

# Ueber die Ausnützung der Eiweissstoffe in der Nahrung in ihrer Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Nahrungsmittel.

Von

**Ernst Krauss.**

(Der Redaction zugegangen am 26. Juni 1893.)

Die Ausnützung des Eiweissgehalts eines Nahrungsmittels wurde bisher nach der Aufnahmefähigkeit des Darmes für die stickstoffhaltigen Verdauungsprodukte und nach den durch ihm dem Blut zugeführten Mengen derselben berechnet. Der Stickstoffverlust im Koth und der Stickstoffgehalt im Harn waren die massgebenden Grössen für die erreichte Ausnützung und den im Körper stattgehabten Eiweissumsatz. Als Quelle des im Harn erschienenen Harnstoffs galt hauptsächlich das von der Darmschleimhaut resorbirte mehr oder weniger peptonisirte Nahrungseiweiss oder ein dieser Menge entsprechendes, dem Zerfall bestimmtes Maass von Organeiweiss.

Bekanntlich entstehen jedoch neben den gelösten Eiweissstoffen und Peptonen bei der Verdauung durch Trypsin im Dünndarm bei längerem Verweilen daselbst, besonders unter Mitwirkung der Fäulniss, noch weitere Zersetzungsprodukte des Eiweiss, so das Leucin, Tyrosin, die Asparaginsäure, Glutaminsäure, und ferner durch die Einwirkung der Fäulniss allein das Indol und Skatol, und aus dem Tyrosin neben Ammoniak die Phenole.

Neben den gelösten Eiweissstoffen werden auch diese Amidosäuren und aromatischen Körper vom Darm aus resorbirt. Soweit bekannt, findet eine rückläufige Vereinigung dieser Spaltungsprodukte zu höher stehenden, dem Eiweiss oder Pepton verwandten Atomgruppen nicht statt. Für die Beurtheilung der Eiweissresorption ist es daher von grosser

Bedeutung, zu wissen, ob das Eiweiss als peptonisirtes Eiweiss oder in seinen weitergehenden Zersetzungsprodukten aufgenommen worden ist, da ein Ersatz des Körpereiwiss wohl durch Peptone, aber nicht durch Amidosäuren und aromatische Körper möglich ist.

Die Menge des Harnstoffs gibt daher wohl einen Aufschluss über die Gesammtmenge des im Darm zersetzten Eiweisses, aber nichts Sicheres über die Menge des auch als Eiweiss resorbirten Antheils der Gesammtmenge, da von dieser die weiteren durch Trypsinwirkung und Fäulniss bedingten Spaltungsprodukte abgezogen werden müssen. Eine sichere direkte Bestimmung der Letzteren ist nicht möglich, kann aber schätzungsweise auf anderem Wege gewonnen werden.

Baumann's<sup>1)</sup> Untersuchungen zeigten, dass alle aromatischen Körper, die zum grössten Theil als gepaarte Schwefelsäuren im Harn auftreten, im normalen Körper ausschliesslich aus den Fäulnissprodukten der Eiweisse im Darm herkommen. Die Bestimmung der Aetherschwefelsäuren gibt uns also einen Anhalt für die Grösse der Darmfäulniss. Da nun die mit  $H_2SO_4$  gepaarten Kresole und Phenole erst weitere Zersetzungsprodukte des durch Trypsin-Wirkung entstandenen Tyrosins sind, so muss bei vermehrter Kresol- und Phenolbildung auch eine grössere Menge von Tyrosin und der damit gleichzeitig entstehenden Amidosäuren gebildet worden sein. Umsoweniger sind wir in solchen Fällen berechtigt, den Stickstoffgehalt im Harn auf zerfallene Organbestandtheile zu beziehen, sondern müssen einen grösseren Theil desselben den im stärkeren Maasse gebildeten Amidosäuren zuschreiben.

Auch die Höhe des Indoxylgehaltes im Urin wird uns einen Maassstab für die Höhe der Eiweissfäulniss bieten, wenn auch grössere Schwankungen darin vorkommen und es überhaupt angezeigt erscheint, nicht nur die Vermehrung eines aromatischen Körpers, sondern diejenige ihrer Gesammtheit als Werthmesser in Betracht zu ziehen.

<sup>1)</sup> E. Baumann, Die aromatischen Verbindungen im Harn und die Darmfäulniss, Zeitschr. f. physiolog. Chemie, Bd. X, 1886, S. 123.

