

Hindhedes Untersuchungen über Eiweißminimum bei Brotkost.

Von

Gebirnarzt Max Rubner.

In der vorhergehenden Abhandlung habe ich die Ergebnisse über den Eiweißverbrauch bei verschiedenen Personen und verschiedener Brotkost gesammelt, wie sie sich aus meinen Experimenten der neuen Zeit ergeben haben. Das Gesamtergebnis ließ sich dahin zusammenfassen, daß es ein Minimum, welches irgendeine Konstante wäre, nicht gibt, weil die von dem Körper des Menschen ausgehenden Bedingungen eines solchen schwankender sind, als man hatte annehmen können. Da Hindhede vor einiger Zeit zu dem gleichen Thema das Wort genommen hat, so kann ich es bei dem Inhalt seiner Darstellung nicht unterlassen, auf diese einzugehen, wenn schon der Umstand, daß er nur zwei Versuchspersonen geprüft hat, seinen Ergebnissen an sich keinen so ausschlaggebenden Wert beizumessen berechtigt. Diese Abhandlung macht es sich zur Aufgabe, den Beweis zu liefern, daß meine zuerst mehr schätzungsweise, dann aber durch C. Thomas bestätigte Annahme, mit Kartoffel sei mit weniger Eiweiß ein Gleichgewicht zu erreichen als mit Brot, nicht richtig sei.

Ich bin aber gezwungen, gleich von vornherein historisch eine Richtigstellung zu machen. Im Laufe der Jahre mehrten sich die Versuche in der Literatur, die untere Grenze des Eiweißverbrauches beim Menschen aufzufinden. Die verschiedenen Anschauungen waren nicht gut in Einklang zu bringen. Da habe ich gelegentlich der Publikation eines Artikels über Ernährung in Leydens Handbuch über physikal. und diätet. Therapie darauf aufmerksam gemacht, daß aus meinen Ausnützungsversuchen aus den Jahren 1875 bis 1877, bei denen ich nebenbei auch die N-Ausscheidung des Harnes berücksichtigt hatte, eine ungleiche Wertigkeit der Eiweißstoffe hervorzu gehen scheine. Denn bei allen Versuchen mit Brot war der Eiweißumsatz unter Abgabe von N vom Körper hoch, dagegen bei Kartoffel

niedrig und sogar N-Gleichgewicht in der gleichen Zeit erreicht. Weil ich aber diese Ergebnisse nicht für exakt genug hielt, habe ich C. Thomas verantwortlich, die Frage systematisch aufzunehmen. Wenn also Proteiweiß keinen Tiefstand des N-Umsatzes erlaubt, so muß sich das auch in der sogenannten gemischten Kost geltend machen; das war die notwendige Konsequenz aus dieser Beobachtung überhaupt.

Hindhede geht in seiner Publikation seinerseits darauf aus, auch dieses N-Minimum bei Brot anzuschauen; er ist der Meinung, daß seine Versuche dieses Endziel erreichen würden, eine allgemein verbindliche Zahl zu finden; für ihn hängt die Erreichung dieses Zieles nur von der richtigen Variation der Kost ab. Er glaubt diese Frage gelöst zu haben. Seine Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Für Kartoffelkost glaubte er früher bewiesen zu haben, daß bei 3000 Kalorien Nahrung 20 g verdauliches Eiweiß ausreichen; bei reiner Brotkost war es ihm nicht möglich, unter 50 g Eiweiß herunter zu kommen, wohl aber bei Mischungen von Rhabarber, Zucker, Stärke und Brot auf 35 bis 30 g. Er glaubt schließen zu dürfen, daß man auch mit 30 g Eiweiß auskommen kann (S. 291). Dies der kurze Inhalt, der dann wesentlich darin gipfeln soll, daß die Proteiweißstoffe mit den Kartoffeleiweißstoffen völlig gleichwertig sind.

Zwar hat Hindhede durch eigene Versuche früher bestätigt, daß man bei Weizenbrot einen N-Verbrauch findet, wie ich ihn früher angegeben habe, jetzt meint er, es sei vielleicht damals zuviel Eiweiß gegeben worden und man könne noch weiter einsparen; deshalb geht er jetzt zu einer allerdings völlig verfehlten Versuchsordnung über. Als Beweis der richtig abgemessenen Zufuhr sieht er das sich ausbildende N-Gleichgewicht nach vorheriger N-Abgabe an. Ich bemerke, daß dieses Kriterium auch falsch angewendet werden kann; wenn die N-Abgabe, wie das bei Vegetabilien leicht eintritt, N-Verlust vom Körper ist, so verändert man damit unter Umständen die Basis eines Vergleiches. Die Voraussetzung gleichen N-Bestandes des Körpers ist überhaupt der wundeste Punkt aller solcher Versuche und namentlich dann, wenn es sich schließlich um zeitlich weit auseinander liegende Vergleiche handelt. Der N-Bestand seinerseits ist die Grundlage für das Eiweißbedürfnis im Minimum oder wenigstens eine der entscheidenden Funktionen.

Die nächstliegende Versuchsanordnung für die Fragestellung Hindhedes wäre gewesen, die Eiweißstoffe des Brotes relativ durch Zugabe von Stärke oder Zucker herabzudrücken. Diesen durch die natürlichen Verhältnisse gegebenen Weg — übrigens kommen auch an sich N-arme

Broggen z. B. vor¹ — schlägt Hindhede aber nicht ein, sondern einen ganz unerwarteten, der, wie sich zeigen wird, derartige Komplikationen schafft, daß schließlich ein zuverlässiges Ergebnis des so einfachen Problems nicht zustande kommt — er nimmt Mischungen von Brot mit Obst und auch Gemüsen vor. Vermutlich handelt es sich gar nicht um ad hoc angestellte Versuche des Vergleiches von Broteweiß bei verschiedener Zufuhr, sondern um die Prüfung des Gedankens von Böse, der auf die Bedeutung der Basenwirkung hingewiesen hat und in ihr einen den Eiweißumsatz verringern den Einfluß sieht. Der Gedanke, die Versuche zu einem Vergleich des Eiweißminimums bei Brotkost zu verwenden, ist offenbar erst nachträglich aufgetaucht, und daher dieser an und für sich unverständliche Vergleich.

Als Ausdruck für den Eiweißbedarf nimmt Hindhede überall die N-Ausscheidung im Harn; das ist wohl zu beachten, weil in der Literatur bald dieser Wert, bald der Gesamt-N-Umsatz (Harn und Kot) zur Berechnung herangezogen wurde. Zunächst sei eine kurze Übersicht der Versuchsanlage gegeben, damit sich der Leser leichter zurechtfinden kann.

Der Vergleich bezieht sich auf seine beiden Versuchspersonen. Wenn man von dem Wiederabdruck bereits veröffentlichter Versuche absieht, haben die beiden Personen Fr. M. und H. M. folgende Experimente an sich angestellt:

Fr. M.	14 Tage bei Ceresbrot	(1128 g + 113 g Margarine täglich)
12	„ „	„ „
12	„ „	„ „
12	„ „	„ „
H. M.	13 „ „	„ „
12	„ „	„ „
12	„ „	„ „
12	„ „	„ „

Daran anschließend die Brot-Printchkost verschiedener Zusammensetzung bei Fr. M. 120 Tage, ebenso bei H. M. 110 Tage. Die Brotmengen sanken in den Versuchsperioden bis auf 500 g mit einigen Ausnahmen.

