiweiß einen Nährstoff kennen gelernt, der nach isodynamen Werten das Kraftbedürfnis befriedigt, aber auch einen ganz besonderen Einfluß auf die Wärmebildung haben kann, wie kein anderer, durch die spezifisch-dynamische Wirkung, durch die wir es in der Hand haben, die Wärmeproduktion bei Körperruhe und Erhaltung der Eigentemperatur um 40% zu steigern. Es ist der einzige Nährstoff, mit dem wir also beliebig heizen können.

Die enorme Wärmesteigerung erlaubt es, daß Versuchstiere auch noch sehr niedrige Temperatur der Umgebung ohne alle Anzeichen der Unruhe oder Störung ertragen.

Die theoretischen Vorstellungen, welche man sich von diesem Vorgange zu machen hat, gehören weiter nicht hierher. Ich habe die Anschauung vertreten, die erhöhte Wärmebildung hänge mit der Spaltung des Eiweißes in einen N-haltigen und N-freien Teil und den Abbau der ersteren bis zu den Produkten des Harnes zusammen. LUSK hat gefunden, daß auch einzelnen Aminosäuren eine solche Wirkung der Wärmesteigerung zukommt. An sich lassen sich beide Anschauungen nebeneinander vertreten. Vielleicht die überraschendste Tatsache über

die Rolle des Eiweißes im Körper war der Befund von FICK und WISLICENUS, daß dieser Körper mit der Arbeitsleistung nicht im Zusammenhang steht. Der Mensch zeigt bei Schlafruhe wie bei angestrenzter Tätigkeit keine Änderung der Eiweißzusetzung, ebenso wenig wird der Eiweißverbrauch nennenswert durch Wärme und Kälte der Umgebung beeinflusst. Die Ausnahmefälle mögen hier als nebensächlich beiseite gelassen werden.

In seiner Zellmasse verfügt jeder Mensch und jedes Tier über eine äußerst große N-Reserve, von der im Notfall gezehrt wird. Merkwürdigerweise spielen aber andere Formen der Aufspeicherung als „totes“ Eiweiß nur eine untergeordnete Rolle. Das zirkulierende Eiweiß VOITS ist nur eine bestimmte, unter Umständen vorkommende Ablagerungsform, andere wichtige Formen werden wir später kennen lernen.

Jedem verständlich ist die Notwendigkeit des Eiweißes¹⁾ für das Wachstum und den Aufbau im allgemeinen. Aber auch für den Beharrungszustand der entwickelten Zelle gibt es kein Leben ohne Eiweißbedarf.

Was ich bis jetzt kurz skizziert habe, ist aber nicht das, was die meisten die Eiweißfrage nennen. Unter letzterer verstehen heutzutage die meisten eine rein praktische Frage, nämlich die Feststellung der dem Menschen notwendigen und bekömmlichen Eiweißmenge. Dieses Problem beschäftigt die weitesten Kreise mehr als die näheren Vorgänge bei der Ernährung mit Eiweiß. Merkwürdig bleibt, wie die beiden Richtungen der Forschung von Beginn ihres Entstehens ganz unberührt in der Tier- wie Menschenernährung nebeneinander hergegangen sind.

Und wie es kommt, ist wohl verständlich, befassen sich doch mit den praktischen Aufgaben auch viele, die an sich gar keine Ernährungsphysiologen sind, denn schließlich reicht das Interesse für solche Ergebnisse weit in die Kreise der Volkswirtschaft hinein, deren Methodik weniger auf experimenteller als auf statistischer Grundlage beruht.

Sozial betrachtet hat das Eiweiß eine viel größere Bedeutung als Fett und Kohlehydrate und die anderen Nährstoffe. In der praktischen Ernährung kommt sein Preis und Vorkommen in der Natur in Betracht. Viel Eiweiß enthalten nur die tierischen Organe, weit weniger die Pflanzen. Das Eiweiß ist also in konzentrierter Form seltener als die N-freien Stoffe und darum auch teurer. Daraus ergibt sich für die Ökonomie des Haushaltes wie der Völker eine gewisse Sparsamkeit der Verwendung.

¹⁾ Ich möchte hier einschalten, daß ich mich vorläufig dieses Ausdrucks nur der Kürze wegen bediene, denn die Frage, welches Eiweiß notwendig sei und wie die Spaltprodukte wirken können, wird später erörtert.

Seit nahezu 40 Jahren ziehen sich die Diskussionen über das Eiweißbedürfnis der Menschen hin.

Während der Kriegszeit haben die Fragen der Eiweißversorgung eine ausführliche praktische Erörterung erfahren. Bei dieser Gelegenheit war besonders auffallend, daß in einer Unzahl von Broschüren und Zeitschriftenartikeln diese Probleme so behandelt wurden, daß man über die Ahnungslosigkeit der Autoren in Sachen der Ernährungsphysiologie nur befremdet sein konnte.

Gewiß, auf dem Gebiete der menschlichen Ernährung lag es nahe, daß das Empirische seine besonderen Wege ging, wie das zu allen Zeiten bis ins Altertum zurück gewesen ist. Die Anschauung, den Nahrungsmitteln besondere Nebenwirkungen zuzuschreiben, war allezeit üblich, ist auch heute nicht erloschen. Sie verdichtete sich zum Vegetarismus, zur Vollkornbrotbewegung, zur Rohkostnahrung, zur eiweißreichen Kost und zur möglichst N-armen Kost. Alle diese Bewegungen laufen neben der eigentlichen Ernährungsphysiologie ihre besonderen Bahnen, verlaufen sich und tauchen wieder auf.

Wollen wir aber auch schließlich eine praktische Frage lösen, so muß der Weg dahin über die wissenschaftliche Erkenntnis gehen. Ich will versuchen, zunächst die rein wissenschaftlichen Probleme, die überhaupt für die Eiweißfrage von Bedeutung sind, zusammenzufassen und zu ergänzen. Aber Theorie und Praxis können nie sich widersprechen, letzten Endes muß die erstere nur helfen, den roten Faden zu finden, der durch das Irrsal empirischer Beobachtungen zur Erkenntnis führt.

I.

Abfallsquote, N-Minimum und endogener Stoffwechsel.

a) Die Abfallsquote.

Wenn man den Verlauf der Eiweißernährung verstehen will, muß man irgendeinen allgemeinen, bei jedem Organismus bestimmt und sicher aufzufindenden Ausgangspunkt wählen, wie man etwa nach einem 0-Punkt eines Pegels den Wasserstand bezeichnet. Man glaubte früher logisch am richtigsten vorzugehen, wenn man den Hungerzustand wählte; jahrzehntelang und bis vor kurzem haben manche Autoren an diesem Grenzpunkt festgehalten. Dieser ist aber keineswegs eine konstante, sondern sogar eine sehr variable Größe. Ich habe aber einen anderen Zustand gefunden, der gesetzmäßig bei jedem Tier, ob groß und klein, ob Mensch oder Hund oder Vogel, auffindbar ist, den ich die Abfalls- oder Abnützungquote nannte. Das ist ein biologisch wichtiger Grenzwert. Wenn sich dieser Begriff auch allmählich

einzuleben beginnt, so glaube ich doch annehmen zu dürfen, daß seine Bedeutung weiteren Kreisen noch fern liegt, und daß man über den Entstehungsgang recht wenig unterrichtet ist.

Die allgemeine Ernährungslehre der Kalt- und Warmblüter bis zu den Bakterien besagt (s. RUBNER, Kraft und Stoff im Haushalt der Natur 1909), daß zum Leben Energiezufuhr und N-haltiges Material gehört. Die Ernährung der Aeroben stellt nur einen Spezialfall der allgemeinen Ernährung durch dissimilatorische Prozesse der organischen Nährstoffe dar. Die rein stoffliche Seite der Ernährung wird garantiert durch Eiweiß. Von diesem ist aber nur ein sehr kleiner Teil der Gesamtnahrung notwendig, um die unabweislichen Bedürfnisse zu bestreiten. Diese Eiweißmenge ist abhängig von der Lebensintensität überhaupt. Die Abnutzungsquote habe ich zuerst 1883 nach ihrer Größe bestimmt, sie bedeutet jenen Teil des Stoffwechsels, der keine isodyname Vertretung durch andere Nährstoffe erlaubt. Sie besteht in der Abschilferung der Haare, Epidermis, Epithel, Verlust von Darmsäften, im Untergang von Blut und der Abnützung aller Organe überhaupt; sie wurde geprüft beim Mensch, Hund, Vogel und beim Erwachsenen und Säugling und umfaßt rund 4—5% der Kalorien des Ruhestoffwechsels der Tiere (für 15⁰). 95—96% der Nahrung ist also für dynamische Zwecke vorhanden und kann beliebig anderweitig gedeckt werden. Somit unterscheiden wir zwischen stofflichem und dynamischem Anteil des Nahrungsverbrauches als wesentlich verschiedene Dinge.

Diese Tatsachen können nicht scharf genug hervorgehoben werden. Die Spezifität der Lebhaftigkeit des Nahrungsumsatzes steht in engstem Zusammenhang mit dieser zur Höhe des minimalsten Eiweißverbrauches. Aber der Stoffwechsel an sich, wie er z. B. durch schwere Arbeit gesteigert werden kann, übt keinen Einfluß auf die Änderung dieses Mindestmaßes des Eiweißverbrauches. Und nur das Eiweiß allein ist der Körper, welcher das, was wir die stoffliche Eigenart des Umsatzes nennen, zu versorgen hat.

Die Abnutzungsquote läßt sich, wie ich auch beobachtet habe, in wenigen Tagen mit N-freier Kost ohne besonderen großen N-Verlust vom Körper erreichen¹⁾. Es ist gewiß auffallend, daß diese Tatsachen völlig unbeachtet geblieben sind und ernährungsphysiologisch keine Beachtung fanden. Meiner Meinung nach erklärt sich das aus dem damaligen Widerstreben der eigentlichen Ernährungsphysio-

¹⁾ Näheres s. Biol. Bd. XIX, S. 391, 1883; Weitere Gesetze des Energieverbrauches 1902, S. 267; Kraft und Stoff im Haushalte der Natur, 1909, S. 50; Volksernährungsfragen, S. 9ff., 1908; Probleme der Lebensdauer, Arch. f. Physiol. 1909, S. 219 und Suppl. 1910 S. 249, ibd. 1911, S. 39, 61, 67 usw.

logen gegen die energetische Betrachtung, die sich über ein Jahrzehnt und in der Eiweißfrage bis auf den heutigen Tag geltend macht. Die Annahme einer in jedem Zustande leicht zu erreichenden „Abnützungsquote“ stand auch mit einer anderen Voraussetzung der Ernährungsphysiologie der 80er Jahre nicht in Einklang, nämlich mit der Behauptung, der Gehalt des Körpers an Organmasse sei in direkter Abhängigkeit von dem N-Umsatz. Je kleiner dieser sei, um so mehr N müßte vorher verloren gehen. Da guter Organbestand Gesundheit und Leistungsfähigkeit bedeutet, so ging nach dieser Auffassung die letztere dem N-Verbrauch proportional. Den in der Annahme der Abnützungsquote liegenden Widerspruch zu dieser These beachtete man überhaupt nicht. Endlich wurde auch noch die Meinung vertreten, daß zur praktischen Ernährung durch Eiweißzufuhr allemal erheblich mehr Eiweiß gegeben werden müsse, als selbst dem Eiweißverbrauch im Hunger entspräche.

Ich selbst habe 1897 zuerst darauf hingewiesen, daß man mit Kartoffeln in wenigen Tagen auf ein tiefes Minimum an Eiweißverbrauch herabkommen könne, wobei nicht nennenswert an Körperstickstoff verloren gehe. Und einige Jahre später zeigte ich beim Säugling¹⁾, daß dieser bei Mutterbrusternährung so wenig Eiweiß verbraucht, als der von mir früher angegebenen Abnützungsquote entspricht. Man spricht heute sehr häufig nicht von der Abfallsquote²⁾, sondern einfach vom N-Minimum, obschon diese beiden Dinge nicht dieselben Begriffe umfassen.

Unter der Herrschaft der Abfallsquote tritt eine enorme Verarmung des Körpers an N-Stoffwechselprodukten ein und eine minimale N-Menge hält dem enormen N-Bestand des Körpers gegenüber das Gleichgewicht. Es ist bewundernswert, daß trotzdem die Spuren von N-Nahrung Gelegenheit finden, überall zu richtiger Zeit die Ernährung zu unterhalten.

Wenn man die Abnützungsquote zu 0,044 g N pro 1 kg Körpergewicht und Tag beim Erwachsenen annimmt (für den Harn), so trifft auf die Minute gerade 0,0303 mg N als Ausscheidung, das ist im Verhältnis zu dem Eiweiß, aus welchem die Organe bestehen, für den Tag 0,23% und für die Minute 0,0016%, geradezu nur eine Spur von Eiweiß.