Die Spaltung der Eiweisskörper wird im Darm um so intensiver vor sich gehen, je mehr gelöste Eiweisssubstanz vorhanden ist, je stärker die Fäulniss wirkt und je langsamer die Resorption erfolgt. Durch die Höhe der Eiweisszufuhr können wir auf den ersten Faktor in bestimmender Weise einwirken. Der dritte ist im Allgemeinen einer direkten Messung nicht zugänglich und es bleibt die Frage offen, wie weit der zweite Faktor, die Fäulniss, durch Modifikation der Nahrung verringert oder vergrössert werden kann.

Hirschler<sup>1)</sup> hat experimentell nachgewiesen, dass durch Zusatz von Kohlenhydraten (Rohrzucker, Stärke), Glycerin, milchsauren Kalk u. s. w. in der Verdauung unterworfenen Fleischgemischen die Bildung der Fäulnissprodukte stark beeinträchtigt oder ganz aufgehoben wird. Er stellte gleichgerichtete Versuche an Hunden an und kam auch hier zu dem Resultat, dass durch die Vermischung der Fleischkost mit Kohlenhydraten die Menge des Indols und Phenols in den Fäces stark verringert, diejenige des Skatols auf 0 gesunken war. Er gab auf 250 gr. Fleisch 50 gr. Rohrzucker. Aehnliche Resultate erzielte er mit Stärke, Glycerin, Dextrin. Freilich hatten nicht alle Körper die gleiche fäulnisswidrige Kraft.

Das Verschwinden des Indoxyls aus dem Urin bei stickstoffarmer und kohlenhydratreicher Kost hat dann auch Ottweiler<sup>2)</sup> beobachtet und für die stärkere Indoxylbildung bei reiner Fleischkost die stärkere Fäulniss als Erklärung mit herangezogen.

Ausgehend von der bekannten Erfahrung, dass Milch keine Fäulnisserscheinungen zu zeigen pflegt, stellte Winternitz<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> A. Hirschler, Ueber den Einfluss der Kohlenhydrate und einiger anderer Körper der Fettsäurereihe auf die Eiweissfäulniss. Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. X, 1886, S. 306.

<sup>2)</sup> L. Ottweiler, Ueber die physiologische und pathologische Bedeutung des Indikans. Mittheil. aus d. Medic. Klinik zu Würzburg II, 1886, S. 153.

<sup>3)</sup> H. Winternitz, Ueber das Verhalten der Milch und ihrer wichtigsten Bestandtheile bei der Fäulniss, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. XVI, 1892, S. 460.

eine Reihe von Untersuchungen an, die ihn unter Anderem zu folgenden Schlüssen führten:

1. Die Milch wirkt auf die Eiweissfäulniss hemmend ein und verzögert namentlich die Entstehung der letzten Eiweisspaltungsprodukte. Dieser Einfluss beruht auf der Gegenwart des Milchzuckers und macht sich unabhängig von der durch die Spaltung des Milchzuckers bedingten Säurewirkung geltend.

2. In derselben Weise und in demselben Umfange beeinflusst die Milch auch die Darmfäulniss und bewirkt einerseits eine entschiedene Verminderung der Aetherschwefelsäuren im Harn, andererseits das Fehlen, beziehungsweise die Verminderung der letzten Eiweisspaltungsprodukte in den Fäces, vermindert also dadurch den Zerfall der Eiweisssubstanzen in Produkte, welche für den Organismus werthlos, möglicherweise schädlich sind.

Kurz vor der Winternitz'schen Arbeit erschien eine Abhandlung von Biernacki<sup>1)</sup>: Ueber die Darmfäulniss bei Nierenentzündungen und Ikterus nebst Bemerkungen über die normale Darmfäulniss. Er stellte seine Versuche an 5 verschiedenen Personen mit verschiedenen Diäten an. Bei Milchkost war trotz geringer Kohlenhydratzufuhr die Fäulniss (berechnet nach der  $H_2SO_4$  im Harn) nicht so stark als bei Mittelkost, wo bei gleicher Eiweisszufuhr weit mehr Kohlenhydrate verzehrt wurden. Da bei den verschiedenen Kostarten ganz differente Nahrungsmittel gegeben wurden, so lassen diese mit den Winternitz'schen Ergebnissen nicht übereinstimmenden Versuche keine sichere Deutung zu.