Diese lange Versuchszeit zerfällt in zehn Unterabteilungen mit ganz verschiedener Verköstigung, die nur das gemeinsam hat, daß überall Brot gegeben wurde, was schließlich in der üblichen gemischten Kost auch geschieht. Seine Brotversuche sind dadurch bemerkenswert, daß er immer sehr erhebliche Fettmengen beifügt; die Brot-Printkversuche aber bestehen aus mannigfachen Gemischen, die man a. a. O. S. 276 nachsehen wolle, ich erwähne nur z. B.: 500g Brot, 75g Margarine, 600g Zwetschen, 100g Zucker.

¹ Ich habe Roggenmehl in Händen gehabt, die weniger N-Substanz wie Kartoffeln enthalten.

75 g Stärke; 542 g Brot, 121 g Margarine, 625 g Zwetschen, 108 g Zucker, 75 g Stärke; 550 g Brot, 125 g Margarine, 250 g Zwetschen, 500 g Rhabarber, 250 g Zucker, 142 g Stärke; 550 g Brot, 125 g Margarine, 2500 g Erdbeeren, 333 g Zucker, 167 g Stärke. Die Brotkalorien sinken in einzelnen Reihen auf ein Fünftel dieser Gesamtkost, so daß die übrigen Zusätze also die Hauptbestandteile der Nahrung sind.

Die Versuche bringen uns in dieser vegetarischen Kost mit Brotzugabe an sich nichts Neues, sie sind aber, wie alle solchen Experimente an dem Menschen, von Bedeutung; nur leiden sie unter der Darstellung Hindhedes, weil er sich nicht entschließen kann, seine Ergebnisse auf den Boden der bisher bekannten Erfahrungstatsachen zu stellen, vielmehr, unabhängig davon, glaubt, es sei ihm gelungen, Grundlegendes und bisher völlig Unbekanntes zu schaffen. Auf alle Einzelheiten der vier Bogen starken Arbeit einzugehen, würde zu weit führen, doch will ich die prinzipiellen Betrachtungsfehler Hindhedes kurz zusammenfassen.

Zunächst verabsäumt Hindhede, bei dem Vergleich mit Ergebnissen anderer auf die Ungleichheit des Körpergewichtes einzugehen. Letzteres ist freilich an sich für uns kein wirklich fehlerloses Maß des Vergleiches, aber die Gewichtunterschiede der Personen nicht zu berücksichtigen, ist noch viel fehlerhafter. Bei Betrachtung seiner Versuche werde ich also auf diesen Punkt Rücksicht zu nehmen haben. Was aber für alle Versuche über den kleinsten Eiweißverbrauch noch viel störender ist als das ungleiche Gewicht, ist der verschiedene Körperzustand der Versuchstiere oder Menschen. Dies gilt natürlich vor allem für den Vergleich der Ergebnisse Hindhedes mit meinen Ergebnissen und den Ergebnissen anderer Autoren.

Immer wieder muß ich betonen: unmittlere Vergleiche beliebiger Versuchspersonen hinsichtlich des minimalsten Eiweißverbrauches sind unausführbar wegen der individuellen Unterschiede, insbesondere sind Betarnt und Eiweißreichtum der Zellen einerseits, Eiweißarnt an sich und Fettreichtum andererseits nach unserem heutigen Wissen die beiden Extreme des Einflusses des Körperzustandes.

Die Kilowerte eines erreichten Minimums werden schon aus diesen Schwankungen des Körperzustandes sehr erheblich abweichen.

Für die Hindhedeschen Versuchspersonen ist sicher, und aus der Angabe Hindhedes mit Bestimmtheit zu entnehmen, daß die eine (Fr. M.) ein reiches Fettpolster hatte; wenn sie bei 166 cm Körpergröße bis 81 kg wog, so bedeutet das bei der Kohlehydratkost unbedingt starken Fettansatz. Über die zweite Person (H. Madsen) enthält die Publikation Hindhedes keine Angaben. Nur werden wir sehen, sie verhielt sich im

Eiweißverbrauch ähnlich wie Fr. M., woraus man auch auf eine ähnliche Körperbeschaffenheit schließen muß. Die äußeren Bedingungen zur Erreichung eines pro Kilo berechneten N-Minimums auf tiefer Stufe liegen also a priori bei Hindhede besonders günstig, seine Resultate dürfen daher im allgemeinen als für fettreiche Personen gültig angesehen werden.

Ein von mir nachgewiesener anderer Faktor, der Minimalwerte beeinflusst, ist der absolute Triefstand des Eiweißgehaltes der Zellen überhaupt. Je niedriger dieser ist, um so geringer ist der Eiweißbedarf, also auch das Minimum. Da N-Armut des Körpers neben Fettrichthum vorzukommen kann, so ist die Schätzung des Ernährungszustandes überhaupt nicht leicht. In mancher Richtung wird es daher besser sein, die Verhältnisse von Nahrungsmitteln auch an derselben Person so anzuführen, gleiche Körpergewichtsänderungen ausgeschlossen sind. In der Berechnung auf die Körpergewichtseinheit begegnet man vielfach noch den einfachen Kilowerten, wenn auch die absoluten Gewichte der Personen oft recht verschiedene sind. Auch in dieser Hinsicht wird man statt dieses Verfahrens die Umrechnung an der Hand der Oberflächenkonstanten ausführen.¹ Von Erwägungen dieser Art macht Hindhede keinerlei Gebrauch, dafür aber von einer Darstellung der Ergebnisse, die höchst eigenartig und jedenfalls originell ist. Er nimmt nach seiner „Erfahrung“ an, daß das N-Minimum von der Menge der verzehrten Kalorien eines Nahrungsmittels abhängt. „Nach Untersuchungen im praktischen Leben steigt der Eiweißverbrauch gleichzeitig mit den Kalorien.“ Auf diesen Grundsatz fußend, werden a. a. O. S. 261 die Ergebnisse berechnet, z. B. Fr. M. Verbrauch: 3950 Kalorien und 3.6 g N = 22.5 g Eiweiß, also für 3000 Kalorien 2.7 g N = 17.2 g Eiweiß (vgl. auch a. a. O. S. 288, 289, 290 usw.). Dadurch wird nun ein Rechenfaktor eingeführt, der dem Leser leicht entgeht, so daß man schließlich Zahlen vor sich hat, deren Ableitung ganz überschauen wird.

Die Beziehungen des Minimums zum Kaloriengehalt sind sozusagen die entgegengesetzten, wie Hindhede sie angab. Es ist bei viel Kohlehydrat, ja auch bei abmünder Kohlehydratkost, bei Tieren wie beim Menschen am leichtesten und sichersten das Minimum zu erreichen. Es ist mir außer Hindhede auch niemand bekannt geworden, der diese Umkehrung der Tatsachen behauptet hätte. Man kann bei fettarmen Tieren Schwierigkeiten haben, ein Minimum des N zu erreichen, jedenfalls gelingt es dann nur mit reichlich Kohlehydraten, d. h. Kalorien in der Nahrung.