Daß so kleine Mengen Nahrung im Körper immer zu rechter Zeit vorhanden sind, kann man nur verstehen, wenn man sich klar macht, daß das Blut mit 27 Pulsschlägen einmal im Körper kreist, also in

1) S. Zeitschr. f. exper. Path. u. Ther. V., S. 11. Der Verbrauch an Eiweißkal. etwa 5% d. Gesamtkal. Dabei war Wachstum vorhanden, wodurch das N-Minimum etwas erhöht wird; s. d. Zeitschr. f. Phys. 1919.

2) oder Abnützungsquote.

23,2 Sekunden bei dem Erwachsenen. Die ganze Masse der Organe wird also in dieser Zeit einmal von rund 5,2 l Blut durchrieselt.

In 1 Sekunde treffen $\frac{0,0303 \cdot 70}{60} = 0,0353$ mg Protein als Nährstoff

und für 23,2 Sekunden 0,819 mg Protein = in 5,2 l Blut. Im Durchschnitt braucht also in 1 l Blut von diesem Nährmaterial nicht mehr als $\frac{0,819}{5,2} = 0,156$ mg Protein vorhanden zu sein; wahrscheinlich ist aber stets ein Vorrat vorhanden, wie auch der Zucker im Blut in einem Vorratsverhältnis zum wirklichen Verbrauch steht.

Je kleiner ein Organismus wird, desto größer wird sein Bedarf an Eiweiß pro Kilogramm Lebendgewicht. So steigt annähernd bei einer neugeborenen Maus im Verhältnis zum Erwachsenen der Energieverbrauch um das 20fache, also auch die absolute Höhe der Abnützungsquote um das gleiche Vielfache dem Menschen gegenüber. Dem großen Bedarf an Nahrung entspricht dabei auch die Abnahme der Umlaufzeit des Blutes.

Will man unter Umständen die Nierentätigkeit entlasten, so kann das N-Minimum jedenfalls ein geeignetes Mittel hierzu sein.

Ich habe auch auf einen weiteren biologischen Unterschied zwischen Abnützungsquote und sonstiger Eiweißzersetzung, auf den wir später noch eingehen, aufmerksam gemacht. Die Abnützungsquote bedeutet, wenn von den einfachen Verlusten nach außen durch die Epidermis usw. abgesehen wird, Tod und Absterben einzelner Zellstücke, wie auch (Blut) einzelner Zellen überhaupt über den Weg autolytischer Lösung solch abgestorbener Teile. Die sonstige (dynamische) Eiweißzersetzung verläuft aber chemisch anders, weil ja dieses Material nicht erst zum Aufbau verwendet wird.

Merkwürdigerweise haben zahlreiche Autoren in praktischen Ernährungsversuchen — fast ausschließlich am Menschen — sich bemüht, die Eiweißnahrung immer mehr einzuschränken, um auf diesem Wege, wie sie meinten, das richtige Maß der notwendigen Eiweißernährung zu finden. Die Versuche haben gar keine Anknüpfung bei den energetischen Fragen gesucht, während die Erkenntnis der Bedeutung der Abnützungsquote und die leicht zu findende Technik sie zu erreichen, bei dem ersten Versuch hätten zum Ziele führen müssen. Statt dieses Weges sehen wir die Experimente und Diskussionen über diese Probleme sich erfolglos Jahrzehnte hinziehen, schließlich ist man unbewußt in der neuesten Literatur bei der Abnützungsquote angelangt.

Ausgegangen ist man bei diesen Experimenten von einem Angriff PFLÜGERS auf den Vorschlag C. VOITS, für den Arbeiter — bestimmter Definition — 118 g Eiweiß täglich zu gewähren. Mancherlei Miß-

verständnisse waren dabei aber durch Nichtbeachtung der Körpergröße der Personen und durch die alleinige Verrechnung des Harn-N statt des Gesamt-N unterlaufen. An Angaben von KLEMPERER, M. HIRSCHFELD über geringen Eiweißverbrauch reihten sich im Laufe der Jahre weitere Experimente; man erreichte einen außerordentlich kleinen N-Verbrauch. Oft waren freilich diese Versuche nur von kurzer Dauer des N-Gleichgewichtes, oder es war dabei nicht einmal zu einem solchen Gleichgewicht gekommen. Die angewandten Ernährungsweisen waren sehr wechselnde gewesen. Aber man staunte doch über die Möglichkeit einer solchen ungewöhnlichen Reduktion des Harn-N. Doch nicht einer der Beobachter, außer C. THOMAS, kam auf den Gedanken, seine Ergebnisse mit der Abnützungquote in Beziehung zu setzen.

Die niedrigsten N-Werte haben FOLIN, LANDERGREN, KLEMPERER, RÖHL, SIVEN und C. THOMAS usw. erhalten (s. THOMAS, Arch. d. Phys. 1909, S. 244). Die Einzelbeobachtungen schwanken, als Gesamtmittel ergibt sich für Männer von rund 67 kg pro Kilo Körpergewicht berechnet 0,0446 N im Harn, wozu man etwa noch 0,008 = für den Kot wird rechnen dürfen = 0,053 g im ganzen. Das würde für einen Hungerumsatz und Ruhe von 32 Kalorien pro Kilo 1,38 Kalorien an Eiweiß ausmachen = 4,3% Eiweißkalorien¹⁾. Das betrifft also annähernd die Höhe der Eiweißkalorienmenge, die ich in allerdings kürzer dauernden Versuchen schon für die Abnützungquote angegeben habe.

Zusammengenommen sind die eben angeführten Werte nicht gerade die Abnützungquote selbst, sondern zumeist Versuche mit Nahrungszufuhr gewesen. Sonst wäre man berechtigt, von einem N-Minimum zu reden, worunter man die bei einer bestimmten Ernährung gefundenen niedrigsten Eiweißverbräuche versteht. Dieser ist aber meist höher als die Abnützungquote. Aus neuester Zeit kann ich noch ein paar Versuchsreihen an Tieren und an Säuglingen anführen, die im Zusammenhang mit Vorstehendem Interesse haben.

Für ein Ferkel (9,9 kg) geben EDELSTEIN und LANGSTEIN neuestens eine Abnützungquote bei N-freier Kost an, nach der ich einen Verbrauch von rund 3,79% Eiweißkalorien berechne (s. Beitr. zu Phys. u. soz. Hygiene d. Kindesalters 1919, S. 138).

Aus den gleichen Angaben von EDELSTEIN und LANGSTEIN leite ich bei N-freier Kost für Säuglinge 3,8% Eiweißkalorien als Abnützungquote ab. Die Werte gehen alle an 4% nahe heran. Nur möge

¹⁾ Der Vergleich entspricht nicht genau den Angaben bei Tieren, da ich diese bei Ruhe und 15 Gr. im Hunger zum Vergleich genommen habe. Nimmt man den Ruhestoffwechsel des Menschen zu 24 Kal. pro Kilo, so berechnen sich rund 5,6% Eiweißkalorien.

man beachten, daß bei den Versuchen am Menschen die N-Verluste von der Haut nur in einem Falle (von C. THOMAS), sonst aber nicht bestimmt worden sind. Ich glaube, man darf vorläufig auf geringe Abweichungen kein besonderes Gewicht legen, um so weniger, als wir später noch die Frage zu erörtern haben, ob es nicht unter Umständen gelingen könnte, den N-Konsum noch etwas weiter herabzudrücken.

Die neuen Versuche mit reduzierter Eiweißkost sind zweifellos zu dem von mir zuerst ausgesprochenen Satze der Abnützungquote gelangt. Die Hauptmasse des Energieumsatzes (95—96%) sind rein dynamischer Natur, ein Wirkungsfeld isodynamer Vertretung der Nährstoffe; der kleine Rest 4—5% ist nur durch Eiweiß zu decken.

Zu den Bedingungen, welche die Erreichung des Minimums bzw. der Abnützungquote führen, gehört, wie ich schon 1883 zeigte, die relativ reichliche Zufuhr von Kohlehydraten, besonders leicht löslicher. Man hat später vielfach behauptet, es lasse sich ein niedriger Eiweißumsatz nur erreichen, durch eine den Nahrungsbedarf überschreitende Kalorienzufuhr. Dies ist nach meinen Experimenten sicher nicht allgemein gültig. Es gibt Fälle, bei denen man auf die Abnützungquote kommt, ohne daß eine Vollernährung vorhanden ist. Hauptbedingung bleibt eine Kohlehydratkost, besser Zucker wie Stärke. Unter Umständen habe ich das Minimum erreicht bei einer Kost, die nur $\frac{1}{3}$ der nötigen Kalorien bot, allerdings kann dieser Zustand nur vorübergehend ertragen werden. Aber auch bei einer gerade ausreichenden Vollernährung erhält man bei manchen Personen unter Umständen kein Minimum, sondern erst bei einem Überschuß von Nahrung (abundanter Kost). Letzteres ist gerade bei sonst sehr gut genährten Personen der Fall.

Bei der Frau käme jedenfalls während der Laktation und Schwangerschaft, auch während der Menstruation eine erhöhte Abfallsquote in Betracht, hierüber liegen bis jetzt keinerlei Experimente vor. Bei alten Personen scheint nach neuen Versuchen aus dem Laboratorium von FR. MÜLLER die Abnützungquote dieselbe wie sonst.

Ebenso haben wir noch keine Unterlagen, inwieweit durch innere Sekretion — man denkt dabei zunächst an die Schilddrüse — etwa Veränderungen des Gesamtstoffwechsels und der Abfallsquote vorkommen können. Nach allen bisherigen Erfahrungen gelingt es bei jedwedem Zustand des Körpers auf annähernd dieselbe prozentige Abfallsquote zu kommen.

Die Vorgänge, welche sich bei dem Abfall aus eiweißreicher Ernährung zur Abfallsquote und wieder zu dem Eintritt einer vermehrten Eiweißersetzung ergeben, bedürfen aber noch einer eingehenden Betrachtung, weil sie nicht schlechthin willkürliche Prozesse, son-

dem Erscheinungen sind, die nach bestimmten Regeln verlaufen, deren Kenntnis theoretisch wie praktisch von Bedeutung ist.

Wie man bei jedwedem Zustand der Zellabmagerung zu einem Tiefstand des Eiweißverbrauches auf der Abfallsquote kommen kann, so kann man unter Erhöhung der Eiweißkonzentration die Nahrung auf eine erhöhte Eiweißzersetzung und zu einem N-Gleichgewicht gelangen.

In allen Fällen verschwindet bei der Steigerung des Eiweißes in der Zufuhr ein Teil desselben im Organismus, es beteiligt sich mit diesem zurückgehaltenen Anteil an 3 Funktionen:

1. an einer Mehrung des Organeiweißes, d. h. der wahren Zellbestandteile,
2. an der Ablagerung von Übergangseiweiß,
3. an der Bildung von Vorratseiweiß.

Aber diese 3 Faktoren stehen unter sich nur in einem näheren Zusammenhang, solange die Eiweißfülle der Zellen dieselbe ist. Jede Änderung des Zellzustandes ändert Beziehungen der Funktionen des N. Ein bestimmter Prozentsatz der Eiweißzufuhr wird außerdem dynamisch verbraucht.

Im äußersten Grenzfall, nämlich bei maximalstem Eiweißbestand, findet kein Organansatz mehr statt, bei tiefstem Eiweißbestand des Körpers eine relativ große Anziehung von Eiweiß unter weitgehender Ersparnis des Eiweißumsatzes (RUBNER, Das Problem der Lebensdauer 1908, S. 66). Die Bildung von Vorratseiweiß entspricht namentlich diesen Ernährungsvorgängen bei den höchsten Prozentsätzen an Eiweiß in der Nahrung.

Der interessanteste Faktor ist die Ablagerung von Übergangseiweiß. Ein bestimmter N-Anteil bleibt im Körper zurück und um so mehr, je höher ein neuer Gleichgewichtszustand über einem Minimum liegt. Und dieses Eiweiß muß abgegeben werden, ehe man wieder das frühere Minimum erreicht. Dieses Eiweiß steht also mit einem höheren Prozentgehalt der Nahrung an Eiweiß in direktem Zusammenhang (Zeitschr. f. Phys. 1911, S. 61). Nur ist seine Menge nicht so bedeutend, daß dadurch die Funktionsfähigkeit z. B. der Muskelmasse irgendwie nachteilig beeinflusst werden könnte.