Es erschien mir besonders wünschenswerth, die Frage, ob Kohlenhydrate die Eiweissfäulniss im Darm vermindern, weiterhin experimentell zu prüfen, zumal bei den Hirschler'schen Versuchen nur Koth- aber keine Harnbestimmungen stattgefunden haben, in den Winternitz'schen Experimenten nur Milch angewandt worden ist, die Methoden der Bestimmung besonders des wichtigsten Produktes der Darmfäulniss

<sup>1)</sup> E. Biernacki. Archiv f. klin. Medicin 49, 1892. S. 87.

der Eiweissstoffe des Indol, resp. des aus ihm gebildeten Indoxyl durch Obermeyer's Modifikation jetzt sichere Resultate in Aussicht stellte.

Ich liess einen Hund 6 Tage hungern, gab ihm dann 6 Tage lang je 500 gr. Fleisch und bestimmte die durchschnittliche Ausscheidung von gepaarter  $H_2SO_4$  pro die und den Indoxylgehalt, setzte endlich für weitere 6 Tage zu der gleichen Fleischportion je 500 gr. Weissbrod und bestimmte wiederum die durchschnittliche Tagesausgabe von  $H_2SO_4$  und Indoxyl.

Die Stickstoffbestimmungen im Harn wurden zum Theil nach der Argutinsky'schen<sup>1)</sup> Modifikation der Kjeldahl'schen Methode ausgeführt. Es wurden 5 cbcm. des gleichmässig gemischten Tagesharnes mit 25 cbcm. einer Mischung von conc. Schwefelsäure und Phosphorsäureanhydrid nebst 0,2 gr. Quecksilberoxyd in besonderen Rundkolben aus hartem Glas so lange erhitzt, bis die Flüssigkeit farblos war. Darauf wurde sie in einen grösseren Kolben gespült, mit Natronlauge vom spec. Gewicht 1,25 schwach alkalisch gemacht, etwas Schwefelkaliumlösung zur Zerlegung des möglicher Weise gebildeten Quecksilberamides hinzugegeben und dann destillirt. Das Destillat wurde in einer abgemessenen Menge von  $\frac{1}{10}$ -Normal-Schwefelsäure aufgefangen. Nach beendigter Destillation wurde der nicht neutralisirte Rest der Schwefelsäure durch Titration mit  $\frac{1}{10}$ -Normal-Natronlauge ermittelt und so die in das Destillat übergegangene Menge Ammoniak festgestellt. Zur Bestimmung des Kothstickstoffs wurden 2—3 gr. des getrockneten und gleichmässig verriebenen Kothes angewandt, im Uebrigen wie oben verfahren.

In einigen Fällen wurde der Harn zur Bestimmung des Harnstoffs nach Liebig-Pflüger titirt.

Zur quantitativen Bestimmung des Indoxyls wurde eine colorimetrische Methode angewandt, deren Ausgangspunkt die Oxydation desselben zu Indigo war. Die Möglichkeit, durch eine solche genauere Resultate, als es bisher möglich war, zu

<sup>1)</sup> Archiv f. d. gesammte Physiologie, Bd. 46, S. 581.

erlangen, ist jetzt vorhanden, seitdem Obermayer<sup>1)</sup> ein Verfahren angegeben hat, durch welches eine zu heftige Oxydation, die zu Verlusten von Indigo führen kann, wie es bei der Chlorkalkmethode von Jaffé fast unvermeidlich ist, ausgeschlossen wird. Es wurde zu dem Zwecke der Harn zunächst mit Bleizuckerlösung gefällt, darauf das Filtrat mit dem gleichen Volumen rauchender Salzsäure, welche in 500 Theilen 2 Theile Eisenchlorid enthielt, versetzt und mehrere Minuten tüchtig umgeschüttelt. Das gebildete Indigo wurde dann mit Chloroform aufgenommen und mit einer Normallösung verglichen. Dieselbe wurde theils mit einem Präparat hergestellt, das zwar Indigo-roth enthielt, aber so lange mit heissem Alkohol ausgewaschen wurde, bis das Filtrat keine Spur von rother Farbe mehr zeigte, theils mit einem von Kahlbaum in Berlin bezogenen besonders guten Präparat dargestellt. Ihr Gehalt wurde an einem Theil der Lösung durch Verdampfen des Chloroforms und Wägen des Rückstandes ermittelt. Zum Vergleich der aus dem Harn gewonnenen Indigolösung mit der Normallösung wurden beide in zwei mit planparallelen Wandungen versehenen Glasgefäße von ganz genau gleicher Dicke gefüllt. Zur feineren Wahrnehmung der Farbenunterschiede wurden sie überdies auf einen Bogen von weissem Papier gestellt. Die Harnindigolösung wurde dann so lange verdünnt, bis sie dieselbe Farbennuance wie die Normallösung zeigte und so ihr Gehalt an Indigo festgestellt.

