

## Beitrag zur Kenntnis des physiologischen Eiweißminimum.

Von

Dr. **L. Michaud**, ehem. Assistenten der Klinik,  
gegenw. Assistenten der mediz. Klinik zu Heidelberg.

Mit einer Tafel.

(Aus der medizinischen Klinik des städtischen Krankenhauses zu Frankfurt a. M.,  
Dir. Prof. Dr. Lüthje.)

(Der Redaktion zugegangen am 31. März 1909.)

Überblickt man die nicht geringe Literatur, die von der unteren Grenze der Eiweißaufnahme handelt, so findet man, daß zurzeit die Ansichten darüber auseinander gehen, ob es gelingt, ein Säugetier in N-Gleichgewicht zu bringen, wenn man bloß diejenige Menge Stickstoff verfüttert, die nach langdauerndem Eiweißhunger im Minimum ausgeschieden wird.

Man sollte annehmen — und das wollte die alte Theorie von der Luxuskonsumption auch besagen —, daß der Hungerverbrauch ein Maß abgibt für den Bedarf des Körpers, und daß es zum Leben genügt, wenn man ersetzt, was im Hunger verbraucht wird. Ein Überschuß in der Nahrungszufuhr wäre demnach in gewissem Sinne ein Luxus.

Nach den Versuchen aber, die C. Voit<sup>1)</sup> speziell zu ihrer Prüfung unternahm, mußte diese Theorie fallen gelassen werden, und man mußte nun annehmen, daß zum Leben ohne Körperverlust immer mehr Eiweiß notwendig ist, als im Hunger verbraucht wird. Das physiologische Eiweißminimum — so benannten E. Voit und Korkunoff die geringste, für das Stickstoffgleichgewicht notwendige Eiweißmenge — muß größer

<sup>1)</sup> Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung in Herrmanns Handbuch, Bd. VI, S. 271 ff.

sein als das Hungerminimum. Eine genügende Erklärung dafür konnte aber bisher nicht gegeben werden.

Seit I. Munks Untersuchungen ist immer wieder von verschiedenen Autoren diese Beobachtung angezweifelt worden, und wir finden auch in den jüngsten zusammenfassenden Darstellungen von Magnus-Levy<sup>1)</sup> und von Tigerstedt<sup>2)</sup> die Ansichten geteilt. Während Magnus-Levy sich reserviert verhält, lehnt Tigerstedt die Voitsche Beobachtung entschieden ab.

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Lösung dieser Frage bringen. Bevor ich aber auf die Fragestellung für unsere Versuchsreihen übergehe, möchte ich einen kurzen kritischen Überblick über die bisher vorliegenden Versuche anderer Autoren geben, wobei ich aber nur die Arbeiten, die sich streng mit der obigen Frage beschäftigen, berücksichtigen will.

Scharf formuliert wurde die uns beschäftigende Frage meines Wissens zuerst von C. Voit, als er die Theorie von der Luxuskonsumption durch das Experiment prüfte. Dabei sagte er:

«Jeder Versuch, den man in dieser Richtung macht, ergibt, daß ein Organismus mit der beim Hunger zersetzten Eiweißmenge, auch wenn man noch soviel stickstofffreie Stoffe dazufügt, nicht ausreicht, sondern täglich noch Stickstoff oder Eiweiß von sich verliert und zuletzt an Inanition zugrunde geht. Der Hunger gibt demnach keinen Maßstab für den Bedarf, er ist kein Maß für den «Stoffwechsel» oder den Untergang des Organisierten. Die geringste Menge von Eiweiß, welche mit stickstofffreien Stoffen den Eiweißbestand des Körpers erhält, ist ansehnlich, beim fleischfressenden Hund meist  $2\frac{1}{2}$ —3 mal größer als der Verbrauch beim Hunger.»<sup>3)</sup>

C. Voit hatte ja schon früher gezeigt, daß bei reiner Fleischnahrung zur Herstellung des N-Gleichgewichts erhebliche Fleischmengen notwendig sind,<sup>4)</sup> daß die geringste dazu notwendige Menge vom Eiweiß-

<sup>1)</sup> v. Noordens Handbuch der Pathologie des Stoffwechsels, Bd. I. S. 404—408.

<sup>2)</sup> Nagels Handbuch der Physiologie, Bd. I, S. 315. Bericht über den XIV. internationalen Kongreß für Hygiene und Demographie 1907. Berlin 1908, Bd. II, S. 337.