Schematisch betrachtet kommt also eine höhere Eiweißzersetzung und Eiweißvollernährung nur zustande, nachdem eine bestimmte Menge von N im Körper zurückgehalten wurde. Man könnte meinen, diese Eiweißmenge sei eben zirkulierendes oder Vorratseiweiß oder direkte Bildung von Organ. Dies erschöpft aber die Zustandsänderungen nicht. Jedenfalls spielt das Übergangseiweiß dabei die wesentliche Rolle. Es ist früher nicht beobachtet worden, weil man als Vergleich stets den hungernden Organismus gewählt hat. Die Abgabe des Übergangs-

eiweißes fällt noch wesentlich in die Grenzen der Abnahme des N-Verbrauches unter die Größe des Hungerverbrauches. Warum allemal beim Übergang von einer hohen Beteiligung des Eiweißes im Umsatz gegenüber einem niederen solch eine manchmal erhebliche N-Einlagerung vorkommt, das bedarf noch einer besonderen Betrachtung. Vorerst einige zahlenmäßige Belege für den N-Ansatz über die Abnutzungsquote bei Veränderung der Eiweißzufuhr beim Menschen nach THOMAS.

vorher N-Umsatz im Tag g	Übergangs-N wird abgegeben bis zum Minimum g
77,7	57,9
7,8	23,2
6,7	19,2
6	18,4
5	10,9

Es gehört also zur Erhöhung des Eiweißumsatzes eine bestimmte Einlagerung des Eiweißes, eine bestimmte Zustandsänderung. Welche ist diese? Ich möchte zunächst daran erinnern, daß es KÜLZ¹⁾ gewesen ist, der zuerst bei Eiweißfütterung an Tieren eine gewaltige Vergrößerung der Leber und bei Abnahme des Glykogens eine Einlagerung von Eiweiß in die Leber gesehen hat. Die Versuche sind später auch von anderer Seite nachgeprüft worden²⁾. Mit der Zunahme des Eiweißumsatzes ändert sich übrigens auch die Gallebildung. Wenn man die von C. VOIT gemachten Mitteilungen über Gallensekretion nicht mit Bezug auf die Eiweißfütterung, sondern im Zusammenhang mit der Eiweißzersetzung betrachtet, lassen sich diese Beziehungen, die man anscheinend übersehen hat, leicht herausfinden. Viel Gallebildung bedeutet aber viel Blutzersetzung und diese wieder reichliche Neubildung von Blut. Man mag vielleicht an dieser Zusammenstellung noch manches hypothetisch finden, immerhin scheint mir ein solcher Zusammenhang mit der Bildung von Übergangseiweiß möglich.

Daraus ergeben sich für das Leben im N-Minimum und Eiweißminimum eine Reihe höchst bemerkenswerter Unterschiede, auf die man in Zukunft wird besser achten können, die in dem Fehlen oder der ausgeprägten spezifisch-dynamischen Wirkung, der arbeitslos erhöhten oder verminderten Wärmeproduktion, der Änderung der Organzusammensetzung und funktionellen Leistung bestehen.

Ich habe den Irrtum der früheren Jahrzehnte gegenüber den Beziehungen von Bestand an Körper-N und N-Umsatz schon erwähnt. Jede Verringerung der Eiweißzufuhr sollte eine erhebliche Änderung der N-Masse der Muskeln und anderen Organe herbeiführen. Das ist

¹⁾ E. KÜLZ, Beiträge zur Kenntnis des Glykogens.

²⁾ SEITZ, Pflügers Arch. Bd. 111, S. 309.

in dieser Form ausgesprochen unrichtig. Die Versuche von THOMAS haben für eine Reihe von Fällen (s. o.) gezeigt, daß die Verluste gar nicht so erheblich sind, daß man vielmehr sich bald auf das Minimum einstellt. Alles aber, was man früher über die Bedenklichkeit des N-Verlustes vom Körper gelehrt hat, trifft in vollem Maße zu, wenn man nicht mehr so viel N zuführt, um das Minimum zu befriedigen. Mangelt es in dieser Hinsicht an N, dann sind allerdings die Verluste schließlich deletäre; sie haben aber das Merkwürdige, daß sie sich außerordentlich lange hinziehen können. Diese Seite des Problems ist bisher gar nicht beachtet, und die Konsequenzen eines etwaigen N-Verlustes dieser Art, der während der Blockade eine so große Rolle spielte, hat man nicht gewürdigt.

Die Sachlage läßt sich an ein paar Beispielen leicht dartun. Ich habe oben auseinandergesetzt, daß im Begriff des N-Minimums die Erhaltung des ganzen N-Bestandes durch eine außerordentlich kleine N-Menge der Nahrung liegt.

Da man unter Umständen mit 4 g N den ganzen N-Bestand des Körpers intakt halten kann, also beim Erwachsenen $(70 \cdot 30) = 2100$ g N des Körpers, so „erhält“ ein Umsatz von 1 g N 520 g Körper-N. Enthält die Nahrung um soviel zu wenig N, daß täglich 1 g N fehlt, d. h. nur 3 g pro Tag, so muß das Gesamtgewicht des Körpers um $\frac{1}{4}$ zurückgehen; das geschieht erst in langer Zeit, denn 1 g N wird verloren am ersten Tag, dann immer weniger, bis mit 3 g N-Zufuhr ein Gleichgewicht entsteht, also der tägliche Verlust = 0 wird. Der mittlere Verlust ist 0,5 pro Tag, woraus folgt, daß der Verlust sich über $\frac{520}{0,5} = 1040$ Tage hinzieht, also fast über drei Jahre. Es ist begreiflich, daß man im Tier- und Menschenexperiment solche Verhältnisse bisher übersehen hat, weil eine Versuchsdauer von 3 Jahren für ein Experiment denn doch nicht aufgewendet zu werden pflegt. Nur RAGNAR BERG spricht einmal davon, daß im Körper nach „Eiweißfütterung Schlacken“ stecken, die erst nach einem Jahre und länger entfernt werden. Was R. BERG Schlacken nennt, ist wohl nichts anderes als ein langsamer Verlust von Organeiweiß durch ungenügende Eiweißzufuhr. Voraussetzung solcher langdauernden N-Abgaben ist eine ausreichende Nahrung in energetischer Hinsicht, also zureichende Fett- und Kohlehydratzufuhr. Diese Betrachtungen über den Verlust von Organeiweiß haben etwas ungemein Belehrendes gerade für die Blockadezeit gehabt, weil sie uns die protrahierten Wirkungen der Eiweißentziehung vor Augen geführt haben.

Die Abnutzungsquote bleibt aber unter allen Umständen physiologisch, aber auch pharmakologisch und toxikologisch ein wichtiger

Zustand, weil sie uns erlaubt, alle Prozesse zu erkennen, die direkt das Zelleben betreffen.

In jeder Lebenslage stehen nun verschiedene Möglichkeiten des Stoffwechsels zu Gebote, die sich zwischen den beiden Grenzen der Abnutzungsquote und des reinen Eiweißstoffwechselgleichgewichts bewegen können. Die beiden Zustände sind biologisch nicht gleichwertig, denn in dem einen Falle haben wir einen viel geringeren Energieumsatz wie in den anderen mit ungleichen thermischen Wirkungen und Verschiedenheiten des Chemismus der Umsetzungen und Ausscheidungen, deren Eigenarten gewiß auch nach der Lage der äußeren Lebensbedingungen zweckmäßig, aber weniger günstig erscheinen können. Der N-Verbrauch in der Nähe der Abnutzungsquote steht in gefährlicher Nähe einer wirklichen Schädigung des Körpers, wenn Massenverlust als Nachteil gedeutet werden muß.

b) Das N-Minimum.

Man kann wohl mit Bestimmtheit annehmen, daß es möglich sein wird, bei allen Körperzuständen durch geeignete Gabe von Kohlehydraten und Fett die Abnutzungsquote zu erreichen, aber experimentell ist es immerhin notwendig, verschiedene körperliche Zustände direkt zu untersuchen. Es wäre denkbar, Ausnahmefälle zu finden, ohne daß dadurch die Bedeutung der Abnutzungsquote als solche in Frage gestellt würde.

Jedenfalls ist die Abnutzungsquote die wichtigste Basis für die Frage des Eiweißverbrauches. Die Ernährung ist bestimmt, die Abnutzungsquote als Bilanz zu decken, und wenn das gelingt, so haben wir das N-Minimum erreicht. Dieser letztere Ausdruck ist mehrfach schon in anderem Sinne gebraucht worden. Die ältere Ernährungslehre, die den N-Verbrauch bei einem gesunden Tier im Hungerzustand zu meist als Ausgangspunkt ihrer Betrachtung gewählt hatte, hat daran auch die Frage geknüpft, wieviel man allein Eiweiß im Minimum brauche, um diesen N-Verbrauch aufzuheben und wieviel bei einem mit Fett oder mit Kohlehydrat gefütterten Tier hierzu notwendig sei. Wir wissen heute, daß man nur etwa bei der Kohlehydratzugabe dem wirklichen Minimum nahekommen wird; daß aber bei ausschließlicher Fettzugabe nicht nur die Abnutzungsquote besteht, sondern auch noch ein dynamischer Verbrauch von Eiweiß. Endlich bei ausschließlich Eiweißzufuhr zur Deckung des Hungerbedarfs verschwindet ein großer Teil des Fütterungseiweißes, indem er statt Fett verbrennt und nur ein Teil gleicht den eigentlichen N-Verlust aus. Man sieht, daß hier drei unter sich verschiedene Ernährungsbedingungen vorhanden waren, und deshalb werden die „N-Minima“ in den drei Fällen ganz verschie-

den und stehen mindestens in zwei von ihnen nicht auf der Abnützungsquote.

Gehen wir aber von der Abnützungsquote aus, so haben wir einheitliche Verhältnisse. Dabei hat sich herausgestellt, daß mit manchen Eiweißstoffen auf der Höhe der Abnützungsquote das N-Minimum erreicht werden kann; aber nicht bei allen Eiweißstoffen verhält es sich so. Die Verschiedenheit ist ein Ausdruck für die biologische Wertigkeit, auf die ich zuerst aufmerksam gemacht habe. Sie ist näher von C. THOMAS untersucht, von MENDEL und OSBORNE auf die Wachstumsverhältnisse angewandt worden. Weiterhin finden sich Bestätigungen dieser Frage bei BORUTTAU und in neuerer Zeit für die Bestandteile der Milch bei EDELSTEIN und LANGSTEIN. Es genügt vorläufig, auf diese grundlegenden Unterschiede von Abnützungsquote und N-Minimum hingewiesen zu haben. Das Hauptergebnis zeigt uns also wichtige Unterschiede einzelner Eiweißarten. Damit haben wir ein neues Feld der Forschung aufgeschlossen. Die ältere Physiologie sprach nur von „Eiweiß“ als einheitlichen Begriff, heute aber differenzieren wir nach Eiweißstoffen verschiedener Herkunft. Jedenfalls spielt die Konstitution der letzteren eine ausschlaggebende Rolle. Die Fragen sind noch in Fluß. Aber das eine steht sicher, daß das Muskelfleisch und ähnliches vollwertige Eiweißstoffe sind, wie auch die Eiweißstoffe der Milch. Unter den pflanzlichen Eiweißstoffen finden sich dagegen vielerlei Unterschiede. So ist das „Kartoffeleiweiß“ wertvoller als das Broteiwweiß.

Wenn man bedenkt, daß die Eiweißstoffe, abgesehen von der Art der Kombination, aus vielen zum Teil noch unbekanntem Aminosäuren aufgebaut sind und wahrscheinlich für das Leben eine scharf begrenzte Konstitution des Eiweißes notwendig ist, so kann das Fehlen eines Bausteines vielleicht — wenn nicht Vertretungen vorkommen können — die Bildung von Organeiwweiß hindern.

Nach anderweitigen Erfahrungen von LÖWI, ABDERHALDEN scheint es aber gleichgültig, ob ein wertvoller Eiweißstoff als solcher aufgenommen wird oder ob derselbe in hydrolysierten Form einverleibt wird.

Im Pflanzen- und Tierreich kommen neben den Eiweißstoffen noch andere N-haltige Körper verschiedener Art vor, die man häufig mit dem Namen Extraktivstoffe bezeichnet. Ihre Rolle im Eiweißersatz ist im einzelnen noch nicht genau aufgeklärt. Schon die einheitliche Zusammenfassung scheint bedenklich. Insoweit es sich um die Extraktivstoffe tierischer Organe und Sekrete handelt, wird man ihnen im allgemeinen den Charakter von Abbaustoffen zusprechen müssen, ohne damit sagen zu wollen, daß jedweder dieser Gruppe von Stoffen diesen

Charakter trägt. Bemerkte man doch z. B. nach Fütterung mit Fleischextrakt merkwürdig lange sich hinziehende Zurückhaltung einzelner Bestandteile, die auf eine besondere Verwendung hinweist. Sicher aber bleibt, daß in der Gesamtheit dieser Art von Extraktivstoffen nicht der Charakter des Eiweißersatzes zukommt, offenbar wohl deshalb, weil die Wege des Abbaues andere sind als solche, welche durch Umkehr der Hydrolyse einen Aufbau ermöglichen. Anders hat man wohl viele der N-haltigen, nicht eiweißartigen Produkte, wie sie in den Pflanzen, besonders in Wurzelgewächsen und Blattgemüsen, den Kartoffeln und anderweitig vorkommen, zu beurteilen.