¹ Das heißt, wenn die mittlere Größe der Personen wirklich verschieden ist.

Die Abnutzungsquote, d. h. das wirkliche N-Minimum, ist ein Wert, der, wenn erreicht, von den weiteren Verbrennungsprozessen nicht abhängt. Die Werte von Hindhede sind also nur zu benutzen, wenn man auf die Originalwerte zurückgreift und von diesen dann in richtiger Weise den Verbrauch ableitet; die auf 3000 Kalorien berechneten Werte Hindhedes haben gar keine wissenschaftliche Basis. Ich bin auf die Vermutung gekommen, ob nicht hier bei Hindhede ein Mißverständnis des Ausdrucks vorliegt, wie ich ihn der Abfallsquote bei ihrem ersten Auffinden im Jahre 1883 gegeben habe. Ich habe da zuerst die Abnutzungsquote (N-Minimum) für den Hund, den Menschen und die Gans berechnet und gefunden, daß diese sich allgemein für alle Warmblüter (und auch Kaltblüter usw.) darstellen läßt. Man geht von dem Ruhezustand eines Tieres bei einer Temperatur von 15° aus und berechnet, wieviel Eiweißkalorien im Verhältnis zu den Gesamtkalorien (Hunger) vorhanden sind. Dann wird das Minimum allgemein und ohne Rücksicht auf die Schwankungen des Körpergewichtes definiert sein.

Da man diese Einheiten des Stoffwechsels (Hunger) beim Menschen nicht wohl anwenden kann und die anderweitige Wärmeregulation hier den Vergleich hindert, habe ich den Stoffwechsel beim Menschen bei üblicher leichter Arbeit, d. h. 2800 Kalorien pro 70 kg (Reinkalorien), oder den Hungerstoffwechsel gewählt und darauf die Eiweißkalorien berechnet. Ersteres bringt den Tieren gegenüber einen etwas kleineren Wert, um etwas mehr als ein Zehntel, bedeutet also praktisch kaum einen besonderen Unterschied. Jedenfalls steht bei dieser Berechnung das Eiweiß bei den Menschenversuchen in einer einheitlichen Ration zum Körperzustand bzw. auch zur Oberflächenentwicklung, weil ja der Umsatz der letzten proportional verläuft.

Hindhedes Berechnungsweise entspricht aber nicht etwa diesem Gesichtspunkt, das geht schon aus der oben erwähnten Annahme hervor, daß, wenn die Nahrung reduziert wird, auch das Eiweißminimum kleiner wird; andererseits ist es auch wieder keine relative Darstellung des Minimums in meinem Sinne, weil er, gleichgültig, wie die Nahrungsmengen sind, ob sie unterwertig oder abundant sind, die Umrechnungen auf 3000 Kalorien vornimmt.

Greift man bei Hindhede auf die Originalwerte zurück, so werden die Ergebnisse wesentlich anders, als er sie darstellt; seine gegen mich gerichteten häßlichen Bemerkungen fallen also nur auf ihn selbst zurück. Im idealen Zusammenhang mit diesen unzulässigen und inkorrekten

¹ *Zeitschr. f. Biol.* Bd. XIX, S. 391.
Archiv f. A. u. Ph. 1910. *Physiol. Abh.*

Berechnungsweisen steht die völlig haltlose Annahme Hindhede¹, daß ein N-Minimum nur erzielt werden könne bei völliger Deckung des Kalorienbedarfs. Wie sich Hindhede beinassen kann, der Entdecker dieser Bedingung des N-Minimums zu sein, läßt sich schwer feststellen, wohl aber hat C. Voit vielfach hingewiesen, daß zu einem N-Gleichgewicht und überhaupt geringen N-Verbrauch, wie er ihn bei Kartoffelgenuß und beim Vegetarier ja schon gekannt hatte, ein großer, wie er meinte, überflüssiger Genuß von Kohlehydraten gehört.

In einer solchen generellen Formulierung trifft die Behauptung tatsächlich aber nicht zu. Je nach dem körperlichen Ernährungsstande kann der Mangel an Deckung des Kalorienbedarfs die N-Ausscheidung höher oder niedriger gestalten, oder aber man kann beim Hund wie beim Menschen selbst bei einem Drittel Deckung der nötigen Kalorien das N-Minimum erreichen. Die nähere Erörterung dieser Frage findet man in den beiden vorhergehenden Abhandlungen. Natürlich muß für Dauerzustände die Nahrungszufuhr eine suffiziente sein.

Ebenso nutzbringend ist eine weitere Bedingung, die Hindhede für Minimumversuche aufstellte (a. a. O. S. 292): eine lange Dauer derselben, auch das ist durchaus keine allgemein notwendige Vorbedingung. Das Minimum tritt ein, wenn kein Übergangseweiß mehr vorhanden ist, wie ich gezeigt habe. Die Einstellung auf ein Minimum kann, wie meine Versuche zeigen, innerhalb weniger Tage erfolgen, wenn die Personen an sich, wie es in der Kriegezeit war, auf sehr niedrigem Eiweißverbrauch leben. Die sehr langsame Einstellung auf ein Minimum bedeutet Verlust von Organeweiß, dadurch eine Verrückung der Vergleichsbasis für das Minimum und künstliche Herabdrückung desselben durch Eiweißverlust auf eine tiefe Stufe.

Auf S. 292 werden Hindhedes Versuche mit früheren Versuchen verglichen; hier nimmt Hindhede wieder Gelegenheit, dem Leser klarzumachen, daß ich die Bedingungen eines N-Minimums in meinen Versuchen nicht eingehalten hätte, da ich den N-Verbrauch vor den eigentlichen Experimenten nicht gekannt hätte. Es würde Herrn Hindhede schwer werden, zu beweisen, wo ich solche Minimumversuche überhaupt angestellt habe. Tatsächlich betrifft das, was Hindhede hier behauptet, gar keine Minimumversuche, sondern meine Ausnutzungsversuche der Jahre 1875 bis 1877, bei denen ich auch nebenbei die N-Ausscheidung im Harn, gelegentlich auch die Harnsäurebestimmung ausgeführt habe. Es war also damals gar nicht beabsichtigt, Minimumversuche zu machen, denn diese Fragen gab es 1875 noch nicht.

¹ *Skandl. Archiv*, Bd. XXXI, S. 293.

Wenn es sich wie bisher zumeist nur um die einfache Frage handelt, auf welcher Höhe des N-Verbrauches sich ein Minimum gewinnen läßt, so sind dafür also sehr lange Versuche nicht notwendig. Anders würde die Sache liegen, wenn wir die Folgen eines lange durchgehaltenen Minimums auf die Gesundheit und Funktionen des Körpers studieren wollen, dann würden allerdings die Versuche über viele Monate und ein Jahr und länger sich erstrecken müssen, um etwaige Ausfallerscheinungen zu finden. Es scheint mir diese Frage allerdings nach den praktischen Erfahrungen der letzten Kriegsjahre aktuell zu sein.