<sup>3)</sup> Handbuch S. 272.

<sup>4)</sup> Vgl. Handbuch, S. 112—113. 35 kg schwerer Hund, mit Fleischmengen unter 480 g nicht in N-Gleichgewicht zu bringen, während diese Menge «über die in den spätern Hungertagen verbrauchte Fleischmenge sich erhebt».

und Fettgehalt des Organismus abhängig ist, wobei die relative Fettmenge im Verhältnis zum Eiweiß das Entscheidende ist.

Außerdem wies C. Voit die sparende Wirkung des Fettes und der Kohlenhydrate der Nahrung nach und berechnete sie für Fett im Mittel auf 7%<sup>1)</sup> für Kohlenhydrate auf 9%<sup>2)</sup> des vorher gegebenen Eiweißes, im höchsten Falle für beide auf 15%.

Aber trotz dieser Sparwirkung der N-freien Nahrungsstoffe gibt es eine untere Grenze, unter welche man nicht gehen darf, ohne daß der Körper Eiweiß verliert, und welche immer höher steht als die Eiweißzersetzung beim Hunger unter sonst gleichen Umständen. Diese untere Grenze ist für einen bestimmten Organismus selbstverständlich nicht immer die gleiche, sondern sie richtet sich nach dem jeweiligen Zustand des Körpers: sie steht höher, wenn der Körper relativ reich an Eiweiß ist, und tiefer, wenn er arm an Eiweiß und reich an Fett ist.<sup>3)</sup>

In ganz gleichem Sinne betont auch Rubner mehrfach in seiner Arbeit über «die Vertretungswerte der hauptsächlichsten organischen Nahrungsstoffe im Tierkörper,»<sup>4)</sup> «daß man keineswegs mit jener Eiweißmenge, welche im Hunger zersetzt wird, ein Tier selbst bei Zugabe der größten Fett- oder Kohlenhydratmengen erhalten kann. Die Erhaltung (des N-Gleichgewichts) tritt erst ein, wenn ein Mehrfaches des im Hungerzustande zersetzten Eiweißes zugeführt wird.»<sup>5)</sup>

Dann war es I. Munk,<sup>6)</sup> welcher durch seine widersprechenden Resultate die Frage von neuem aufwarf. Allerdings formulierte er sie nicht so scharf — er wollte nur beantworten, welches die Folgen einer eiweißarmen, aber an Fetten und Kohlenhydraten reichen Nahrung seien, bei der durch Wochen hindurch N- und Körpergleichgewicht erzielt werden kann. So waren seine 4 diesbezüglichen Versuche auch ganz anders angeordnet, als die bisherigen und einzige der nachfolgenden, speziell diejenigen von E. Voit und Korkunoff und die unsrigen. Zu seinem Zweck hatte er eine genaue Bestimmung des minimalen Hungereiweißwertes nicht notwendig; er nahm sie demnach auch nicht vor. Sie ist aber zur Entscheidung der uns interessierenden Frage durchaus notwendig und deshalb können wir seine Schlussfolgerungen, die er doch zieht, nicht als entscheidende anerkennen.

<sup>1)</sup> S. 130.

<sup>2)</sup> S. 140.

<sup>3)</sup> l. c., S. 144.

<sup>4)</sup> Zeitschr. f. Biologie 1883, Bd. XIX.

<sup>5)</sup> S. 339.

<sup>6)</sup> Über die Folgen einer ausreichenden, aber eiweißarmen Nahrung. Ein Beitrag zur Lehre von Eiweißbedarf. Virchows Archiv, Bd. CXXXII, 1893 und Über die Folgen lange fortgesetzter eiweißarmer Nahrung, Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1891, S. 338. (Wohl derselbe Versuch wie in obiger Arbeit Versuch 1).

Er schränkte die Eiweißmenge der Nahrung im Laufe des Versuches immer mehr ein und ersetzte sie durch steigende Mengen Fett und Kohlenhydrate.

So konnte im I. Versuch bei einer 11,7 kg schweren Hündin das N-Gleichgewicht erreicht werden, als in der 4.—6. Woche während 23 Tagen je 17 g Eiweiß (= 2,74 g N), 55 g Fett und 116 g Kohlenhydrate (= 1070 Calorien, 97 Calorien pro Kilogramm Körpergewicht) verfüttert wurden.