Bei diesen wird es jeweilig darauf ankommen, ob ein Baustein des Eiweißes in solcher Mischung enthalten, daß ein Aufbau zu Organeiwweiß möglich ist. Die Frage hat noch keine definitive Lösung gefunden und kann auch nicht für jede Pflanze gesondert geprüft werden, weil man mit der Möglichkeit rechnen muß, daß vielleicht durch Kombinationen zweier oder mehrerer Pflanzen gerade diejenige Mischung der Bausteine erreicht wird, welche zur Eiweißsynthese notwendig ist.

Heutzutage sind wir wenigstens über die größeren Unterschiede der Wertigkeit der N-haltigen Nahrung unterrichtet. Die Untersuchungen beziehen sich wesentlich auf die Erhaltung des Minimums beim Bestandstoffwechsel oder auch auf der Wertigkeit der verfütterten Stoffe für den Aufbau der wachsenden Organe.

Die Technik der Untersuchung ist je nach den Ansprüchen an Genauigkeit natürlich eine verschiedene.

Vielleicht kann man auch damit rechnen, daß der Organismus an sich für längere Zeit einen beschränkten Ausgleich bieten kann, falls eine Komponente fehlt, dann würde sich erst allmählich in einer Fütterungsperiode der Mangel einer solchen Zufuhr zeigen.

So gelangen wir an ein Grenzgebiet, wo die Methodik unentschieden lassen muß, ob die Krankheitserscheinungen bei gefütterten Tieren auf dem Mangel bestimmter Bausteine beruhen, oder ob Stoffe, wie Vitamine, in Frage kommen, ob weiter die Ernährungsmöglichkeit auf dem Mangel eines chemisch definierten Körpers oder einer Rückwirkung auf bestimmte Organe beruhen.

Und ebenso steht zur Erwägung, ob die biologische Wertigkeit für den Bedarfsstoffwechsel das gleiche sei wie das für das Wachstum. Es kommt dabei schließlich darauf hinaus, daß die biologische Wertigkeit allerdings dieselbe sein kann, aber nur, wenn die aufgebauten Organe oder Organteile die gleichen sind.

Was außerhalb der Abnützungsquote verbraucht wird, dient rein dynamischen Zwecken, d. h. es nützt durch Wärme und Energiezufuhr.

Ich will hier nicht auf die praktischen Erfahrungen mit verschiedenen Nahrungsmitteln mit Rücksicht auf die Erhaltung eines N-Minimums eingehen. Nur mit Rücksicht auf das bisher Gesagte will ich betonen, daß recht große Verschiedenheiten im einzelnen auftreten.

Jedenfalls eines der bemerkenswertesten Vorkommnisse auf diesem Gebiete liegt darin, daß man in manchen Fällen absteigend zwar die normale Abnutzungsquote bald erreicht, daß aber der Versuch, mit einem vollwertigen Eiweißstoff das N-Minimum zu gewinnen, ohne Erfolg bleibt. Dies ist zuerst von C. THOMAS und später von RÖSE bei Ernährung mit Brot und auch anderen Nahrungsmitteln gesehen worden, in letzteren Fällen zumeist bei längerer Dauer solcher Versuche. Die Bedarfsmengen im Minimum steigen dann auf das Doppelte, Dreifache und mehr. Ich habe vermutungsweise einmal geäußert, daß es sich möglicherweise um nebenbei auftretende Veränderung des Salzstoffwechsels handeln könne. RÖSE wollte die Ursache in einer Verschiebung der Basen und Säuren in der Kost sehen. Es hat sich aber für diese letztere Theorie keine Begründung finden lassen. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um Zustände eines vorhergegangenen bereits starken Verlustes von Zelleiweiß, vielleicht um ganz bestimmte geschädigte Organe. Nahrungseiweiß wird dann schon unmittelbar nach der Resorption zum Neuaufbau verwendet, in den späteren Tagesstunden tritt aber erneuter N-Mangel auf, der wieder durch erneute Abgabe von Organeiweiß gedeckt werden muß.

So wunderbar die Möglichkeit der Erhaltung auf einem N-Minimum überhaupt ist, so bietet eben doch die Kleinheit des Bedarfs eine um so schärfere Auswahl der richtig gebauten Nährstoffe.

Die vergleichende physiologische Forschung der natürlichen Ernährung der einzelnen Spezies, die uns noch vollkommen fehlt, wird später einmal uns aufklären können, mit welchem triebhaften Regulationsmechanismus der Ernährung die Unterernährung in der Natur abgewehrt wird. Nur bei einem Nahrungsmittel, bei der Muttermilch-ernährung der Säuglinge, haben HEUBNER und ich zuerst gefunden, daß das Wachstum trotz kleiner Eiweißmengen fortschreitend ein normales bleibt, weil in der Tat die Einschränkung für die Erhaltung des Bedarfsstoffwechsels nahe oder ganz auf der Höhe des Minimums erfolgt, während nur der Überschuß dem Wachstum dient. In der Muttermilch müssen wir aber das vollendetste, von der Natur selbst geschaffene Nahrungsmittel sehen. Und sollte vorübergehend ein höherer Bedarf für den Erhaltungsstoffwechsel eintreten, so wird die Verringerung des Wachstums die nötige Nahrung schaffen, ohne das Geschaffene selbst in Gefahr zu bringen.

Das Minimum ist ein Ernährungszustand, welcher in seiner vollen Reinheit ein Ausnahmezustand ist, der für die Erhaltung der Spezies insofern bedeutungsvoll ist, als es lange Zeit einen ziemlichen Schutz des Körpers bietet und durch die Langsamkeit des körperlichen Zusammenbruchs unter natürlichen Verhältnissen bei den Tieren und wohl auch bei den Menschen durch Perioden besserer Ernährung abgelöst und wieder gut gemacht werden kann.

Wir gehen noch einen Schritt weiter und denken uns die praktische Lösung des Minimums durch die Zufuhr unserer gewohnten Nahrungsmittel, so treten funktionelle Neubelastungen des Körpers durch den mehr oder minder glatt erfolgenden Verdauungsakt ein. In dieser Hinsicht brauchen wir keinen so besonderen Nachdruck etwa auf das wirklich Unverdauliche zu legen, als vielmehr auf die Anregung des Darmes zu größerer Sekretion, wie ich dies für manche pflanzliche Nahrungsmittel erwiesen habe.

Wir sehen jetzt mit jedem Schritte klarer, das N-Minimum ist der äußerste Grenzwert, der für einen beliebigen Körperzustand gilt, aber mit der besonderen Bedeutung, daß es selbst unter Einschränkung von Funktionen zeitweilig andauern kann. Vom N-Standpunkt betrachtet bedeutet seine weitere Einschränkung den Verlust an Zellsubstanz, der gegebenenfalls auch die motorischen Funktionen zu schädigen in der Lage ist. Der Grenzwert wechselt seiner Größe nach mit der Konstitution des eiweißartigen Materials. Nach Lage der Gesetze des Stoffwechsels liegt weder ein Zwang noch eine Berechtigung vor, diese unsichere Grenzlinie, welche von so mannigfachen Begleitumständen abhängig ist, als Maß der normalen Ordnung der Nährstoffverhältnisse zu wählen.

Ernährung auf dem Minimum bedeutet selbstredend eine Begrenzung in der Wahl der Nahrungsmittel, die alle zusammen ja nur einen Gehalt von 4—5% Eiweißkalorien besitzen dürfen. Die Ernährungsmöglichkeit des Menschen, der Warm- und Kaltblüter liegt so ziemlich auf derselben Stufe der Abnutzungsquote und des N-Minimums begrenzt. Aber nicht dauernd, weil gewisse funktionelle Vorgänge in den Organen sich ändern können, wobei erhöhte Ansprüche an die Eiweißzufuhr gestellt werden. In welcher Weise das Eiweiß des Minimums auf die verschiedenen Organe im Innern verteilt ist, wissen wir nicht, doch habe ich wahrscheinlich gemacht, daß die Blutbildung jedenfalls einen erheblichen Teil in Anspruch nimmt. Schon daraus folgt, daß die einzelnen Organe keine Abnutzungsquote und kein N-Minimum auf derselben Höhe besitzen, wie es uns der Gesamtdurchschnitt des Bedarfs anzeigt. Das eine oder andere Organ muß also noch bescheidener im N-Verbrauch sein können als das Blut, d. h. es muß bestän-

diger sein, sich weniger abnützen. Aber wenn die einzelnen Organe so wenig an N verlieren, so besteht ihr eigentlicher Verbrauch im N-freien Material, was man schon lange wissen könnte, wozu man sich aber so schwer durchringt. Für den, der eine Drüse betrachtet, ist zunächst die Sekretion die Hauptsache; wir bedenken aber nicht, daß zweifellos auch bei diesen Zellen nebenbei oder quantitativ am bedeutungsvollsten der sonstige Verbrauch an Energie ist, ein Vorgang, von dem man sich selten Rechenschaft ablegt. Auch bei der Differenzierung der Zellen spielt die Erhaltung der Oxydation und des Umsatzvermögens gegenüber der Nahrung im allgemeinen die Hauptrolle.

Solange wir die Organphysiologie in ihrem vollen Umfange nicht studieren können, ist es auch nicht möglich, über die Eigenheiten des Stoffverbrauches und Kraftverbrauches weiteres zu sagen. Wir können aber das, was die N-freien Stoffe leisten, auch durch das Eiweiß der Zufuhr ersetzen, wobei sich eine Reihe anderer Funktionsänderungen zeigen, die ich schon oben S. 93 näher gekennzeichnet habe.

c) Der endogene Stoffwechsel.

In neuester Zeit hat sich namentlich in klinischen Kreisen der Ausdruck endogener Stoffwechsel immer mehr eingebürgert. Diese Bezeichnung findet sich meines Wissens zuerst bei BURIAN und SCHUR (Über die Stellung der Purinkörper usw., Pflügers Arch. Bd. 71, S. 241, 1900) für die Harnsäureausscheidung bei gewöhnlicher Kost und bei purinfreier Nahrung angewandt. Darin soll ausgesprochen sein, daß es Ausscheidungsstoffe gibt, die durch Nahrung stark vermehrt werden, eventuell auch nur von ihr herkommen, eine Vorstellung, die sich natürlich auf alle Harnbestandteile übertragen und im einzelnen prüfen läßt.

Ich muß im Zusammenhang hiermit auf die Vorgeschichte zu diesen Fragen etwas näher eingehen, um zu zeigen, daß mit dieser Wahl der Worte endogener und exogener Stoffwechsel der innere Zusammenhang mit den grundlegenden physiologischen Anschauungen verlorengegangen ist. Ich finde den Zusammenhang nur von CASPARI richtig wiedergegeben (Handbuch d. Biochemie IV. Bd., 1. Hälfte 1911, S. 741), der ganz zutreffend die Abnutzungsquote und den endogenen Stoffwechsel ihrem Wesen nach als gleichbedeutend ansieht und darauf hinweist. Es ist nämlich völlig in Vergessenheit geraten, daß ich in der Ausnutzungsquote zwar einen energetischen Ausdruck des Ernährungsvorganges bestimmter Art sah, daß ich aber gleichzeitig auf besondere chemische Vorgänge mit Bezug auf die Art der Umsetzung der Körperstoffe hingewiesen und zahlenmäßige Anhaltspunkte dafür erbracht habe.

Es ist nötig, daß man sich dieser Zusammenhänge mehr bewußt wird. Man hat früher in der Stoffwechsellhre nur Gewicht auf die N-Ausscheidung gelegt und sich keineswegs die Frage vorgelegt, ob denn der Harn bei allen Ernährungszuständen gleichartig zusammengesetzt sei. Im Gegensatz zu dieser Annahme der Gleichheit war ich bei meinen kalorimetrischen Untersuchungen 1885 zuerst auf bestimmte Unterschiede des Harnes im Zusammenhang mit dem Wechsel der Ernährung aufmerksam geworden.

In dem N-Minimum bzw. dem Zustand der Harnbildung auf der Höhe der Abfallsquote liegt ein besonderer Vorgang der inneren Umsetzungsprozesse vor, eine echte Organzerstörung, während bei Eiweißzufuhr nur das Nährstoffeiweiß zerlegt wird. Ich habe darauf aufmerksam gemacht, daß die Harnen bei verschiedener Fütterung und bei Hunger nicht gleichartig zusammengesetzt sind (Biol. 1885, S. 329). Der Hungerharn hat um 23% mehr Verbrennungswert wie der Harn nach Eiweißfütterung. Ich habe weiter gezeigt, daß auch die Quotienten Kal./N im Harn verschieden sind.

	auf 1 N trifft Kohlenstoff	1 N trifft Kal.
bei Harnstoff	0,429	5,41
nach Eiweißfütterung	0,532	6,69
bei Hungerharn	0,728	8,49.