Die Menge der gepaarten Schwefelsäure wurde nach Baumann<sup>2)</sup> bestimmt. In einem abgemessenen Volumen Harn wurde die nicht gepaarte Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt. Im Filtrat wurde die gepaarte Schwefelsäure durch Kochen mit Salzsäure zerlegt und die nun freigemachte Schwefelsäure wieder mit Chlorbaryum gefällt. Das gebildete Baryumsulfat schliesslich im Platintigel geglüht und gewogen und aus seiner Schwefelsäure die Quantität der gepaarten Schwefelsäure des Harnes berechnet.

<sup>1)</sup> Wiener Klin. Wochenschr. 1890, S. 176.

<sup>2)</sup> Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. 1, S. 70.

Reihe A.  
Tabelle I.

| Ver-<br>suchs-<br>tag. | Gewicht<br>des<br>Hundes. | Harn-<br>Volumen. | Harn.<br>Spez.<br>Gew. | N<br>im Harn. | Indigo<br>im<br>Harn. | Ge-<br>paarte<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . | Koth.<br>Gewicht. | N in<br>Koth. |
|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---------------|-----------------------|---|-------------------|---------------|
| I.                     | 12450                     | 80                | 1050                   | 10,62         | 0,0027                | 0,041   | —                 | —             |
| II.                    | —                         | 0                 | —                      | —             | —                     | —   | —                 | —             |
| III.                   | —                         | 207               | 1032                   | 5,46          | 0,0151                | 0,090   | —                 | —             |
| IV.                    | —                         | 0                 | —                      | —             | —                     | —   | {frisch 72}       | 1,404         |
| V.                     | —                         | 50                | 1060                   | 3,46          | Grüne Farbe           | —   | {trock: 22}       |               |
| VI.                    | 10900                     | 90                | 1070                   | 8,93          | Grüne Farbe           | 0,0245  | —                 | —             |
|                        | 1550<br>Abnahme.          | 427               |                        | 28,47         | 0,0178                | 0,1555  |                   | 1,404         |

Beginn: 22. XI. 92 Morgens 8 Uhr.

Ende: 28. XI. 92 Morgens 8 Uhr.

6 Tage Hunger.

Tabelle II.

| Ver-<br>suchs-<br>tag. | Gewicht<br>des<br>Hundes. | Harn-<br>Volumen. | Harn.<br>Spez.<br>Gew. | N<br>im Harn. | Indigo<br>im<br>Harn. | Ge-<br>paarte<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . | Koth.<br>Gewicht. | N<br>in<br>Koth. |
|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---------------|-----------------------|---|-------------------|------------------|
| I.                     | 10900                     | 0                 | —                      | —             | —                     | —   | —                 | —                |
| II.                    | —                         | 195               | 1068                   | 10,97         | 0,0130                | 0,0356  | —                 | —                |
| III.                   | —                         | 410               | 1064                   | 25,05         | 0,0548                | 0,2185  | —                 | —                |
| IV.                    | —                         | 205               | 1065                   | 10,49         | 0,0283                | 0,1405  | —                 | —                |
| V.                     | —                         | 337               | 1063                   | 17,50         | 0,0764                | 0,2224  | —                 | —                |
| VI.                    | 12004                     | 310               | 1053                   | 14,84         | 0,0853                | 0,1897  | {fr. 52}          | 2,96             |
|                        | 1104<br>Zunahme.          | 1457              |                        | 78,85         | 0,2578                | 0,8067  | {tr. 28,5}        |                  |

Beginn: 28. XI. 92 Morgens 8 Uhr.

Ende: 4. XII. 92 Morgens 8 Uhr.