Im II. Versuch gelang dasselbe bei einem 10,4 kg schweren Pudel während 13 Tagen mit 15,5 g Eiweiß (= 2,46 g N), 37 g Fett und 96 g Kohlenhydraten (= 780 Calorien, 78 Calorien pro Kilogramm Körpergewicht.)

Im III. Versuch (10 kg schwere Hündin) war während 8 Tagen mit 17 g Eiweiß (= 2,7 g N), 52 g Fett, 107 g Kohlenhydraten (100 Calorien pro Kilogramm Körpergewicht) N-Gleichgewicht, während in den nachfolgenden 21 Tagen bei derselben Nahrung das N-Gleichgewicht kaum noch gewahrt war (2,77 g N ausgeschieden gegenüber 2,7 g in der Nahrung).

In der IV. Versuchsreihe starb der Hund, bevor das N-Gleichgewicht erreicht worden wäre.

Munk hat also gezeigt, daß zur Erhaltung des N-Gleichgewichts die Eiweißmenge weit mehr eingeschränkt werden kann, als bisher angenommen worden war (auf 1,8—2 g Eiweiß pro Kilogramm für Hunde von 10 kg Gewicht), daß es aber bei solch niedrigen Eiweißmengen weit größerer Nahrungsmengen bedarf, die eine Vermehrung der potentiellen Energie um 24%, höchstens um 39—41% darstellen im Vergleich zur Energiemenge bei mittlerer Eiweißmenge. Munk hat aber den Beweis nicht geleistet, daß diese eingeschränkte Eiweißmenge dem Hungerminimum entspricht, da er das letztere nicht bestimmt hat. Wenn er im Versuch I den Schluß zieht: «der Eiweißumsatz war während dieser 3 Wochen erheblich unter dem typischen Hungerminimum»,<sup>1)</sup> so nimmt er als Hungerminimum den N-Wert des 4. Tages einer durch äußere Umstände bedingten, eingeschalteten Hungerperiode an. Dazu müssen wir aber bemerken, daß nach unsern und andern Versuchen am 4. Hungertage das Minimum noch lange nicht erreicht ist. Ferner wird ein Vergleich mit unseren Versuchen zeigen, daß der N-Umsatz bei Hunden noch weiter sinken kann, als wie in diesen Munkschen Versuchen. Daher können diese die Frage nicht definitiv entscheiden.

Ich möchte hier gleich noch einen Versuch von I. Munk<sup>2)</sup> anschließend besprechen, den er erst später nach der Arbeit von Voit und Korkunoff durchgeführt hat.

<sup>1)</sup> S. 104.

<sup>2)</sup> Über das zur Erziehung von Stickstoffgleichgewicht nötige Minimum von Nahrungseiweiß. Verh. d. Berliner physiol. Gesells. 1895 Arch. f. Physiol. 1896. S. 183.

Er ließ vorerst einen 25 kg schweren Hund 6 Tage hungern, wobei die Gesamt-N-Ausscheidung aus Harn und Kot von 7,54 auf 6,236 und 6,531 g sank. Dann fütterte er während 7 Tagen je 400 g Fleisch, 75 g Schmalz und 200—250 g Reis, das sind N-Mengen von 5,695—6,23 g pro Tag, in einem Futter, das 66—72 Cal. pro Kilogramm Körpergewicht enthielt. Damit erreichte er an den 3 letzten Tagen N-Gleichgewicht (es wurden 0,078, 0,748 und 0,688 g N retiniert). Munks Schlußfolgerung lautet: «Damit ist gegen jeden Einwand sichergestellt, daß bei Fütterung mit sehr reichlichen Gaben von Kohlenhydraten und wenig Eiweiß, bei der nicht nur N- und Körpergleichgewicht, sondern sogar N- und Gewichtsansatz erzielt wird, der N- oder Eiweißverbrauch beträchtlich unter die Größe des «typischen Hungerminimums» absinken kann.»

Auch diesem Versuch können wir den Vorwurf nicht ersparen, daß die Hungerperiode viel zu kurz bemessen war, um den Mittelwert von 6,38 g als «typisches Hungerminimum» bezeichnen zu können. Nach unserer Erfahrung sinkt bei einem Hund von 20 kg der Hungereiweißumsatz auf durchschnittlich 1,5 und 1,0 g N herab und es liegt also hier noch kein einwandfreier Beweis, daß mit dem Hungerminimum N-Gleichgewicht erzielt werden könne.