Die Verbrennungswärme nimmt mit dem Kohlenstoffgehalt des Harnes zu. Außerdem hatte ich die Zerlegung des Harnes durch Bromlauge durchgeführt und die N-Entwicklung und die Wärmebildung gemessen, wobei auch der Harnstoffgehalt (und NH_3 -Gehalt) sich annähernd nachweisen läßt.

Mit Bezug auf die Quotiente C/N ist noch besonders auf eine in der Zeitschr. f. Biol. 1902 erschienene Arbeit von C. FRANK und TROMMENDORFF hinzuweisen (s. l. c. S. 272). Die beiden Beobachter haben bei abundanter Eiweißkost (ausgewaschenes Fleisch) den Quotienten bestimmt und gesehen, daß dieser bis auf 0,429 heruntergeht, also dem reinen Harnstoff sich nähert.

Auch TANGL hat später noch Beiträge zur Kenntnis der schwankenden Quotienten Kal./N im Harn geliefert. Aus alledem folgt, daß das Eiweiß der Nahrung anders zerlegt wird als das vom Körper abgegebene Eiweiß.

Ich habe mich über diese Zerlegungsweise wie folgt (1885 l. c. S. 326) ausgesprochen: „Ich bin daher geneigt, anzunehmen, daß das im hungernden Tier absterbende Eiweiß andere Spaltungsprodukte liefert (vielleicht qualitativ wie quantitativ) als das Muskelfleisch,

welches nach durchgemachter Totenstarre durch die Verdauungssäfte gelöst die Wege der Zersetzung findet.“

Hierin liegt also noch ein anderer Gedanke mit inbegriffen, der an sich in den sonst üblichen Anschauungen über endogenen und exogenen Stoffwechsel nicht mit inbegriffen ist: die Wesensungleichheit der Zerlegung.

FOLIN hat 1905 (Americ. Journ. of Phys. XIII) an den Gedanken von BURIAN und SCHUR angeknüpft und zu der Untersuchung der Ausscheidung der endogenen und exogenen Harnsäure seine Studien über die Kreatininausscheidung und die Ausscheidung des neutralen Schwefels hinzugefügt und methodisch die Verbesserung geschaffen, den Harn bei mittlerer Ernährung und bei sehr geringem Eiweißverbrauch in Vergleich zu stellen, wodurch die Differenzen besser im Gehalt einzelner Harnbestandteile hervorgetreten sind. Das wäre also die Auflösung der Abfallsquote nach der stofflichen Richtung in die Minimalwerte der in diesem Zustande ausgeschiedenen Körper. Wie die bisherigen Feststellungen in dieser Hinsicht schon den wahren Abnutzungswerten entsprechen, will ich hier nicht weiter untersuchen. Schon bei der Frage des Kreatinins haben sich bekanntlich sehr große Schwierigkeiten in der Deutung ergeben.

Die Größe des endogenen Stoffwechsels würde sich also aus dem Fehlen gewisser Produkte bei N-armer Nahrung ergeben müssen. MENDEL meint in einem Referate, meine Abfallsquote sei identisch mit dem endogenen Stoffwechsel und findet es auffällig, daß ich in meinen Arbeiten 1908 auf die FOLINSchen Angaben nicht eingegangen bin. Ich bin aber auch heute nicht sicher, ob man das, was man den endogenen Stoffwechsel heißt, mit der Abnutzungsquote als identisch ansehen kann; dem Sinne nach kann in der Bezeichnung mancher Autoren nur ein Gegensatz zwischen Zerlegung von Körperbestandteilen und von außen zugeführter Nahrung unter dem Wort endogener Stoffwechsel gefunden werden. Demnach wäre also mit der Möglichkeit zu rechnen, daß Abfallsquote, Hungerstoffwechsel und Nahrungszufuhr in ihren Zerlegungsprodukten nicht ganz identisch sind. Die Scheidung zwischen dem N-Minimum und der Vollernährung ist eine Fragestellung erst geworden, seitdem ich diese Trennung aufgefunden hatte.

Es liegt mir nicht, in eine Diskussion der Priorität einzutreten, denn das ist doch von niemandem zu bezweifeln, daß die Definition in quantitativer Begrenzung der Abfallsquote schon in meinen ersten kalorimetrischen Untersuchungen 1885 enthalten ist, und ebenso steht fest, daß ich doch auch die ersten Beweise für Qualitätsunterschiede des Harnes bei der Zerstörung von Organeiweiß und Nahrungseiweiß erbracht habe. Diese Tatsachen hätten eher Anlaß sein können, bei

der Diskussion von endogenen und exogenen Produktionen von Anfang an in Besprechung gezogen zu werden. Im übrigen bin ich durchaus der Meinung, daß das nähere Studium der Spaltungsprodukte auf dem Boden des N-Minimums, wie es von FOLIN u. a. durchgeführt wird, seine große Bedeutung hat. Ich bin auch der Meinung, daß man sich die weitere Forschung erleichtert hätte, wenn man von vornherein bei der Abfallsquote angeknüpft hätte. Man muß sich also darüber klar werden, ob endogener Stoffwechsel etwa auch die Spaltung von Körperbestandteilen, wie beim Hunger über die Grenzen des Minimums hinaus, in sich greift. — Wenn man das verneint, dann ist endogener Stoffwechsel nichts weiter als die Spaltung der bei der Abfallsquote zur Zersetzung kommenden Verbindungen. Ein N-Minimum bleibt bei dieser Untersuchung besser ausgeschlossen. Wenn die Abnutzungsquote variabel ist, so trifft das gleiche für den endogenen Stoffwechsel zu.

II.

Der Körperzustand.

Die gesamten äußeren Erscheinungen einer Individualität können unter verschiedenen Umständen recht verschieden sein. Zwar hält sich die Körpermasse speziell bei den Erwachsenen oft Jahrzehnte konstant, aber Krankheiten oder andere Umstände, auch das Alter verändern uns mitunter sehr erheblich. Die einzelnen Individuen haben gewisse habituelle Eigentümlichkeiten, die in den Grenzen der Fettsucht nach der einen Seite oder nach der Seite übertriebener Magerkeit schwanken können. Es gibt auch nationale Typen und charakteristische Merkmale des Körperzustandes. Man hat auf die Eigentümlichkeiten bisher im Zusammenhang mit den Stoffwechselfragen und auch mit den gesamten funktionellen Leistungen nur wenig geachtet, obschon sie tief einschneidender Natur sind. Ich kann an ihnen an dieser Stelle nicht vorübergehen und will das Wenige, was sich darüber sagen läßt, ganz kurz zusammenfassen, wenn ich mir auch bewußt bin, daß es nur die groben Umrisse sind, die späterhin einmal die Forschung noch erweitern muß.

Rein materiell gesagt besteht die Verschiedenheit des Körperzustandes darin, daß die Reaktionen zwischen dem Bestand an Zellmasse und Vorratsstoffen, wie Fett und Glykogen, verschiedene sein können, und daß außerdem die Organmasse aus Zellen mit reichlichem Eiweißgehalt und solchen mit wenig Eiweiß bestehen kann. Äußerlich prägen sich die Zustände als Magerkeit und Fettreichtum aus, während uns eine Beurteilung des Zellzustandes selbst nicht ohne weiteres ermöglicht ist.

Der Körperzustand ist natürlich das Resultat zwischen Nahrungsangebot und Bedarf. Die Gründe für die Beziehungen zwischen beiden beruhen teils auf sozialen Verhältnissen, teils auf angeborenen oder anezogenen Eigentümlichkeiten der Nahrungswahl. Die wesentlichsten Momente, welche zur Ausbildung besonderer Formen des Körperzustandes, namentlich mit Rücksicht auf die Beziehungen zur Eiweißernährung führen, sollen im einzelnen behandelt werden.

Es verdient eine besondere Erwähnung, daß die Zahl der Analysen ganzer Tiere nach Stoffwechselversuchen und im Zusammenhang damit eine verschwindend kleine ist, und daß für die Menschen die Kenntnis seiner analytisch feststellbaren Zusammensetzung geradezu eine klägliche genannt werden muß. Wie man überhaupt Stoffwechselversuche und Körperanalysen zu etwas Einheitlichem kombinieren kann, habe ich vor vielen Jahren an ein paar Untersuchungsreihen gezeigt.

Es wäre völlig unverständlich, wenn man sich auf die Beziehungen zwischen Körperzustand und Stoffwechsel allein beschränken wollte. Entscheidend ist die Frage, welche funktionellen Leistungen dem einen oder anderen Körperzustand zugehören, ja, den Medizinern und Ärzten wird gerade diese Seite der Zustandsprobleme die allerwichtigste sein müssen.

a) Körperzustand und Stoffwechsel.

Im Zusammenhang mit der Eiweißfrage läßt sich folgendes hier anführen. Der Fettgehalt ist im Hunger entscheidend für den Eiweißverbrauch. Der Fettgehalt geht bei hungrigen Tieren schließlich bis auf Spuren herunter; bei meinen fettesten Versuchstieren machten im Beginn des Hungers die Eiweißkalorien etwa 6% der Gesamtkalorien aus, stehen also sehr tief, weil man sonst meist doch 10—12% Eiweißkalorien im Hunger beobachtet. Es kann sehr viel Fett vom Körper eingebüßt werden, ehe die Eiweißzersetzung im Hunger größer wird. Sinkt der Fettgehalt aber unter 6% des Lebendgewichtes, so nimmt nach meinen Versuchen die Eiweißzersetzung zu; erst allmählich, dann rasch, bis bei einigen Zehntel Prozenten Fett sozusagen nur mehr Eiweiß verbraucht wird. Diese Verhältnisse stehen experimentell fest.

Je niedriger schon im Hunger der Eiweißverbrauch ist, um so leichter läßt sich auch bei Kohlehydratzufuhr die Abnützungquote erreichen. Wahrscheinlich erklären sich hieraus manche Widersprüche, da behauptet wird, man müßte mehr Kohlehydrate geben, als zur Erhaltungsdiät notwendig ist, während andere auch mit geringeren Kohlehydratmengen Erfolg hatten. In meinen neuen Versuchen am Menschen waren die Kohlehydratmengen, mit denen die Abnützungquote erreicht wurde, ganz verschieden. Ich habe in minimo schon mit 12 Kohlehydrat-

kalorien pro Kilo oder mit 23 Kalorien oder auch mit 76 Kalorien den Effekt erreicht. Da man im Durchschnitt 40 Kalorien pro Kilo als Bedarf eines Mannes annehmen kann, so blieben obige Kohlehydratzahlen teils weit unter diesem Wert, teils waren sie wesentlich darüber. In Selbstversuchen hat ZELLER (Arch. f. Phys. 1914, S. 24) in wohlgenährtem Zustand sogar mit einem Gemenge von 90 g Fett und 10 g Kohlehydraten noch eben einen niedrigsten Eiweißverbrauch erreicht.

Allem Anschein nach kommt es nicht auf die absolute Fettmenge des Körpers an, sondern auf die relative; eine solche kann also auch bei einem eiweißverarmten Organismus vorhanden sein.

Neben der Fettabmagerung kommt die Eiweißabmagerung in Betracht, die verschiedenartig bis unter 50% des früheren Bestandes ausmachen kann. Da die Fettbildung nicht vom Eiweißbestand des Körpers abhängig ist, so kann neben jedem Eiweißgehalt theoretisch jeder beliebige Fettgehalt vorhanden sein. Experimentell sind auch solche Verschiebungen leicht herbeizuführen. Also gibt es in den Extremen des Eiweißbestandes betrachtet sowohl Magerkeit bei Fettarmut und optimalem Eiweißbestand des Körpers und Magerkeit bei Fettarmut und minimalstem Eiweißbestand. Untersucht sind vom ernährungsphysiologischen Standpunkt die untersten Grenzzustände Magerkeit bei starker Abnahme des Eiweißbestandes mit der Wirkung hoher Eiweißzersetzung im Hunger und niedriger Eiweißbestand und hoher Fettgehalt mit der Wirkung sehr niedriger Eiweißzersetzung (Versuch mit allgemeinem Hunger fettarmer Tiere, Eiweißhunger bei fortwährender Fettzufuhr).

Wird der Eiweißgehalt der Tiere stark erniedrigt, während der Fettgehalt sich unvermindert hält, so nimmt relativ das Eiweißbedürfnis erheblich ab, wie ich beim Hunde nachgewiesen habe (Problem d. Lebensdauer 1908).