6 Tage je 500 gr. Fleisch.

Ausscheidung von gepaarter H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pro die = 0,1613 gr.

» » Indigo » » = 0,0506 »

Gesamtstickstoffeinnahme in 6 Tagen = 6 × 17 gr. = 102 gr. N.  
Ausgabe » 6 » (Harn u. Koth) : 81,81 gr. N.

Zurückbehalten . 20,19 gr. N.

Tabelle III.

| Ver-<br>suchs-<br>tag. | Gewicht<br>des<br>Hundes. | Harn-<br>Volumen. | Harn.<br>Spez.<br>Gew. | N<br>im Harn. | Indigo<br>im<br>Harn. | Ge-<br>paarte<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . | Koth.<br>Gewicht.         | N<br>im Koth. |
|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---------------|-----------------------|---|---------------------------|---------------|
| I.                     | 12004                     | 324               | 1065                   | 15,658        | 0,0732 <sup>1)</sup>  | 0,1425  | —                         | —             |
| II.                    | —                         | 182               | 1064                   | 9,077         | 0,0033                | 0,0417  | { fr. 33<br>tr. 19,8 }    | 4,5936        |
| III.                   | —                         | 485               | 1038                   | 16,068        | 0,0178                | 0,1372  | —                         | —             |
| IV.                    | —                         | 880               | 1026                   | 14,219        | 0,0233                | 0,1848  | —                         | —             |
| V.                     | —                         | 595               | 1033                   | 15,517        | 0,0329                | 0,1065  | { fr. 91,5<br>tr. 16,14 } | 0,849         |
| VI.                    | 14450                     | 425               | 1053                   | 16,321        | 0,0036                | 0,0845  | { fr. 86,5<br>tr. 17,34 } | 1,638         |
|                        | 2446<br>Zunahme.          | 2891              |                        | 86,860        | 0,1541                | 0,7472  |                           | 7,0806        |

Beginn: 4. XII. 92 Morgens 8 Uhr.

Ende: 10. XII. 92 Morgens 8 Uhr.

Täglich 500 gr. Fleisch und 500 gr. Weissbrod.

6 × 500 gr. Fleisch = 6 × 17 gr. = 102 gr. N.

6 × 500 gr. Brod = 6 × 9,8 gr. = 58,8 gr. N.

Gesamteinnahme . . . . . 160,80 gr. N.

Gesamtausgabe in Harn und Koth 93,94 gr. N.

Zurückbehalten . . . . . 66,86 gr. N.

Ausscheidung von gepaarter H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pro die = 0,1246 gr.

» » Indigo » » = 0,0257 gr.

Aus dem Vergleich der Tabelle II und III ergibt sich, dass bei reiner Fleischnahrung die tägliche Ausfuhr von gepaarter H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> und Indikan viel grösser ist, als bei gleichzeitiger Kohlenhydratzufuhr.

|                                  | II.    | III.    |
|----------------------------------|--------|---------|
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : | 0,1613 | 0,1246  |
| Indigo:                          | 0,0516 | 0,0257. |

Mithin sind auch die Fäulnisprocesse bei reiner Fleischnahrung viel intensivere gewesen. Demensprechend muss die Menge des als Pepton resorbirten Eiweisses eine geringere

<sup>1)</sup> Offenbar in der Höhe noch beeinflusst von der Ernährung in den vorausgegangenen Tagen.

gewesen sein, als im Falle III. Die Tabellen zeigen, dass thatsächlich die Verwerthung des Eiweisses bei reiner Fleischkost eine geringere war. Von 102 gr. eingeführten N wurden 20,19 gr. zurückbehalten, also ungefähr  $\frac{1}{5}$ , während bei gemischter Kost von 160,8 gr. eingeführten N 66,86 gr., d. h. fast die Hälfte, angesetzt wurden.

Die bessere Verwerthung des N geschieht aber nicht durch eine bessere Resorption des im Falle III zugeführten Pflanzeneiweisses, da wir aus Rubner's<sup>1)</sup> Untersuchungen wissen, dass die Ausnutzung des N im Weissbrod. nur eine geringe ist. So bleibt keine andere Annahme übrig, als die, dass durch Beifügung der Kohlenhydrate eine grössere Verwerthung des im Fleisch enthaltenen N und zugleich eine Verminderung der Eiweissfäulnis und Eiweisszersetzung stattgefunden hat. Ob dieser letzte Umstand den ersten, die grössere Ausnutzung des N, allein erklären kann, oder ob andere Faktoren noch dabei mitspielen, bleibt dahingestellt. Jedenfalls müsste der Grad der Eiweissfäulnis bei allen Stoffwechselfersuchen in erster Linie mit in Betracht gezogen werden.