E. Voit machte in seiner Kritik dieses Versuchs<sup>1)</sup> darauf aufmerksam, daß zwar die Menge des eingeführten N bekannt ist, jedoch nicht diejenige des eingeführten Eiweißes, weil der Eiweißgehalt des Reis ein sehr wechselnder ist, sich also auch nicht aus dem N-Gehalt genau berechnen läßt; zur Entscheidung sei aber das Eiweißminimum und nicht das N-Minimum das maßgebende.

Ähnliche Versuche wie die von Munk veröffentlicht Th. Rosenheim.<sup>2)</sup>

In einem ersten Versuch gelang es ihm, einen 11,3 kg schweren Hund während ca. 6 Wochen mit 170 g Reis, 50 g Fett und 25 g Schabefleisch, also mit 2,525 g N und 1066 Cal. pro Tag in N-Gleichgewicht zu erhalten. Als dann Störungen des Allgemeinbefindens auftraten, wurden 76 g Schabefleisch und 105 g Fett verfüttert, das ist eine Nahrung, die denselben N- und Calorigehalt wie die bisherige hatte, jedoch in weniger voluminöser Form; damit konnte noch für 1 Woche N-Gleichgewicht erzielt werden. 5 Tage später ging der Hund zugrunde. Dabei war die Fettausnutzung im Darm erheblich schlechter geworden. Bei der Obduktion fand sich eine hochgradige Verfettung und Katarrh des Magendarmkanals und eine Fettleber vor.

<sup>1)</sup> E. Voit, Über die unterste Grenze des Stickstoffgleichgewichts. Z. f. Biol., Bd. XXXIII, 1896, S. 344.

<sup>2)</sup> Über den gesundheitsschädigenden Einfluß eiweißarmer Nahrung. Arch. f. (Anal. u.) Physiol., 1891, S. 341.

In einem zweiten Versuch,<sup>1)</sup> der vom 7. III. bis 27. VII. dauerte, fütterte er einen 5,85 kg schweren Hund mit 25 g Fleisch, 120 g Reis und 25 g Fett, also mit einem N-Gehalt von 2,05 g, wobei dieser (mit kurzen Untersuchungen) in N-Gleichgewicht sich befand bis Anfangs Juni. Als dann wiederum infolge Krankheitssymptome der Hund nicht mehr fraß und die Kohlenhydrate durch eine an Calorien entsprechende Menge Fett und Eiweiß ersetzt wurde (der Hund erhielt nun 60 g Fleisch und 65 g Fett = 2,04 g N und 651 Calorien), trat nur noch N- und Gewichtsverlust ein, bis der Hund starb.

Wie Munk, betont auch Rosenheim, daß der Wärmewert der Nahrung bei eiweißarmer Kost erheblich größer sein muß, als bei der eiweißreichen, um N-Gleichgewicht zu erhalten. «Die genügende Menge (an Calorien) ist am kleinsten, wenn wir vorzugsweise Kohlenhydrate als Brennmaterial dem Organismus zuführen. Je mehr wir die Kohlenhydrate durch Fett ersetzen, eine um so größere Calorienmenge ist erforderlich, um bei eiweißarmer Kost N-Gleichgewicht zu erzielen. Während unser Versuchstier mit ca. 110 Calorien pro Körperkilo dieses Ziel bei der Reisfütterung erreichte, gelang dies bei der fettreichen Kost von gleichem Brennwert nicht.»

So interessant diese Versuche sind, denn sie zeigten uns, wie lange mit einer solch geringen N-Menge die Tiere leben konnten, zur Beantwortung der obigen Frage können wir sie ebenso wenig benützen, wie die Munkschen Versuche, da Rosenheim auch hier den Hungerwert nicht bestimmt hat.