Aus dieser Darlegung ersieht man, wie der Körperzustand die Möglichkeit der Erzielung der Abnützungquote bald erleichtert, bald erschwert. Ich glaube nach einigen Ergebnissen annehmen zu dürfen, daß die Fälle mit gutem Eiweißbestand jene sind, bei denen man mit der Kohlehydratzufuhr nur dann die Abnützungquote wirklich erreicht, wenn man eine abundante, d. h. den Bedarf überschreitende Kohlehydratmenge anwendet.

Die Einstellung auf ein Minimum erfolgt also bei der Wandelbarkeit der Zusammensetzung des Körpers an N-freiem Reservestoff und wegen der Verschiedenheit des Zellbestandes an lebender Substanz mit wachsender Leichtigkeit.

b) Schwankungen in der Deckung des Kalorienbedarfs.

Trotz der zumeist jahrelangen Gleichmäßigkeit des Körpergewichtes der Erwachsenen darf man nicht glauben, daß deshalb auch die Ernährung Tag für Tag genau die gleiche sei. Unsere funktionellen Leistungen, die sich namentlich im Kalorienbedarf ausdrücken, zeigen ein Auf und Ab, und die Nahrung ist schon um deswillen nicht immer den Bedürfnissen angepaßt, weil wir ja erst nachträglich und durch vorhergegangene Leistungen also post festum zur Nahrungsaufnahme veranlaßt werden. Die Inkongruenzen in kalorischer Hinsicht äußern einen wichtigen Einfluß auch auf Eiweißumsatz und Bedarf.

Um dies zu verstehen, wollen wir uns nur erinnern, daß ein Defizit an N unter der Herrschaft des N-Minimums bei einer kalorischen suffizienten Kost erst in langen Zeiträumen einen merklichen Verlust an Organmasse herbeiführt. Demgegenüber liegt der Eiweißverbrauch bei Hunger ganz anders. Er übersteigt stets das N-Minimum, und zwar um so mehr, je weniger der Körper an Fett enthält.

Bei einer kalorisch insuffizienten Kost beginnt ein Spiel zwischen dem Stoffwechsel auf der Basis eines Minimums und dem Hungerstoffwechsel. Fällt daher ein Teil der Zufuhr aus, so reicht die Nahrung zwar für eine bestimmte Anzahl von Stunden zu einer Vollernährung aus, dann folgen Stunden mit teilweise mangelnder Kost oder sozusagen einer Hungerperiode im Tagesverlauf, und während dieser wird die N-Ausscheidung über dem Minimum liegen. Der andere Fall betrifft jenen Körperzustand mit hohem Eiweiß- und Fettgehalt, wobei die Abnutzungsquote nur erhalten wird durch einen Überschuß von Nahrung über den durchschnittlichen Bedarf. Verringerung des Überschusses führt zu N-Verlust. Jede Einschaltung eines solchen Hungerzustandes führt eine Veränderung des Körpers im Sinne einer Entfettung herbei neben der Vermehrung der N-Ausscheidung.

Aus dem Gesagten erhellt auch die besonders wichtige Bedeutung, welche bei niederer Eiweißzufuhr die genügende Versorgung mit Kalorien hat.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn statt des Minimums ein Ernährungsverhältnis gewählt war, in welchem der Eiweißgehalt höher steht, als er dem Hungerzustand entspricht, dann entfällt die ganze Einwirkung insuffizienter Kost auf die meist reichlichen Vorratsorgane des Fettgewebes. Die Eiweißkonzentration der Kost wird nur richtig und zweckmäßig sein, wenn sie dem durch den Körperzustand bedingten Hungerstoffwechsel angepaßt ist. In den beiden gewählten Beispielen haben wir auch den Weg zur natürlichen Transformierung des Körperbestandes, einmal in der Richtung einer Enteiweißung der

Zellen — neben einem mäßigen Fettschwund —, andererseits zur Herausbildung einer mageren Persönlichkeit.

Diese Rückwirkungen lassen sich aber nur völlig verstehen, wenn man die Gesetze kennt, nach denen der Aufbau verlorener Körpermasse vor sich geht. Die einfachste Vorstellung wäre die eines reversiblen Vorganges. Was an einem Tag etwa an N eingebüßt wird, wird eben die folgenden wieder ersetzt. Tatsächlich liegen aber die Verhältnisse, die übrigens auch für die Rekonvaleszenz ihre Bedeutung haben, nicht so einfach. Zwei Vorkommnisse sind anders, als man sie sich gemeinlich vorstellt. Einmal bringt die gleiche Menge Eiweiß nicht bei jedem Körperzustand den gleichen Nutzeffekt des Aufbaues zustande, und zweitens kann man nicht jeden Überschuß an Eiweißnahrung über den Bedarf vollinhaltlich zur Ablagerung bringen. Ich will dies nach meinen Erfahrungen näher erläutern.

Ich darf nach den Versuchen von VOIT als bekannt voraussetzen, daß man mit ausschließlicher Eiweißfütterung keinen nennenswerten Aufbau erhält, die Gründe sind uns jetzt verständlich. Reine Eiweißkost ist nicht im ganzen nutzbringend, sondern ein großer Teil besorgt einfach dynamische Zwecke, und die Verbrennung steigt durch die spezifisch dynamische Wirkung an. Günstiger wirkt die Mischung von Eiweiß und N-freien Stoffen und dabei besonders günstig die Zugabe von Kohlehydraten. Die äußersten Grenzen von Eiweißablagern bringt im Durchschnitt ein Gemisch bis 60% Eiweißkalorien.

Systematische Versuche dieser Art fanden sich in meinem Buch („Problem der Lebensdauer“, 1908, Bd. 43) am Hunde bei Fleisch-Fett-Ernährung ausgeführt, bei denen sich gezeigt hat, daß dieselbe Nahrung bei verschiedenen Auffütterungsperioden keineswegs den gleichen Nutzeffekt des Ansatzes gibt. Ich habe aber vor kurzem Gelegenheit gehabt, Versuche, die H. v. HÖSSLIN an Gefangenen über die Auffütterung gemacht hat (Arch. f. Hyg. 1919) eingehender zu bearbeiten, wobei sich auch für den Menschen sehr wichtige gesetzmäßige Beziehungen der Nahrung zum Aufbau haben ableiten lassen, die uns in Kombination mit den oben genannten Versuchen am Hund ein vorläufiges Bild über die Theorie des Wiederaufbaues des Körpers von der tiefsten Stufe der Ernährung ab geben (Arch. f. Phys. 1919).

Die gesetzmäßigen Beziehungen treten uns dabei keineswegs so einfach entgegen, sonst wären sie natürlich schon längst aufgefunden worden; es hängt in der Tat die Möglichkeit der Aufklärung von der richtigen Basis des Ausgangs der Betrachtung ab, und diese Basis stellt das N-Minimum oder die Abnutzungsquote dar. Es zeigt sich dabei folgendes: Die Zurückhaltung von N im Körper bei Herabgekommenen ist sehr groß, das fällt besonders auf, wenn man über-

haupt viel Eiweiß gibt. Dies ist vielleicht noch nicht so bemerkenswert wie die lange Dauer dieses N-Ansatzes. Die Menge des Ansatzes ist direkt proportional dem prozentigen Eiweißüberschuß der Nahrung über das N-Minimum.

Niemals aber findet nur N-Ansatz auch unter diesen Umständen statt, sondern stets eine Steigerung des Eiweißumsatzes, und zwar so, daß bei großen oder kleinen Eiweißmengen stets ein bestimmter Prozentsatz angesetzt und ein bestimmter umgesetzt wird. Der stark Herabgekommene verhält sich fast wie der Säugling, der viel N ansetzt und wenig umsetzt.

Man sieht aus dem Gesagten, das Herunterkommen des Körpers durch Hunger oder partielle Inanition erfolgt rascher als der Aufbau.

Erholen sich die Zellen und werden eiweißreicher, so ändert sich die Relation zwischen Eiweiß, das zur Organverbesserung dient und dem dynamisch verbrauchten Anteil. Die natürliche Überlegung sagt uns, daß es eine oberste Grenze des Eiweißgehaltes der Zellen geben muß, bei der jede Steigerung des Eiweißgehaltes der Nahrung das Eiweiß einfach dynamisch zum Verbrauch bringt.

Ohne weitere Rechnung ist also verständlich, daß man niemals dem Körper das als Organeiweiß Verlorene dadurch ersetzen kann, daß man ihm den verlorenen Teil als Überschuß über das Minimum in der Nahrung reicht. Daraus ergibt sich die Schwierigkeit des Wiedersatzes und dessen außerordentlich lange Dauer selbst bei sehr herabgekommenen Zellen.

Der Weg nach abwärts, d. h. zu Verlust des Eiweißes, ist also leider ein recht rascher, der Aufbau aber langsam.

Im praktischen Leben kommt es nicht nur darauf an, daß eine Ernährungsform gerade die Möglichkeit eines Neuaufbaues bietet, sondern daß dieser Aufbau mit einer gewissen Geschwindigkeit erfolgt. Dieser Erfolg läßt sich nur mit bestimmten höheren Eiweißkonzentrationen erreichen, um eine Zahl zu nennen, leisten Gemische mit 30% Eiweiß bereits sehr günstiges, wenigstens dann, wenn ein mittlerer Ernährungszustand der Zellen erreicht werden soll. Mit steigendem Eiweißgehalt der Zellen muß, wenn die weitere Ablagerung auch in beschleunigtem Tempo erfolgen soll, weiter an Eiweiß zugelegt werden.

Das N-Minimum haben wir biologisch als jene Einrichtung erkannt, die als Schutz Einrichtung der Zellen gegenüber der Möglichkeit ihres Zerfalles gegeben ist. Das Bewegliche in der Transformation des Körpers bringt aber die variable Eiweißkost, die ein schnelles Auf und Ab im Körperzustand zu erzeugen vermag. Mit letzterem hängen, wie wir noch sehen, eine Fülle wichtiger funktioneller Leistungen zu-

sammen, so daß man also im Eiweiß indirekt die Substanz sehen darf, die uns die gewünschten Transformationen ermöglichen.

Der Körperzustand ist aber nicht die Folge von zufälligen Ernährungsbedingungen, vielmehr geht er aus den Bedürfnissen des Menschen hervor. Die funktionellen Bedürfnisse sind bei der Hauptmasse der Menschen das Entscheidende und Regulierende. Der Weg zu solchen Umbildungen ist in dem Vorliegenden schon gegeben. Er liegt, wenn man den Gang des allmählichen Körperausbaues vom Kind zum Jugendlichen und Erwachsenen betrachtet, in der Erhaltung wahrscheinlich eines mittleren Eiweißbestandes der Zellen durch den Schutz eines das Minimum erheblich überschreitenden Eiweißgehaltes der Nahrung, während ein vorübergehender Fettmangel entweder durch eine gewünschte Vermehrung dieses Reservestoffes oder Kohlehydrates leicht wieder ergänzt werden kann.

c) Körperzustand und funktionelle Leistungen.

Es wäre eine halbe Tat, wenn wir unsere Leistungen über den schwankenden Körperzustand ausschließlich auf die Größe und Art des N-Verlustes und des N-Aufbaues der Zellen beschränken wollten. Und daß die Zelländerungen bloß als Massenwirkungen in die Erscheinung treten, ist von vornherein ziemlich unwahrscheinlich. Die Massenabnahme an Eiweiß führt zu Zuständen, die wir kurzweg als Unterernährung bezeichnen wollen, wenn schon heute eine scharfe Begrenzung des Beginnes dieses Zustandes außerhalb des Machtbereiches unserer Erkenntnis liegt.

Die nächstliegende Betrachtung wäre die, ob im Laufe von Eiweißverlust auch der Energieverbrauch relativ abnimmt und eine Minderung erfährt. Dabei haben wir zwei Dinge auseinander zu halten:

a) einmal die Frage, wie sich der Energieverbrauch bei völliger Ruhe verhält,

b) wie sich der normale Tätigkeitstrieb verändert und uns zur Ruhe zwingt. Nur die erste Frage soll hier behandelt werden.

Man kann zur Beantwortung zunächst die Verhältnisse des ausschließlichen Hungers heranziehen. Bei Kaninchen, die bis zum Tode sowohl nach ihrem Eiweißverbrauch wie Kalorienumsatz kontinuierlich untersucht wurden, habe ich gefunden, daß in den ersten Tagen eine Minderung des Umsatzes eintritt, der sicherlich nichts anderes bedeutet als eine größere Einschränkung der natürlichen, auch im Ruhezustand noch gegebenen Bewegungen. Dann hält sich der Verbrauch konstant und würde sogar zu Ende des Lebens eine gewisse Steigerung erfahren, wenn nicht die Körpertemperatur abgesunken wäre. Dieses Steigen des Verbrauchs wird bedingt durch die ausschließliche Eiweiß-

zersetzung der Hungertiere, nachdem das Fett des Körpers aufgebraucht ist. Für Tiere, welche sehr lange Zeit unterernährt waren, glaubt ZUNTZ gefunden zu haben, daß im Laufe der Zeit nach einem gewissen Absinken des Sauerstoffverbrauchs wieder eine Zunahme desselben eintritt.