Die Thatsache, dass selbst bei geringem gleichbleibenden Eiweissgehalt der Nahrung durch reichlichere Zuführung von Kohlenhydraten ein höherer N-Ansatz erzielt werden kann, ist schon von Anderen, darunter Rubner<sup>2)</sup>, Munk<sup>3)</sup>, Kumagawa<sup>4)</sup> festgestellt worden. Letzterer konnte an sich selbst, nachdem bei einer täglichen Gabe von 58,102 gr. Eiweiss (davon 46,73 resorbirt) und 441,688 gr. Kohlenhydraten (davon 418,12 gr. resorbirt) eine N-Ausgabe von 10,507 gr. pro die stattgefunden hatte, in einer weiteren Versuchsreihe, bei der 50,50 gr. Eiweiss (davon 37,8 gr. resorbirt) und 560,832 gr.

<sup>1)</sup> M. Rubner. Ueber die Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmkanale des Menschen, Zeitschrift für Biologie, Bd. XV, S. 115.

<sup>2)</sup> L. c., S. 146.

<sup>3)</sup> J. Munk. Die Fettbildung aus Kohlehydraten beim Hunde, Virchow's Arch. 101, 1885, S. 107.

<sup>4)</sup> M. Kumagawa. Vergleichende Untersuchungen über die Ernährung mit gemischter und rein vegetabilischer Kost mit Berücksichtigung des Eiweissbedarfs, Virchow's Arch. 116, 1889, S. 370.

Kohlenhydraten (davon 566,19 resorbirt) gegeben wurden, eine tägliche Durchschnittszunahme von 0,653 gr. N erzielen.

Durch diese Versuche wurde die schon früher, in letzter Zeit besonders von Hirschfeld<sup>1)</sup> aufgestellte Behauptung, dass entgegen der Voit'schen Ansicht eine geringere Eiweissaufnahme als 118 gr. pro die bei entsprechender Kohlenhydratzufuhr vollständig zur Erhaltung des Stickstoffgleichgewichts genüge, wesentlich gestützt. Voit hat mit Recht seinem hohen Eiweissansatz auch einen entsprechend hohen Ansatz von Kohlenhydraten zugesetzt. Wird das Eiweiss in der Nahrung einseitig vermehrt, wie es von manchen Seiten angestrebt wird, in der Hoffnung, dadurch den Werth der Nahrung zu heben, so müsste erst untersucht werden, ob dieses vermehrte Eiweiss auch als solches resorbirt wird oder nicht stärkeren Fäulnisszersetzungen unterliegt, wodurch der Werth der Vermehrung hinfällig und der Körper durch die reichliche Anwesenheit von Fäulnissprodukten nur geschädigt würde.

Meine Versuche sprechen deutlich für die Richtigkeit letzterer Annahme.

Schon Rubner<sup>2)</sup> betont, dass bei reiner Fleischkost Ermüdungsgefühle, besonders in den unteren Gliedmassen, bei den Versuchspersonen auftraten.

Es folgt daraus, dass das Eiweiss nicht unnöthig in grosser Menge gegeben werden soll und dass bei Krankheiten, in denen die Kohlenhydrate beschränkt werden müssen, wie bei der Fettleibigkeit und dem Diabetes (Ebstein<sup>3)</sup>) die Menge des eingeführten Eiweisses und die S-Ausscheidung im Harn noch keine Gewähr für die wirkliche Verwerthung des Eiweisses gibt.

Dass hierin das von Ebstein besonders empfohlene, von Hundhausen in Hamm i. W. hergestellte Pflanzen-

<sup>1)</sup> F. Hirschfeld, Untersuchungen über den Eiweissbedarf des Menschen, Pflüger's Archiv 41, 1887, S. 583; Beiträge zur Ernährungslehre des Menschen, Virchow 114, 1888, S. 301; Betrachtungen über die Voit'sche Lehre von dem Eiweissbedarf des Menschen, Bonn 1889.