Diese kurze Auseinandersetzung mit Hindhede liegt wieder in derselben Richtung wie das, was ich zu wiederholten Malen schon Anlaß hatte, bei Hindhede zu beanstanden: in der ungenauen Wiedergabe der Zitate aus den Arbeiten anderer und in dem Fehlen der zeitlichen Angaben, die jeden urteilskräftigen Leser sofort von der richtigen Auffassung über die Art der Polemik aufklären würde.

Und nun zur Hauptsache!

Hindhede behauptet, daß er mit Proteiweiß genau dasselbe Minimum erzielen könne wie mit anderen; allerdings wird in den Schlusssätzen S. 314, was vorher ganz bestimmt lautete, wieder konditionell: Kartoffel- und Broteiweiß scheinen denselben Wert zu haben wie Fleischiweiß und die Körpeiweiß (Gramm für Gramm erstatten zu können).

Hindhede zieht dann weitgehende Schlüsse zunächst gegen Abderhalden, dessen Anschauung auch wieder nicht nach dem Original, sondern im Umweg über ein Referat zitiert wird. Er glaubt, die Anschauung über die Bausteine des Eiweißbauplans müßten geändert werden, überhaupt wäre anzustreben, nach seiner Entdeckung das Kapitel der Ernährung in ungefähr allen Lehr- und Handbüchern der Hygiene von Anfang bis zu Ende neu zu bearbeiten. Hindhede unterschätzt also die Tragweite der eigenen Experimente gerade nicht. Es wird daher gut sein, den Versuchen etwas näherzutreten.

Für das Eiweißminimum bei Brotkost hat Hindhede Versuche verwendet, die im Skandinavischen Archiv, Bd. XXVIII, S. 167, publiziert sind. Für Weißbrot fand er damals als Minimum 11.50 g N im Harn, während die Gesamtblanz im Durchschnitt etwa um 0.97 g N zu hoch war, nach üblicher Ausdrucksweise also rund 1 g N angesetzt wurde. Dieser Wert würde rund 72 g Rohprotein (= 11.50 g N) gleichkommen. Hindhede sagt also: „Wie man sieht, liegen diese Zahlen dicht bei Rubners Eiweißminimum für Brot.“ An seinen eigenen Versuchen beanstandet er, daß sie + Bilanz geben, also nicht beweisen, daß man

nicht mit weniger auskommen könne, darin hat er recht, während meine orientierenden Versuche 1877 allerdings fast sämtlich — Bilanz hatten. Entscheidend für weitere Experimente sind ihm dann Versuche nicht mehr mit Weißbrot, sondern mit Schwarzbrot; ersteres habe eben zu viel Eiweiß, als daß man es zu Experimenten brauchen könne.

Nun ändert sich das Resultat vollkommen. Denn es erscheint zunächst als Minimum 7.3 g N im Harn pro Tag bei durchschnittlicher Bilanz von +0.13 g N im Tag, aber er will noch weiter heruntergehen und deshalb kommt er dann zu einer Kombination von Brot mit anderen Nahrungsmitteln, namentlich mit Obst.

Die Versuchsbedingungen sind durch Hindhede nicht gleich gehalten, sondern völlig verändert worden. Vom Weizenmehl guter Ausmahlung geht er plötzlich zu Roggenschwarzbrot und von da zu einer völlig neuen Bedingung, zur gemischten Kost von Brot und verschiedenen Vegetabilien über. Selbst wenn man Weizen und Roggen als Ganzes gleichstellen will, ist doch, was die Eiweißstoffe anlangt, Weißbrot und Vollkornroggenbrot grundverschieden. Für Brot einerseits und Brot-Obstmischungen andererseits besteht überhaupt keine Vergleichsmöglichkeit, da nach meiner ausführlichen Abhandlung bei Nahrungskombinationen nicht additive Verhältnisse vorliegen.¹ Diese beiden Reihen Brot—Brot-Obst sind für uns vorläufig inkommensurable Dinge. Wenn Ungleichheiten in dem N-Minimum sich ergeben, so können sie auf der völlig anders wirkenden Kombination beruhen, mit anderen Worten, die Anordnung der Versuche an sich erlaubt bei der von Hindhede geübten Betrachtungsweise gar keinen sicheren Schluß, und es fallen die daraus gezogenen Schlußfolgerungen wie sie sind in nichts zusammen.

Aber diese Überlegung ist es nicht, welche die ganzen Ergebnisse Hindhedes über den Harn wirt, oder sie ist es nicht allein. Hindhedes Auslegungen seiner Versuche sind deshalb unrichtig, weil inzwischen durch meine Versuche dargetan wird, daß man für die Feststellung des Eiweißumsatzes bei Vegetabilien nicht die Harn-N-Ausscheidung allein benutzen darf, sondern diese dem Stoffwechsel-N des Kotes beizuzählen hat, wie das in einer anderen Abhandlung näher ausgeführt ist.²

Jetzt begreift man auch, warum beim Übergang von Weißbrot zu Roggenbrot die Zahlen sich plötzlich ändern; die Harn-N-Zahlen fallen außergewöhnlich tief, es scheint die Ernährung grundsätzlich geändert. Hätte Hindhede nur den Gesamt-N-Verlust doch wenigstens in Erwägung

gezogen, so müßte er auf diesen unnatürlichen Sprung des N-Abfalles im Harn aufmerksam geworden sein.

Daß die Versuche durch die Personen Hindhedes so lange Zeit und die hier interessierenden fast 120 Tage nicht unterbrochen wurden, gibt dem Tatsachenmaterial einen bleibenden Wert, was die Ausnutzungsgröße anlangt; es ist nur schade, daß das Grundmaterial nur in der althergebrachten Weise und schematisch auf N und Kalorien untersucht wurde, so daß ein Urteil über die eigentlichen näheren Prozesse der Verdauung nicht zu machen ist.

Wenn ich nun den Versuch mache, die Ergebnisse von Hindhedes Versuchspersonen mit meinen neuen Versuchen über Brotkost zu vergleichen, so kann das nur annähernd ausgeführt werden, weil ja einerseits die Brotsorten verschieden sind in ihrer Wirkung auf den Darm und weil auch individuelle Eigentümlichkeiten vorkommen; außerdem bemerke ich, daß Hindhedes Durchschnittszahl für drei verschiedene Brotsorten gilt. Ich habe nach dem Kot-N auf Grund meiner Ergebnisse den durchschnittlichen N-Verlust an Stoffwechselfprodukten geschätzt. So ergibt sich für 70 kg folgendes:

Bei Fr. Madsen war das Minimum an N 12.19 g pro Tag = 76.17 g Rohprotein, das Gewicht, das nicht genau angegeben ist, dürfte etwa 78 kg betragen haben, so daß rund 68.4 g Rohprotein auf 70 kg treffen.

Bei H. Madsen war der Verbrauch 10.98 g N = 68.6 g Rohprotein bei 68 kg, also auf 70 kg berechnet rund 70.6 g Rohprotein.

Die für 70 kg resorbierte Eiweißmenge war bei Fr. M. 56.9 g, bei H. M. 54.5 g Protein; die beiden Personen nutzten ungleich aus, während Hindhedes Zahlen nahezu Übereinstimmung ergeben, da er immer das Fett mit in die Ausnützung hineinrechnet und H. M. mehr Fett als Fr. M. gegessen hat, zeigt sich die Ungleichheit erst nach Abzug des Fettes in den Einnahmen.