Beim Menschen sank bei einem Versuch von BENEDICT der Energieverbrauch im Hunger etwas ab, aber so wenig, daß solche Unterschiede leicht durch die starke Prostration und Ruhe des Körpers begreiflich sind. Bei Unterernährten liegen Beobachtungen von MAGNUS LEVY und von ALLAN und DU BOIS vor, aus denen, pro Kilo Körpergewicht berechnet, sich keine nennenswerte Veränderung ergibt (die Autoren haben, auf die Oberfläche gerechnet, einen Abfall gefunden, diese Oberflächenwerte sind aber nicht maßgebend, weil das Absinken des Verbrauchs der Masse entsprechend erfolgt).

Auch die während der Blockade bei absoluter Muskelruhe erhaltenen Ergebnisse zeigen zum Teil kein nennenswertes Absinken, zum Teil, wie bei LÖWY, ein vorübergehendes Sinken, das später wieder ausgeglichen wurde. Leute von geringem Körpergewicht, das einer gewohnheitsgemäß entstandenen Magerkeit entspricht, lassen, wie man aus Versuchen von BENEDICT errechnen kann, keine Veränderung ihres Kalorienbedarfs erkennen. Das Gesamtergebnis, wenn auch da und dort etwas abweichend, scheint das zu sein, daß ein spezifisches Absinken der Oxydation nicht eintritt. Immerhin wird man offenlassen müssen, ob nicht doch bei protrahiertem Hunger Änderungen der Drüsen mit innerer Sekretion, etwa der Schilddrüse, erfolgen können, die mit einem Abfall der Oxydation in Ausnahmefällen allerdings einhergehen.

Es wäre möglich, daß dann auch eine gewisse Sparung im Eiweißumsatz sich aus den gleichen Ursachen ableiten ließe. Verschiedene Beobachtungen lassen aber auch eine andere Erklärung zu. Sie führen zu der Frage, ob überhaupt ein Leben auf der Basis der Abnutzungsquote auf die Dauer zulässig ist, auch wenn der übrige Körperbestand eine Störung gar nicht erfahren hat, oder ob solche Zustände erst dann eintreten, wenn bei herabgekommenem Körper ein Minimum innegehalten wird. Nehmen wir zunächst das letztere Extrem, so ist nicht ausgeschlossen, daß das Minimum sich ändert und nochmals absinkt, weil gewisse Teile der Abnutzungsquote geändert werden können. Wir müssen theoretisch zugeben, daß z. B. eine verringerte Neubildung von Blut oder, was dasselbe ist, ein langsames Zugrundegehen des Blutes oder die Ersetzung des Normalblutgehaltes durch eine geringe Menge, Momente für die Reduktion des N-Bedürfnisses werden können, was sich vielleicht allmählich ausbildet.

An experimentellen Feststellungen über die Ernährung bei stark verringerter Körpermasse des Menschen möchte ich noch Versuche von LUSK und ANDERSON erwähnen, die erst jetzt bekannt geworden sind, aus denen hervorgeht, daß eine durchgeführte Muskelarbeit bestimmter Größe in solchem herabgekommenen Zustand keinen größeren Aufwand an Energie fordert als sonst auch (Biol. chem. 1917, 32, 421).

Die Feststellung der Verhältnisse bloßer N-Bilanzen, auf die man allein die Stoffwechsellhre aufzubauen pflegte, genügt uns für die Erfassung der Bedeutung des gestellten Problems nicht mehr.

Es ist vielmehr unerlässlich, die verschiedenen Veränderungen der Funktionen des Körpers ins Auge zu fassen. Der gleiche absolute N-Verlust oder N-Aufbau bedeutet funktionell nicht das gleiche. Die Veränderung der Zellen im N-Bestand ändert die Eigenschaften, also haben Ansatz und Verlust jedesmal die Bedeutung, die der Zelle in Momenten der Veränderung selbst zukommt.

Eine funktionelle Änderung haben wir allerdings zunächst schon vorher mit Rücksicht auf die Änderung des Ruhestoffwechsels überhaupt behandelt. Das ist aber nur ein kleiner Bruchteil der ganzen Erscheinungen. Ein systematisches Studium dieser Verhältnisse der Funktionen, die sich nicht nur auf die vegetativen, sondern auch auf die animalen und psychischen Besonderheiten der Wirkung beziehen, ist bis jetzt noch nicht vorgenommen worden. Bei den Tierversuchen ist an sich die Feststellung zwischen Körperzustand und Funktionen überhaupt nur teilweise möglich. Dagegen haben wir bei den Experimenten an Menschen wegen der langen Zeitdauer solcher Versuche eher Gelegenheit, auch pathologische Prozesse zu sehen. Außerdem ergibt sich aus deren Eigengefühlen, inwieweit etwa die Leistungen des Körpers sich verändert haben. Freilich liegen systematische Versuche noch nicht vor, doch genügt es nach den Erfahrungen des Krieges, auf solche Veränderungen hinzuweisen, welche im Laufe der Blockade sich entwickelt haben. Die bisher veröffentlichte Literatur bietet kein so klares Bild, als es die mir zur Verfügung stehenden Mitteilungen aus Städten und geschlossenen Anstalten gegeben haben. Diese Ergebnisse werfen ein ganz neues Licht auf diesen Prozeß der Eiweißminderung und Unterernährung, der nach Experimenten allein nicht aufzudecken ist. Auch müssen wir bedenken, daß die Durchführung eines Experimentes von ganz anderen psychischen Voraussetzungen ausgeht, als sie sich im freien Leben einer Bevölkerung gegeben finden.

Der häufige Fall von Fettverlust, wie er in den letzten Jahren beobachtet wurde, zeigt in seiner Folge die große Bedeutung, welche das Fett sozusagen anatomisch für die Lagerung der Organe bedeutet.

Vorkommnisse wie Brüche, Einstülpungen der Gedärme, Senkung der weiblichen Geschlechtsorgane werden häufig gemeldet.

Ein ganz regelmäßiges Vorkommen war bei herabgekommenen Personen die Pulsverlangsamung auf 50—60, aber auch auf 40 Schläge in der Minute. Die beobachtete Verkleinerung des Herzens ist eine Folge jeder stärkeren Organabnahme überhaupt und auch von den Hungerexperimenten her bekannt. Das Herz leistet auch bei dem Versuch, Anstrengungen zu machen, nicht mehr viel, da die Maximalwerte sich je nach der Anfangszahl der Herzschläge nur auf 60—100 Pulse erheben (s. HÖSSLIN l. c. S. 150). Da man besondere Eigentümlichkeiten der Innervation nicht gefunden hat, so liegt es nahe, den Grund der geringen Leistung in der Veränderung der Organe und der Nährstoffzufuhr zu sehen. Innerhalb dieser Grenzen geringer Leistungsfähigkeit bleibt der Blutdruck annähernd normal. Jedenfalls ist die ganze Leistung des Kreislaufes stark verringert mit Rücksicht auf Dauer und Höhe der Leistung der Zirkulation. Vielfach zeigten auch Leute ohne die weitgehende Abmagerung die Erscheinung der Pulsverlangsamung.

Ein anderer Komplex von Erscheinungen hängt zweifellos mit der starken Verminderung des Eiweißgehaltes der Kost, der sich häufig auf der Höhe eines N-Minimums oder darunter bewegte, zusammen. Hierher gehört das Versagen der Menstruation, das monatelang, auch manchmal über Jahresfrist anhielt, zusammen. Eine starke Abmagerung ist keineswegs die Voraussetzung dafür, denn der Ausfall der Menstruation trat bei vielen Personen, wie ich selbst sah, bei mäßiger Abmagerung, aber in der Zeit der größten Eiweißnot, Ende 1916, Anfang 1917, ein und dauerte, wie gesagt, sehr lange. Das Nächstliegende ist es, an eine Einschränkung der Blutbildung zu denken, damit beantwortet sich dann auch die Frage, ob das N-Minimum eine Konstante sei, dahin, daß durch Einschränkung der Funktionen eine Tiefereinstellung des Minimums möglich ist. Inwieweit hiermit die klinischen Erfahrungen über gelegentliche Rückbildung der weiblichen Genitalien zusammenhängen, vermag ich nicht zu entscheiden, wahrscheinlich erscheint eine solche immerhin.

Naturgemäß war über das Verhalten der männlichen Geschlechtsdrüsen weniger zu erfahren, aber manche Beobachter bemerkten eine deutliche Abnahme der Libido sexualis. Weiterhin festgestellt wird die Minderung der Milchmengen bei stillenden Frauen ohne Veränderung der Zusammensetzung der Milch. Als Vergleich könnte man noch die Erfahrungen über Milchsekretion bei den schlechtgenährten Tieren in den letzten Jahren heranziehen. Eingehende Untersuchungen leug-

nen die Änderung der prozentigen Zusammensetzung und sehen den Einfluß des Futtermangels in der Reduktion der Quantität der Milch.

Die in ausgedehntestem Maße 1917 beobachtete Polyurie scheint erklärlich durch die enorm wasserhaltige Kost, zumal man sich bei dem Fettmangel auf Brot, Kohlrüben, Gemüse und allenfalls Kartoffeln, vor allem auf suppenartige Gerichte, beschränken mußte. Auffallend blieb aber immerhin das Hinausschieben der Wassersekretion in die Nachtstunden; über häufige Fälle von Bettnässen selbst bei Erwachsenen wird geklagt, wofür nur die langsame Resorption der Nahrung und andererseits die stärkere Schlaftiefe bei den geschwächten Personen, die fehlende diuretische Wirkung vom Harnstoff und Fehlen der Diurese durch Purinstoffe Anlaß bieten mochte.

Die lange dauernde Unterernährung mit der starken Eiweißreduktion in der Kost hat zu Ödemkrankheiten geführt, die zu manchen Zeiten in ungeheurem Maße sich ausgedehnt hatten. Sie ist offenbar eine Pointierung der bei überreichlicher Kohlehydratzufuhr schon bekannten Einlagerung von Wasser in die Gewebe, schließlich kam es dabei auch zum Wassererguß in die serösen Höhlen. Die funktionellen Störungen sind sehr schwere gewesen, ändern sich manchmal auch in der ersten Zeit nach Rückbildung von Ödemen noch nicht.

Eine ausgeprägte Hydrämie begleitet das Ödem. Die inneren Veränderungen sind so tiefgehend, daß dann auch die beste Ernährung den Tod manchmal nicht mehr aufhalten kann. Niemals habe ich bei Tierexperimenten im Hunger auch nur Andeutungen von Ödemen gesehen, und auch von anderer Seite ist dies meines Wissens nie berichtet worden. Der akute Verlauf des Hungers und die „reichliche N-Ernährung“, die bei Hunger die übrigbleibenden Zellen durch die Auflösung von Organbestandteilen erfahren, sind offenbar die wesentlichen Momente für die Verhütung der Ödeme. Bei der chronischen Inanition, die sich über viele Monate und Jahre hinzieht, liegen aber die Verhältnisse anders.

Unter den Erscheinungen, die sich bei zunehmender Unterernährung der Zellen beim Menschen aufdrängen, stehen die Veränderungen der geistigen und körperlichen Arbeitskraft an erster Stelle. Handelt es sich während der Blockade auch um mehr kasuistische Beobachtungen, so ist doch die große Masse solcher eine ausreichende Stütze für den Zusammenhang der Erscheinungen und weit bedeutungsvoller als Experimente, in denen die psychischen Motive nur allzu leicht ausschlaggebend auf das Verhalten sein können.

Der Körperzustand, welcher auf die Arbeitskraft den ausschlaggebenden Einfluß übt, ist natürlich die Muskelmasse. Diese nimmt bei Sinken des Eiweißbestandes etwa so ab, wie dieses selbst. Aber damit ist

nicht gesagt, daß die Leistungen in dem gleichen Maße sinken wie die Muskelmasse. Aus Tierversuchen wissen wir hinsichtlich dieser Punkte nichts Positives, wissen nur, daß bei fortschreitendem Hunger die Tiere gleichmäßige Ruhe bewahren, aber über die eigentliche Leistungsfähigkeit und Grenzen der Arbeitsfähigkeit ist nichts bekannt.

Im Leben des Menschen handelt es sich aber nicht um die eigentliche Muskelfunktion im engeren Sinne, sondern um die zerebrale Ermüdung und wahrscheinlich auch um jenen Ermüdungsakt, den WEBER in der Blutversorgung anschaulich nachgewiesen hat. Dieser zerebrale Akt hängt mit der ganzen Stimmung der Persönlichkeit aufs engste zusammen. Wenn man den schlechten Ernährungszustand in einzelnen Volks- oder Berufsklassen betrachtet, so ergibt sich ein sehr ungleiches Bild, das den Unerfahrenen völlig irreführen kann. Der schlechte Ernährungszustand wird einen Schreiber, eine Schneiderin und eine Näherin natürlich nicht hindern, dem Beruf, der so wenig körperliche Leistung beansprucht, nachzugehen. Er wird aber auch da eine Einschränkung in der allgemeinen Lebensführung insofern bedingen, als solche Leute das Gehen nach und nach vermeiden und irgendein Verkehrsmittel benutzen, wie das in der Kriegszeit so auffallend war.