<sup>2)</sup> Rubner l. c.

<sup>3)</sup> E. Ebstein, Ueber die Lebensweise der Zuckerkranken, Wiesbaden 1892, Bergmann.

eiweiss, das Aleuronat sich von dem animalischen nicht unterscheidet, beweist folgende Versuchsreihe:

## Reihe B.

Tabelle I.

| Ver-<br>suchs-<br>tag. | Gewicht<br>des<br>Hundes. | Harn-<br>Volumen. | Harn.<br>Spez.<br>Gew. | N<br>im Harn. | Indigo<br>im<br>Harn. | Ge-<br>paarte<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . | Koth.<br>Gewicht. | N<br>im Koth. |
|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---------------|-----------------------|---|-------------------|---------------|
| I.                     | 16220                     | —                 | —                      | —             | —                     | —   | —                 | —             |
| II.                    | —                         | 145               | 1065                   | 7,086         | 0,0157                | 0,0126  | —                 | —             |
| III.                   | —                         | —                 | —                      | —             | —                     | —   | —                 | —             |
| IV.                    | —                         | 140               | 1072                   | 7,111         | 0,0566                | 0,1176  | —                 | —             |
| V.                     | —                         | —                 | —                      | —             | —                     | —   | —                 | —             |
| VI.                    | 13450                     | 27                | 1083                   | 2,400         | 0,0158                | 0,0220  | —                 | —             |
|                        | 2770<br>Abnahme.          |                   |                        | 16,597        | 0,0881                | 0,1522  |                   |               |

Beginn: 6. II. 93 Morgens 9 Uhr.

Ende: 12. II. 93 Morgens 9 Uhr.

6 Tage Hunger.

Ausscheidung der H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pro die = 0,0507 gr.  
 » des Indigo » » = 0,0294 gr.

Tabelle II.

| Ver-<br>suchs-<br>tag. | Gewicht<br>des<br>Hundes. | Harn-<br>Volumen. | Harn.<br>Spez.<br>Gew. | N<br>im Harn. | Indigo<br>im<br>Harn. | Ge-<br>paarte<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . | Koth.<br>Gewicht.         | N<br>im Koth. |
|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---------------|-----------------------|---|---------------------------|---------------|
| I.                     | ca. 12900                 | 80                | 1060                   | 3,360         | 0,0144                | 0,1060  | —                         | —             |
| II.                    | —                         | 395               | 1052                   | 11,822        | 0,0284                | 0,2263  | } fr. 125<br>} tr. 50 }   | } 3,92        |
| III.                   | —                         | 485               | 1047                   | 11,407        | 0,0348                | 0,2621  |                           |               |
| IV.                    | —                         | 285               | 1053                   | 7,501         | 0,0490                | 0,1539  | —                         | —             |
| V.                     | —                         | 225               | 1070                   | 8,920         | 0,0640                | 0,1732  | —                         | —             |
| VI.                    | 14000                     | 580               | 1049                   | 14,840        | 0,0560                | 0,1647  | } fr. 95<br>} tr. 23,75 } | } 1,91        |
|                        | 1100<br>Zunahme.          |                   |                        | 55,850        | 0,2467                | 1,0862  |                           |               |

Beginn: 15. II. 93 Morgens 9 Uhr.

Ende: 21. II. 93 Morgens 9 Uhr.

Taglich reines Aleuronat (105 gr.) und Fleischextract (10 gr.) = 15,52  
 + 0,84 = 16,36 gr. N.

Stickstoffaufnahme in 6 Tagen = 98,16 N.

Ausgabe in Harn und Koth = 61,68 N.

Zurückbehalten = 37,48 N.

Die Ausscheidung der gepaarten  $H_2SO_4$  pro die = 0,1810 gr.

» » des Indigo » » = 0,0311 gr.