Was die Bilanz anlangt, so war — vom Schweiß-N abgesehen — Fr. M. im Gleichgewicht (+0.10 g N-Ansatz im Tag) und H. M. gab —0.67 g N im Tag ab.

Den eigentlichen N-Umsatz kann man wie folgt annehmen. Für Fr. M. bei 78 kg Gewicht 64.56 g Rohprotein = 57.9 g pro 70 kg, für H. M. bei 67 kg 55.06 g Rohprotein, entsprechend 57.5 g pro 70 kg.

Das Ergebnis zeigt also, daß die niedrigen Proteinwerte, die Hindhede für Brot angibt, auf einer Täuschung beruhen, weil er nur den Harn-N in Berechnung zu ziehen vermochte. Ich wiederhole die auf S. 102 der vorigen Abhandlung von mir erhaltenen Werte und füge die Versuchspersonen von Hindhede ein.

¹ Dies Archiv. 1918. Physiol. Abtlg. S. 145

² Ebenda. 1919. Physiol. Abtlg. S. 73.

Verbrauch an Rohprotein bei Roggenbrot für 70 kg	
Gesamtprotein	reiner N-Umsatz in g Protein
Neumann-Bonn	48.3
Schönherr	46.1
Oehm	48.2
Roelofs	51.5
Fr. Madsen	57.9
H. Madsen	57.5
Kollmann	60.5
Neumann-Bonn	77.0
	69.1 Mittel
	55.9 Mittel

Die Werte von Hindhedes Versuchspersonen zeigen also gar nichts Auffälliges, sondern lassen sich in die von mir gegebenen Reihen so einfügen, daß sie nicht einmal den niedrigeren Werten, eher den höheren entsprechen. Wenn ich früher nach Schätzung aus den kurzen Ausnützungsversuchen der Jahre 1875 bis 1877 den Rohproteinverbrauch bei Weizenversuchen auf etwa 90¹ (bei 75 kg Gewicht der Personen) = 85 g Protein pro 70 kg angegeben habe, so liegt dieser Wert von den hier beobachteten durchaus nicht so weit ab, da die Person Kollmann für Weizen höhere Werte als 79.1 g gab, nämlich 83.2 g Protein.

Das Schwierigste in der Beurteilung, ob ein wirkliches Minimum vorliegt, beruht darauf, daß der körperliche Zustand und sein Kohlehydratbedürfnis dem Experimentator unbekannt ist und daß, wie die Experimente von R. O. Neumann bewiesen, das Minimum unter Umständen erst durch abundante Kohlehydratmengen erreicht werden kann. Dann besteht für die normale Bilanz bei Erhaltungskost, also keine Möglichkeit des Minimums überhaupt. Im übrigen sei auf das verwiesen, was ich in den vorhergehenden Abhandlungen gesagt habe.

In meinem N-Umsatz sind an Kalorien zur Gesamtmenge (wie ich sie für 70 kg annahme 2800 Kalorien) enthalten im Minimum 6.75 bis 11.41 Prozent.

Keiner der beiden Werte entspricht wirklich einem Minimum an N, wie es etwa bei reiner Kohlehydratkost und bei fettreichen Personen erreicht werden kann. Es mag aber hier bemerkt werden, daß Röse an sich in Versuchen mit Brot recht erhebliche Schwankungen des zu erreichenden Minimums gefunden hat, da offenbar der Körperzustand während der Versuche sich änderte, so z. B. mit Kommißbrot. Nachdem Röse auf

¹ Versuchsperson P. aus den Jahren 1875 bis 1877 für Weißbrot nach 3 Tage Fütterung Mittel aus 5 Reihen, auf 70 kg gerechnet, 85.5 g Protein als Gesamt-N, 76.8 g für Harn-N + Stoffwechsl.-N.

33 g Proteinumsatz herabgekommen war, sein Sohn 35 g erreichte, stieg nachträglich bei Fortdauer des Versuches das Minimum auf 57 bzw. 64 g. Ähnliches hatte auch Thomas schon früher beobachtet. Ganz ähnlich verlief eine Reihe von 4 Wochen Dauer bei Brotfütterung nach Kartoffel, wobei das Minimum von 36.9g Proteinzufuhr auf 67.3g zunahm (= 75.95g pro 70 kg). Röse hat vermutet, diese Unterschiede müßten auf Veränderung im Basengehalt der Nahrung zurückgeführt werden, doch kann das nicht zutreffen. Weit wichtiger und wirklich erweisbar ist die Notwendigkeit bestimmter Relationen zwischen Eiweiß und Kohlehydrat in Abhängigkeit vom Körperzustand (Eiweiß- und Fettgehalt). Aus dem Gesagten muß man für die praktische Verwertung von Minimalwerten große Vorsicht üben, worauf ich schon immer hingewiesen habe. Wo der eine Mensch gerade mit dem Protein auskommt, ist bei dem anderen die Nahrung ungenügend und bedingt langdauernde Verluste an N vom Körper; das liegt ja im Begriff des Minimums, daß bei ungenügender N-Zufuhr eben Organeweiß angegriffen wird.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung der Fütterung von Brot mit Obst über, so sind diese Versuche Hindhedes nicht eigentlich systematisch ausgeführt, sondern in verschiedenen Perioden der 120 Tage mit ganz verschiedenen Zulagen von Fett, Zucker, Erdbeeren, Rhabarber, Pflanzen vorgenommen worden.

Ehe man an solche Kombinationen herantritt, muß man die Wirkungen der Komponenten kennen; über Obst allein hat Hindhede keine Versuche ausgeführt, doch liegen unsererseits darüber eine Reihe von Versuchen vor, so über Bananen von C. Thomas¹ und von mir über Erdbeeren; über Pflanzen und Rhabarber ist nichts näher bekannt. Von den Pflanzen darf man annehmen, daß sie sich ähnlich wie Äpfel verhalten, obschon die getrockneten Pflanzen den Darm bei vielen Personen erfahrungsgemäß zu weichem Stuhl veranlassen und deshalb auch medizinische Anwendung finden. Man kann vielleicht annehmen, daß diese weiche Beschaffenheit durch eine stärkere Bildung von Stoffwechselfprodukten bedingt ist; experimentell ist meines Wissens die Frage nicht geklärt. Rhabarber dürfte sich mit grünem Gemüse vergleichen lassen. Das Gemeinsame mit Obst besteht darin, daß nach meinen Ergebnissen der N-Verbrauch bei ausschließlicher Obstkost in wenigen Tagen enorm absinken kann und bei der fast nicht in Betracht kommenden N-Zufuhr sozusagen die reine Abnützungquote erreichen läßt. Dies war sogar mir möglich in Fällen, bei denen die Kalorienzufuhr auch nur ganz ungenügend den Bedarf

¹ Dies Archiv. 1910. Physiol. Abtlg. Suppl. S. 29.

gedeckt hat. Letzteres wird weniger auf die Eigenart der Früchte als auf den zufälligen Körperbestand meiner Versuchspersonen zurückzuführen sein. Vom Eiweiß des Obstes wird etwas resorbiert.