Bei körperlicher Schwäche wird auch die zeitliche Arbeitsgröße verändert. So wußten wir schon lange aus RECHENBERG'S Versuchen, daß ein schlechtgenährter Weber eine erhebliche Leistung aber nur unter starker Verlängerung der Arbeitszeit erreichen kann. Ein schlechtgenährter Weber kann in 14—16stündiger Heimarbeit einen Umsatz haben wie ein mittlerer Arbeiter (3000 Kalorien), dabei aber bei einem Körpergewichtsverlust von 15% so schwach sein, daß er keinerlei Feldarbeit ausführen kann.

Die Gewichtsabnahme während der Blockade erreichte 20% und mehr. Man muß bestreiten, daß jede Untergewichtigkeit an sich schon Verminderung der Leistungen bedeutet, denn die Gewichtsabnahme kann ja unter den normalen Bedingungen freier Nahrungswahl einer ganz verschiedenen Zusammensetzung des Körpers entsprechen.

Man sieht genug Leute, die um 15—20% untergewichtig sind und durchaus ihren Berufen gewachsen sind, weder über Schwäche noch sonst etwas zu klagen haben. Namentlich unter den Jugendlichen sind doch die Mageren in großer Zahl und in der Überhand zu finden. Hieraus kann man eben schließen, daß die schädlichen Gewichtsänderungen mit ihren Rückwirkungen auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit wesentlich den Bestand der Zellen vermindert haben müssen, also durch Eiweißmangel bedingt waren.

III.

Die Ernährungspraxis.

Die Forschung ist einem Schiffer gleich hinausgesteuert, um die praktische Frage der Ernährung hinsichtlich des Eiweißbedarfs aufzufinden. Nach jahrelangem Suchen ist man bei dem N-Minimum gelandet, von dem wir ersehen haben, daß wir dabei vom Ziele weit abgekommen sind. Die experimentelle Untersuchung hat uns gelehrt, daß das N-Minimum ein wichtiger biologischer Kardinalpunkt des Lebensprozesses der Zellen ist, ja, daß damit gar nichts ausgesagt ist über die Art der Ernährung überhaupt, denn N-Minima lassen sich auf jeder Stufe der Ernährung erzeugen. Mit dem N-Minimum und der Massenernährung würden wir also genötigt sein, erst den Körperzustand zu definieren, der etwa als Basis des Minimums zu gelten hätte. Der sachgemäße Zustand kommt einer gesunden Konstitution gleich, steht mit der Minimumfrage überhaupt in keinem Zusammenhang, sie vollzieht sich unter dem Walten der funktionellen Anforderungen auf ganz anderen Voraussetzungen.

Die theoretischen Betrachtungen haben uns hineingeführt in die Ernährungsschwankungen des praktischen Lebens, in die Änderungsmöglichkeiten der Konstitution, wie sie unter bestimmter Voraussetzung durch eine geeignete Eiweißkost bedingt werden kann. Wir haben weiter gesehen, daß der Eiweißgehalt der Zellen wichtige physiologische und pathologische Vorgänge im Gefolge hat. Wenn wir jetzt wieder auf die praktische Seite des Eiweißernährungsproblems zurückkommen wollen, auf welchem Wege können wir es erreichen, einer rationellen Lösung der Frage mit einiger Sicherheit näher zu kommen?

Wir wollen für eine kurze Spanne Zeit einmal darauf verzichten, von uns aus zu lehren, was sein sollte, und uns darauf beschränken, zunächst aus dem Leben zu erfahren, was unter dem Walten der natürlichen Triebe geschieht.

Es gibt da einen Weg, der uns mit Rücksicht gerade auf die rein hygienischen Ziele der Gesundheitserhaltung richtig führen wird. Das ist die Empirie der Feststellung des Nahrungsverbrauches bei gesunden Menschen. Diesem Unternehmen gegenüber kann man allerdings einwenden, die Empirie gebe den zufälligen, aber nicht den eigentlichen notwendigen Bedarf. In ähnlichem Sinne haben CHITTENDEN u. a. geurteilt, als sie vorschlugen, diese üblichen Kostformen umzuwandeln und zu verändern.

Diesen Einwand kann man aber leicht beseitigen, wenn man bei diesen Studien sich nicht auf ein paar Dutzend oder einige Hundert

Menschen beschränkt, sondern in größerem Stile den Nahrungsverbrauch feststellt, wenn man also Kinder, Erwachsene, Greise, alle möglichen Berufe zusammenfaßt nach dem Aufbau der Bevölkerung in ein großes Ganzes, d. h. die Ernährung einer ganzen Nation betrachtet. In diesen Massen verschwindet die Eigentümlichkeit der Individualität und irgendeine besondere Richtung der Ernährungsweise. Man kann dabei nicht annehmen, daß Millionen von Menschen einen Nahrungsmißbrauch treiben, vielmehr kommt in der Massenbeobachtung das Triebhafte der Bedürfnisse klar und eindeutig zum Ausdruck.

Als ich zuerst vor vielen Jahren einen solchen nationalen Wert der Ernährung für Deutschland aufstellte, hatte man für solche Dinge wenig Interesse und wußte auch die Tragweite eines solchen Versuchs kaum einzuschätzen. Im Laufe des Krieges hat dann BALLOD es unternommen, auch für andere Nationen den Nahrungsverbrauch zu berechnen, und schließlich habe ich aus Aufstellungen einiger Entente-länder die Mitteilungen BALLODs ergänzt.

Die Resultate, welche ich aus diesen Unterlagen gezogen habe, sind von allergrößter Bedeutung, auch wenn wir die Zahlen heute noch als Näherungswert betrachten wollen. Das Ergebnis, wenn ich mich hier auf die Frage des Eiweißkonsums beschränke, stellt fest, daß nennenswerte Unterschiede im Eiweißkonsum pro Kopf der Bevölkerung einzelner Nationen kaum vorliegen.

Dies ist um so bemerkenswerter, als es sich um Nationen handelt, deren Ernährungsweise, was Animalien und Vegetabilien anlangt, grundverschieden ist. Der Japaner versorgt sich bis zu 95% seiner Gesamtnahrung aus dem Pflanzenreich; beim Italiener spielen die Vegetabilien noch eine erhebliche Rolle, beim Franzosen hebt sich der Konsum an Animalien und erreicht beim Deutschen, Engländer, Amerikaner die höchsten Werte. Wir haben heute die Resultate der Ernährung von mehr als 500 Millionen Menschen als Unterlage für unsere Betrachtung. Die klare Überlegung sagt uns, daß wir es hier nicht mit Zufälligkeiten zu tun haben, sondern mit einem Tatbestand, der mit der durchschnittlichen besten und zweckmäßigsten Ernährung im Zusammenhang stehen muß.

Solch ein nationaler Mittelwert will aber noch weiter zergliedert werden, der Energieverbrauch und Eiweißverbrauch muß auf die für unsere Betrachtung wichtigen Vergleichsgrößen zurückgeführt werden. Das läßt sich leicht ausführen, wir haben im Nationalwert keinen Ruhewert und auch keinen Wert, der einem Erwachsenen entspräche.

Reduziert man die nationalen Werte auf den Maßstab, den wir bei den Minimumversuchen angewandt haben, d. h. auf den Ruhewert, so stehen wir vor der Tatsache, daß dieser Durchschnittswert für Ei-

weiß vier- bis fünfmal so hoch ist als ein Minimum erfordern würde. Er liegt etwa so hoch, wie man ihn bisher aus Einzelbeobachtungen heraus für die Ernährung eines Handarbeiters anzunehmen pflegte, wenn man den Eiweißkonsum auf den Ruhewert des Menschen umrechnet. Er entspricht seiner Größe nach jenen Werten, die wir für eine mittlere Konstitution bei der Tendenz des Eiweißbestandes der Zellen tunlichst sicherzustellen nach den theoretischen Betrachtungen voraussetzen durften. Damit fallen auch alle jene Bedenken über die Schädlichkeit des Eiweißes in der Ernährung, wie sie namentlich von CHITTENDEN und HINDHEDE behauptet worden sind; die 500 Millionen Menschen, wie sie nach den eben erwähnten Mittelwerten leben, können doch unmöglich alle als durch Eiweiß gefährdet angesehen werden. Im Gegenteil, es gehören ihnen jene Nationen zu, welche gerade als die Träger des Fortschritts und der Kultur angesehen werden müssen.

Die Gründe für diese bei allen Nationen annähernd gleichen Gemische an Nahrungseiweiß sind für den ersten Moment nicht leicht verständlich. Doch liegt es nahe, sie in der allgemeinen Lebensweise der Kulturmenschen zu suchen. Der annähernd gleiche Kalorienaufwand bei allen Nationen, der hoch über einem Ruhestoffwechsel liegt, läßt uns erkennen, daß funktionell überall ein lebhafter Muskelstoffwechsel besteht als Ausdruck der Rührigkeit und Betätigungslust des Menschen. Diesen Funktionen angepaßt ist auch die mittlere körperliche Beschaffenheit. Dann dürfen wir ja auch nach den Anschauungen, die früher schon auseinandergesetzt wurden, annehmen, daß die Möglichkeiten des Eiweißverlustes mit den schwankenden Bedürfnissen des Tages häufig sind, denen aber andererseits durch die Wirkung eines Eiweißstromes von erheblicher Größe das Gleichgewicht geboten wird. Ein Eiweißstrom von 25—30% Eiweißkalorien, wie man ihn berechnen kann, ist ein Faktor, der rasch und ohne eine längere Schädigung einen Ausgleich von Verlusten ermöglicht. Greifen wir auf die individuellen Beobachtungen und Erhebungen des empirischen Nahrungsbedarfs beim Menschen zurück, so zeigt sich in der Reihe der Arbeitsleistungen ein merkwürdiges Verhältnis. Im allgemeinen nimmt der Eiweißruhestrom mit der Größe der geleisteten Berufsarbeit zu. Das kann kaum auf Zufälligkeit zurückgeführt werden; dem Schwerstarbeiter bringt offenbar diese Eigenart der Ernährung Vorteile, die seinem Organismus angepaßt ist, dem mageren Körper, wie auch den Strapazen der Arbeit, welche bei gutem Muskelbestand leicht überwunden werden.

Der Körperzustand seinerseits steht mit den Stimmungen und Gefühlen in wesentlichem Zusammenhang. Der Gesunde und richtig Ge-

nährte fühlt in sich den Trieb zur Muskelarbeit, wie der schlecht Genährte von vornherein jede Arbeit zu vermeiden bestrebt ist.

Die Erhöhung des Eiweißumsatzes bedingt nach Maßgabe der spezifisch dynamischen Wirkung eine dauernde, auch in der Ruhezeit gehobene Steigerung der Wärmebildung, die eine entsprechende Ausschaltung des Muskelsystems bei der Wärmeregulation in Anspruch nimmt oder dazu beiträgt, bei niedriger Temperatur die Behaglichkeit zu steigern. Ob zwischen erhöhtem Eiweißumsatz und der Funktion der Verdauung und Resorption irgendein Zusammenhang besteht, darüber haben wir bisher nichts Näheres feststellen können.

Wie die eiweiß- und zum Teil kalorienarme Kost einen Volkskörper zermürbt haben, haben wir durch die Blockade gesehen. Die Volksgesundheit ist auf Jahrzehnte hinaus untergraben. Trotz aller Friedensschlüsse und Verhandlungen steht unsere Nahrungswirtschaft immer noch im Zeichen einer gemilderten Blockade. Es ist bezeichnend für manche Sachverständige der Entente, daß sie auch heute noch mit vollem Bewußtsein der Blockadefolgen und der auch heute noch ungenügenden Ernährung sich brüsten und rühmen, für Deutschlands Ernährung nichts getan zu haben. Wir könnten uns selbst helfen, wenn nicht durch den Versailler Vertrag uns überall die Hände gebunden wären, eine reichere produktive Tätigkeit zu entfalten. Durch die Massen geht das Sehnen nach Freiheit der Ernährung, und dieser instinktive Trieb hat seine volle Berechtigung. Nur in der Freiheit der Wahl der Nahrungsmittel liegt die Gewähr für die Durchführung der traditionellen Kost, die ihrerseits, wie sie ist, den Leitstern bildet, der zur richtigen Zusammensetzung der Kost führt. Wir wollen hoffen, daß endlich dieser Tag der Freiheit nicht allzu fern sein wird.