**Tabelle III.**

| Ver-<br>suchs-<br>tag. | Gewicht<br>des<br>Hundes. | Harn-<br>Volumen. | Harn,<br>Spez.<br>Gew. | N<br>im Harn. | Indigo<br>im<br>Harn. | Ge-<br>paarte<br>$H_2SO_4$ . | Koth.<br>Gewicht.  | N<br>im Koth. |
|------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---------------|-----------------------|------------------------------|--------------------|---------------|
| I.                     | 14000                     | 415               | 1053                   | 14,640        | 0,05776               | 0,2615                       | —                  | —             |
| II.                    | —                         | 110               | 1050                   | 3,633         | 0,01660               | 0,0908                       | —                  | —             |
| III.                   | —                         | 380               | 1045                   | 10,534        | 0,02736               | 0,0660                       | —                  | —             |
| IV.                    | —                         | 180               | 1038                   | 4,731         | —                     | 0,0432                       | fr. 95<br>tr. 29,5 | 1,234         |
| V.                     | —                         | 505               | 1042                   | 13,008        | —                     | 0,0740                       |                    |               |
| VI.                    | 15500                     | 106               | 1038                   | 2,058         | —                     | 0,0120                       | —                  | —             |
|                        | 1500<br>Zunahme.          |                   |                        | 48,604        | 0,09172               | 0,5475                       |                    | 1,234         |

Beginn: 21. II. 93 Morgens 9 Uhr.

Ende: 27. II. 93 Morgens 9 Uhr.

Täglich 480 gr. Aleuronatbrod = 16,71 gr. N.

Einnahme an N in 6 Tagen = 100,26 gr.

Ausgabe in Harn und Koth = 49,84 gr.

Zurückbehalten = 50,42 gr. N.

Die Ausscheidung der gepaarten  $H_2SO_4$  betrug pro die = 0,0902 gr.

» » des Indigo » » » = 0,0305 gr.

Zu diesen Versuchen sei Folgendes bemerkt. Zwischen dem I. und II. Versuch liegen 3 Tage, an welchen vergeblich versucht wurde, reines Aleuronat dem Hunde beizubringen. Er frass dasselbe erst bei Zusatz von Fleischextract.

Die Stickstoffbestimmung für reines Aleuronat ergab für 105 gr. = 15,52 gr. N.

In dem von einem Strassburger Bäcker bezogenen Aleuronatbrod (387 gr. frisch = 263,87 gr. trocken) enthielten

100 gr. trockenen Brodes = 28 gr. Aleuronat = 20,02 gr. Eiweiss.

77 gr. Weizen = 10,78 gr. Eiweiss.

Das Brod wurde frisch verfüttert.

Das Verhältniss der Ausscheidung von gepaarter  $H_2SO_4$  für die Versuche II und III stellt sich folgendermaassen dar:

$$\begin{array}{l} \text{II} = 0,1810 \text{ gr.} \\ \text{III} = 0,0912 \text{ gr.} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{II} \\ \text{III} \end{array}} \right\} = 2 : 1.$$

Diese Versuche lehren, dass reines Aleuronat bezüglich seiner Ausnutzung gegenüber der gemischten Kost im Aleuronatbrod sehr im Nachtheil ist.

Bei ungefähr gleicher Eiweisszufuhr wurden im Versuch II nur 38,18% N, im Versuch III dagegen 50,28% N zurückbehalten. Umgekehrt betrug die Summe der im Falle II ausgeschiedenen  $H_2SO_4$  das Doppelte wie im Falle III.

Erhöhte Eiweissfäulniss geht daher mit geringerer Eiweissausnutzung Hand in Hand. Die Eiweissfäulniss wird verringert und die Ausnutzung des Eiweiss bei gleicher N-Zufuhr gefördert durch die Zufügung von Kohlenhydraten.

Wenn daher bei der Herstellung von Gebäcken für Diabetiker ein möglichst hoher Eiweissgehalt erstrebt wird (50—55% und darüber), so müssen erst weitere Untersuchungen lehren, ob der dann noch verbleibende Rest von Kohlenhydraten genügt, um stärkere Fäulniss zu verhindern, die erstens den Nutzen der vermehrten Eiweisszufuhr illusorisch machen, zweitens die Ueberladung des Körpers mit Zersetzungsprodukten zur Folge haben würde.

Meine Versuche zeigen, dass das Bestreben, den Eiweissgehalt einer Nahrung im Verhältniss zu den Kohlenhydraten einseitig zu steigern, von keinem Erfolge gekrönt sein kann, weil dadurch nur der Darmfäulniss Vorschub geleistet wird.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Professor Dr. Hoppe-Seyler für die freundliche Anregung und reiche Unterstützung bei der Arbeit meinen herzlichen Dank zu sagen.

Den 25. Juni 1893.

Ernst Krauss, cand. med.