Die Brot-Früchtmischung war bei den Versuchen Hindhedes etwa so, daß bei dem Manne Fr. M. auf 7.44 g N im Roggenschwarzbrod 2.93 g Obst-N, bei H. M. auf 7.29 g Brot-N 1.21 g Obst-N verfüttert wurden. Das Gesamtergebnat der N-Ausscheidung war

bei Fr. M.	9.67 g N =	60.44 g Rohprotein bei 76 kg	pro 70 "
	=	55.65 "	bei 67 "
" H. M.	8.45 "	= 52.85 "	pro 70 "
	=	55.16 "	

Der Verbrauch an Rohprotein ist höher als die Menge des eingeführten Brot-N. Die Berechnung des Stoffwechsel-N kann nur auf Schätzung beruhen; ich habe für die einzelnen Gruppen der Ernährung aus meinen Versuchen mit analoger Nahrung die Zahlen übernommen; die Mittel der Versuche zeigen, daß es sich ja nur um die allgemeine Größenordnung der Veränderungen handelt und das Weitere die direkte Analyse festzustellen hätte. Die Gesamtbilanz war

bei Fr. M.	-0.285 g N pro Tag
" H. M.	+0.049 "

Berechnet man den N-Verbrauch nicht nach dem Harn-N, sondern unter Hinzunahme der geschätzten N-Stoffwechselprodukte im Kot, so erhält man auf 70 kg für Brot-Obstmischung

bei Fr. M.	39.83 g Protein
" H. M.	41.99 "

was also 40 bis 42 g Protein für die beiden Versuchspersonen bedeutet, woraus ersichtlich, daß die niederen Zahlen Hindhedes nicht auf einer besonderen Vollwertigkeit des Brot-Obstmischunges beruhen, sondern auf einer unzulässigen Rechnungsweise.

Aus den Bilanzen folgt, daß Fr. M. hinsichtlich der Brot-Obstversuche nicht genau mit dem Brotversuch verglichen werden kann, da er nicht innerlich, d. h. 34.3 g N abgab, ehe er nach Brot mit Brot-Obst auf Gleichgewicht kommen konnte; dabei war die Abgabe sicherlich Organ-N, nicht Abgabe von Übergangseiweiß. Auf das Resultat hat dieser Unterschied aber keinen erheblichen Einfluß, da er 2 Prozent des Verbrauches kaum überschritten haben wird, demnach bei den sonstigen Fehlern der Methodik irrelevant ist. Will man diesen Faktor aber berücksichtigen, so wird der Verbrauch statt 39.83 g auf 40.6 g erhöht werden müssen.

also für Fr. M. 40.6 g und für H. M. 41.99 g. Bei Brot-Obstkost ist also anscheinend weniger Protein verbraucht.

Brot allein	Fr. M.	57.9 g	H. M.	57.5 g
Brot-Obst		40.6 "		41.99 "

Ich muß aber nochmals bei der eigenartigen Zusammensetzung der Brotkost anknüpfen und die Frage, ob die ganze Kombination zur Lösung der Aufgabe ausreicht, in anderer Weise aufnehmen.

Die von Hindhede gewählte Brot-Obstmischung, bei der bis zu 625 g getrocknete Zwetschen, in anderen Fällen bis zu 2500 g frische Erdbeeren nebenbei gegeben wurden, ist eine Kost, deren Wirkung auf den Darm eine höchst merkwürdige gewesen ist. Von den Zwetschen ist bekannt, daß sie als gelindes Abführmittel dienen. Für viele Menschen genügen 50 bis 60 g Zwetschen (davon ein Drittel Kerne), um einen weichen Stuhl hervorzurufen; die Personen Hindhedes müssen daher ganz besonders veranlagt sein, wenn sie 625 g entkernte Pflaumen täglich verzehren können, ohne Wirkung auf den Darm.¹

Anders liegt die Sache bei den Erdbeeren, für die ich vor kurzer Zeit experimentell die Ausnützung angegeben habe. Auf Grund dieser Erfahrungen kann man ungefähr sehen, wie die Versuche bei Hindhede verlaufen sein werden.

Meine Versuchsperson hat 2450 g Erdbeeren im Tag = 232.95 g Trockensubstanz = 883.4 Kalorien aufgenommen und an Kot geliefert bei 13.72 Prozent Trockensubstanz, 59.75 g pro Tag mit 2.73 g N = 290.4 Kalorien. Person Fr. M. bei Hindhede bei 550 g Schwarzbrod 125 g Margarine, 2500 g Erdbeeren, 333 g Zucker und 167 g Stärke bzw. 550 g Schwarzbrod, 125 g Margarine, 275 g Zucker und 138 g Stärke 152 g und 167 g Kot. Die entscheidenden Substanzen für die Kotbildung sind nur die 550 g Brot und 2500 g Erdbeeren.

Das heißt also, wenn man sich auch Brot und Erdbeeren kombiniert denkt und die Ausscheidungen beider addiert, so bleibt ein gewaltiger Rest, der sich nur als besondere Rückwirkung der Kost auf den Darm beziehen kann. Der Hergang der Kotbildung muß also ein ganz anderer gewesen sein, als er sonst zu sein pflegt. Leider hat Hindhede diese Kostsorten nicht näher untersucht, so daß sich Genaueres nicht angeben läßt. Es war eher zu erwarten, daß die Kombination von Brot und Obst günstiger wirkt als die beiden Komponenten², doch ist das Gegenteil eingetreten.

¹ Der Trockengehalt im Kote scheint von 23 bis 25 Prozent auf 14.6 Prozent heruntergegangen zu sein und steigt wieder bis 16.2 Prozent.

² Dies Archiv. 1918. Physiol. Abt. S. 135.

Entleert wurde:

Periode 12	152 g Kot Trockens.	mit 6.98 N	14.1 Asche	—	Kal.
„ 13	167	6.85	14.4	—	—
	Mittel: 159.5	6.81	14.2	799.1 ¹	
zieht man davon den Kot f. Erdbeeren ab	59.7	2.73	5.5	290.4	
bleibt f. 550 g Schwarzbrod	99.8	4.08	8.7	508.7	
= 360 g Trockensubst. berechnet ²	42.8	2.22	3.8	214.5	
Rest:	57.0	1.86	4.9	294.2	

Das Resultat scheint demnach wohl in dem Sinne eine Vermehrung der Stoffwechselstoffe zu bedeuten. Dieser Betrag muß sehr bedeutend sein, denn in obiger Aufstellung treffen bei Brod vielleicht 46 Prozent, bei Erdbeeren 65 Prozent des N auf Stoffwechselprodukte (1.02 + 1.77) = 2.79 g, wozu noch die ungedeckten 1.86 g N hinzukommen = 4.65 g im ganzen.

Der N-Verbrauch wäre dann

in Periode 12	3.33 (Harn) + 4.65 = 7.98
„ 13	2.83 „ + 4.65 = 7.48
im Mittel 7.72 g N = 48.24 g Protein bei 73.8 kg, für 70 kg 44.7 g .	

Wenn man nun noch erwägt, daß Hindhede diesen Mann stark arbeitsen ließ und die Versuche zum großen Teil in die warme Jahreszeit fielen, so ist es völlig unangebracht, bei der gegebenen Fragestellung den N-Verlust durch die Haut ganz zu vernachlässigen, zumal die Versuchspersonen offenbar fettreich waren. Schon 1889³ hat Cramer in meinem Laboratorium auf die Notwendigkeit, diese N-Quelle nicht zu vernachlässigen, hingewiesen. Ich will hier den betreffenden Passus zitieren: „Man wird demnach sowohl bei den Menschen bei allen jenen Fällen, in welchen die Einwirkung hoher Temperatur oder Arbeit nicht ausgeschlossen ist, namentlich aber bei Leuten mit mäßigem oder starkem Fettpolster den Schweiß als ständige Quelle des N-Verlustes ansehen müssen, ebensogut wie man betont, daß auch die N-Ausscheidung im Kote

¹ Nach meinen direkten Bestimmungen rund 5.5 Kalorien pro 1 g Organ. im Kote.

² Vgl. Hindhede, S. 275. Ausnützung aus Ceresbrod und Schwarzbrod ungerechnet.

³ Arch. f. Hyg. Bd. X. S. 269.

bei Stoffwechselluntersuchungen herangezogen werden müsse.“ Anderswo wird angeführt: „Nicht ohne Bedeutung wird die N-Ausscheidung mit dem Schweiß für alle Fälle sein und welchen man das Minimum der in der Nahrung notwendigen Eiweißmenge bestimmen will.“ Bei Cramers Untersuchungen betrug der N-Verlust mit dem Schweiß so viel, daß sich dadurch der Eiweißbedarf um 11.5 g täglich erhöhte. Bei der Umständlichkeit der Bestimmung des Haut-N, dessen Wert bei nicht gründlicher Untersuchung leicht zu klein gefunden wird, muß man am besten durch Ruhe der Versuchspersonen in geeigneter Jahreszeit den Fehler verringern. Hindhede macht es aber umgekehrt, er hebt die stete Arbeitsleistung seiner Versuchspersonen noch besonders hervor.

Soweit sich also über den wirklichen Eiweißverbrauch ein Urteil abgeben läßt, kann man nur sagen, daß Fr. W. sicherlich mehr Eiweiß bei dem Brod-Obstgemisch brauchte als 45 g pro 70 kg. Der Vergleich mit Brod bleibt also unsicher; würde man 10 bis 12 g Eiweiß etwa noch hinzudaddieren müssen, dann wäre schließlich mit 55 bis 57 g Eiweiß der Verbrauch derselbe wie bei den Werten nach Brodzufuhr allein.

Die Angaben von Hindhede über den Proteinverbrauch bei Brod-Obstgemischen sind also, wie nachgewiesen, nicht zutreffend und beruhen nur auf seiner eigenartigen Berechnungsweise. Wenn er daher behauptet, daß man dabei auch mit 30 g Protein auskommen könne, so wird das durch seine eigenen Versuche widerlegt, und damit sind die an diesen Zahlen geknüpften Schlussfolgerungen auch hinfällig.

Zum Schlusse muß ich noch auf die Ernährung mit Kartoffeln eingehen, da sie von Hindhede ja zum Vergleich mit dem Brode herangezogen worden sind. Ein 40tägiger Versuch findet sich in der Zeitschrift für physikalische und diätetische Therapie, 1912, Bd. XVII, berichtet. Über die in dieser Arbeit ausgesprochenen Anschauungen und Angriffe auf meine Person habe ich bereits geantwortet¹ und gezeigt, wie skrupellos Hindhede zu zitieren pflegt, oder besser gesagt, wie er die Arbeiten anderer zu verschweigen weiß. Ich will mich hier auf die Frage beschränken, welches Ergebnis bezüglich des Verbrauches an N-Substanz sich aus dem Versuch von Hindhede wirklich ableiten läßt.

Hindhede bringt seine Versuchszahlen getrennt für vier Perioden:

- 16 Tage vom 12. bis 27. Mai,
- 8 Tage vom 28. Mai bis 4. Juni,
- 8 Tage vom 5. bis 12. Juni,
- 8 Tage vom 13. bis 20. Juni.

¹ Dies Archiv. 1918, Physiol. Abt. S. 16.

Ich will sie kurzweg als gleichwertig behandeln. Bei Kartoffelkosten habe ich gefunden, daß 65·22 Prozent des N im Kot auf Stoffwechselprodukte treffen. Die Zahl sei benutzt, um die N-Ausscheidung im Kot umzurechnen, dann erhält man pro Tag:

Person	N im Harn	Stoffw.-N im Kot	N-Umsatz	Bilanz	
				Einfuhr—	Austruhr
				pro Tag	
I	5·82	0·66	6·48	—	0·96
II	5·49	0·81	6·30	—	0·18
„ III	5·30	0·84	6·14	—	0·42
„ IV	4·98	0·80	5·78	+	0·82

Die Bilanz war negativ bis zur 4. Periode; die Umkehr zur positiven Bilanz, für die kein ersichtlicher Grund sonst vorliegt, beruht wahrscheinlich auf N-Verlust durch die Haut. Im ganzen mügen an 20·28 g N vom Körper verloren worden sein, die Einstellung war also langsam. Die Behauptung, daß man die ersten 4 bis 6 Tage des N-Verlustes außer Betracht lassen solle — für das Resultat ist das gleichgültig —, trifft für den Kartoffelversuch keineswegs zu, zumal vorher keine N-reiche Kost gegeben war. Die Einstellung auf den Kartoffelwert ist nach meiner Erfahrung sehr rasch. Es ist also von Organeweiß hier abgegeben worden. Im Durchschnitt war der N-Verbrauch (Harn + Stoffwechsel-N) des 70 kg schweren Mannes 6·17 g N = **38·5 g** Rohprotein.

Die Behauptung Hindhedes, daß sein Mann nur $1\frac{1}{4}$ g Eiweiß in 36 Tagen verloren habe, ist für jeden, der solche Versuche in ihrer ganzen Ausführung kennt, eine Angabe, die man als Beweis der Exaktheit der Experimente lieber nicht machen wird, einmal deshalb nicht, weil die Methodik derartige Genauigkeiten gar nicht zuläßt, ferner weil der Haut-N-Verlust gar nicht bestimmt wurde und endlich, weil die Bilanz nur deshalb klappt, weil eine beliebige Zahl von Versuchstagen der ersten Periode nicht mitgerechnet sind. Hindhede wiederholt seine Behauptung: „Die Kartoffeln sind vollkommen verdaulich, es geht nichts verloren.“ Als Antwort hierauf will ich nur angeben, daß in 100 Teilen Kartoffelkot (trocken) sich nach meinen Analysen neben unverdaulichem Eiweiß finden:

Pentose	3·79 Prozent
Zellmembran	8·89 „
Stärke	8·05 „

Unter der Überschrift „Fortgesetzte Untersuchungen mit Kartoffelkost“ wird noch ein Versuch des „berühmten Amerikaners Mr. Horace Fletcher, des Vaters des Fletcherismus“ ausgeführt. Hindhede gibt

für 32 Tage nähere Analysenwerte, hat aber diese Experimente nicht genauer durchgerechnet. Ich entnehme aus den Zahlen folgendes, wenn man Fett und Zucker, die neben Kartoffeln gegessen wurden, außer Betracht läßt: Die Aufnahme betrug im Tag für den etwa 76 kg schweren Mann täglich 1175g Kartoffel = 1212 Kalorien. Der Verlust im Kot (15·7g Trockensubstanz = 13·3 g organische Substanz à 5·71 Kal.) 75·9 Kal. = Verlust von 6·26 Prozent, eine hohe Zahl, die über die günstigen Resultate von 4 Prozent, wie man sie bei Kartoffel erreichen kann, wesentlich hinausgeht. Ich nehme an, daß die Nahrung zurreichend gekaut wurde. Bei 3·99 g N in der Aufnahme kamen im Kot 1·04 g N = Rohverlust 26·06 Prozent; auch dieser Wert ist wesentlich ungünstiger, als ich wie Hindhede gefunden haben. Die Bilanz ist durchgehend negativ = —0·90 g N pro Tag.

Wenn im Harn	3·66 g N
in Stoffwechselprodukten	0·65 „
ausgeschieden wurden.	
war der N-Umsatz	4·31 g N
= 26·93 g Protein pro 76 kg	
= 24·85 „	70 „

Dieser niedrige Wert erklärt sich nur zum Teil durch die negative Bilanz und steht jedenfalls in keiner Übereinstimmung mit den anderen uns bisher bekannt gewordenen Resultaten. Ob die Sammlung des Harnes wirklich zuverlässig war, möchte ich dahingestellt sein lassen.

Hindhede beginnt seine Schlußbetrachtungen mit den Worten: „Das Hauptergebnis unserer bisherigen Versuche in bezug auf das Eiweißminimum ist also, daß dies Minimum für Brot und Kartoffel ungefähr bei demselben Punkt, in der Nähe von 20 g verdaulichem Eiweiß für 3000 Kalorien liegt.“ Ja, Hindhede geht noch weiter und sagt: „Unser Nachweis, daß das Broteweiß Gramm für Gramm das Körperweiß ersetzt kann, scheint Abderhaldens Theorie unzustoßen.“ Ich habe durch die vorstehende Kritik gezeigt, daß die Ergebnisse der Versuche Hindhedes mit diesen seinen Angaben sich absolut nicht decken und daß er nur durch eine unzutreffende Betrachtungsweise zu diesen Schlußfolgerungen gekommen ist.

Weder von dem Brot noch von den Kartoffeln erhält man je einen Wert von 20 g verdaulichem Eiweiß; bei Brot sind seine Werte etwa genau dieselben, die ich mit Roggenbrot unter verschiedenen Umständen erhalten habe. Aber man kann von solchen konstanten Größen überhaupt nicht reden, weil der Körperbestand einzelner Personen zu different ist. Ich habe Werte bis zu einem Verbrauch von 83 g Protein gefunden, aus

den Ergebnissen von Röse und O. Neumann lassen sich ähnliche hohe Werte finden. Wenn ich früher nur diese höheren Werte kannte, liegt das nicht an mir, sondern an den Versuchspersonen, die ich zuerst in die Hände bekam. Das aber ändert gerade nichts an unserer Stellungnahme. Wenn wir damit rechnen müssen, daß auch Leute mit hohem Eiweißbedarf zu versorgen sind, so nützt ein niederer Mittelwert recht wenig. Jeder muß nach seinem Bedürfnis versorgt werden.

Nimmt man an, was vielleicht nicht einmal zutrifft, es ließen sich die jahrelang auseinander liegenden Versuche von Hindhede ohne Zweifel an der Richtigkeit der Ergebnisse vergleichen, so finde ich aus Hindhedes Versuchen nicht im geringsten einen Eiweißverbrauch in der Nähe von 20 g verdaulichem Eiweiß, wie er behauptet, sondern einen Verbrauch von 57.7 g, was man doch nicht als in der Nähe von 20 g halten wird, und bei der Kartoffelheile einen Verbrauch von 38.5 g, was wieder nicht bei 20 g liegt. Es ist also, soweit Hindhedes eigene Versuche zu einem Entscheid verwendet wurden, nicht wahr, daß die N-Substanz des Brotes in der Ernährung die N-Substanz der Kartoffel vollwertig ersetzt hat — von dem ungleichen Anidgehalt im Brot und in der Kartoffel sei ganz abgesehen. Die Fehlerquellen der Feststellung des N-Unsatzes bei schwer verdaulichen Nahrungsmitteln und eine irrtümliche Berechnungsweise des Eiweißverbrauches in Abhängigkeit von dem Gesamtwert an Kalorien haben im wesentlichen das Rechnungsergebnis Hindhedes verschandelt. Damit ist Hindhedes Angaben jeder Boden entzogen, ob ihm selbst aber endlich die Dissonanz zwischen den wirklichen Ergebnissen seiner Versuche und seiner umagebrachten hochtönenden Polemik zum Bewußtsein kommt, vermag ich nicht zu entscheiden.

Über den Gang mit künstlichen Beinen.

Von

Prof. René du Bois-Reymond

in Berlin.

Dritter Abschnitt.

Die Gehbewegungen beim Kunstbeingang.

1. Beziehung des Kunstbeinganges zum normalen Gang.

In der Einleitung zum ersten Abschnitt dieser Untersuchungen ist die Frage gestellt worden, ob der Gang mit künstlichen Beinen ein Gegenstand der physiologischen oder pathologischen Forschung sei. Wenn es sich dabei nur um die äußerliche Bezeichnung handelte, käme wenig darauf an, in welchem Sinne man sich entschiebe. Hinter der äußeren, förmlichen Frage steckt aber eine innere, sachliche, die in dem Augenblick hervortritt, in dem man das Gehen mit künstlichen Beinen zu untersuchen beginnt. Man wird nämlich dabei gewisse Abweichungen von der normalen Gehbewegung beobachten. Es wird dann nahelegen, diese ohne weiteres als pathologische Gehbewegungen aufzufassen. Das wäre aber nur unter der Voraussetzung richtig, daß der Gang mit künstlichen Beinen unter geeigneten Bedingungen dem normalen Gange vollkommen gleichen könne. Nimmt man dies an, so darf allerdings jede Abweichung von der normalen Gehbewegung als Mangel, als Fehler angesehen werden. Dann wird also auch die ganze Untersuchung ins Gebiet der Pathologie gehören. Es ist aber offenbar falsch, anzunehmen, daß der Gang mit künstlichen Beinen dem normalen Gange vollkommen gleichen könne, so fern man sich auf die heute gebräuchten Kunstbeine bezieht. Freilich wären Kunstbeine denkbar, die, mit eigenen Arbeitsmaschinen, genau den Muskeln des normalen Beines entsprechend, ausgestattet wären und die mithin auch die Leistung eines normalen Beines vollkommen erreichten. Bei den heute gebräuchlichen Kunstbeinen fehlt aber vorläufig noch jede eigene Energiequelle und meist sogar überhaupt jede Vorrichtung, die