Im Jahre 1889 schien C. Voit seine erste Ansicht modifiziert zu haben: wenigstens teilt er am Schluß seiner Publikation: «Über die Kost eines Vegetariers»<sup>2)</sup> mit, Versuche am Hunde hätten dargetan, «daß man bei Fütterung des Hundes mit weniger Eiweiß als beim Hunger zersetzt wird, unter Zusatz von sehr viel Stärkemehl, das Tier auf seinem Eiweißbestande erhalten kann.»<sup>3)</sup>

Jedoch haben die späteren Versuche von E. Voit und Korkunoff<sup>4)</sup> aus seinem Laboratorium wiederum die erstere Ansicht ganz erheblich gestützt. Diese Forscher haben in 4 Versuchen Eiweiß allein verfüttert, in 2 Versuchen Eiweiß mit kleinen Fettmengen, in 3 Versuchen Eiweiß mit großen Fettmengen, und in 5 Versuchen Eiweiß mit Kohlenhydraten. Meist ließen sie der Fütterung je eine Hungerperiode vorangehen und nachfolgen. Sie bestimmten (allerdings nicht in allen Versuchen) die Grenzwerte, d. h. diejenigen Nahrungsmengen, mit denen einerseits gerade noch negative Bilanz und andererseits schon positive Bilanz auftrat, und

<sup>1)</sup> Weitere Untersuchungen über die Schädlichkeit eiweißarmer Nahrung. Pflügers Archiv. Bd. LIV, 1893.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. Biologie 1889, Bd. XXV.

<sup>3)</sup> S. 285.

<sup>4)</sup> Zeitschr. f. Biologie 1895, Bd. XXXII.

nahmen an, daß das «physiologische Minimum» zwischen diesen beiden Werten sich befinden müsse.

Sie fanden auf diese Weise, «daß die Eiweißmenge, welche zur Vermeidung eines Stickstoffverlustes vom Körper zugeführt werden muß, bei Eiweiß 3—4mal, bei Eiweiß und Fett 1,6—2,1mal, und bei Eiweiß und Kohlenhydraten 1—1,2mal größer sein muß, als bei Hunger an Eiweiß zersetzt wird.»

Dasselbe kann auch folgendermaßen ausgedrückt werden: Setzt man die Größe des Eiweißzerfalls im Hunger = 100, so ist das physiologische Eiweißminimum bei

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| Eiweiß                    | 368                    |
| Eiweiß mit Fett           | 157—193                |
| Eiweiß mit Kohlenhydraten | 108—134. <sup>1)</sup> |

Unsere Versuchsanordnung weicht in nicht geringem Grade von derjenigen dieser Forscher ab. Es läßt sich nicht leugnen, daß die Hungerperioden und ebenso auch die Fütterungsperioden nur sehr kurz bemessen sind. Daher waren auch die meisten Hungerwerte höher, als diejenigen, die wir in unsern Versuchen nach bedeutend längeren Perioden niederlegen werden. Die Fütterungsperioden dauern meist 2—6 Tage, nur 2 Versuche auf S. 83 und S. 93 dauern 8 Tage, 1 Versuch auf S. 73 11 Tage (die ihrerseits wiederum in 3 verschiedene Perioden zerfallen) und nur der I. Versuch dauert 22 Tage, an denen steigende Mengen Eiweiß verfüttert wurden; auch hier wurde ein und dieselbe Eiweißmenge nie länger wie 2 Tage gereicht.

Schließlich haben E. Voit und Korkunoff reines Eiweiß, d. h. gut ausgelaugtes Muskelfleisch als Futter gewählt, während wir Fleisch mit seinen sämtlich erhaltenen Extraktivstoffen, Salzen usw. benutzten. Darauf möchten wir aber, angesichts der kleinen Mengen Fleisch, in unsern Versuchen kein allzu großes Gewicht legen.

Auf diese Versuche werden wir weiter unten wieder zu sprechen kommen. Hier möchten wir nur noch erwähnen, daß E. Voit<sup>2)</sup> später nochmals I. Munk gegenüber anlässlich dessen letzten, oben erwähnten Versuchs denselben Standpunkt betont hat.

Die ursprüngliche Voitsche Beobachtung scheint dann noch in 2 Versuchen von Cremer und Henderson<sup>3)</sup> Bestätigung zu finden, wo

<sup>1)</sup> Ähnlich verhält sich nach J. Kirchmanns Untersuchungen der Leim; er konnte im Maximum eine Eiweißersparnis von 35% durch eine Leimzufuhr erreichen, die 63% des Energiebedarfs deckte. Zeitschrift für Biologie, Bd. XL, 1900. (Dasselbst Literaturangaben.)

<sup>2)</sup> Über die unterste Grenze des Stickstoffgleichgewichts. Zeitschr. f. Biologie 1896, Bd. XXXIII.

<sup>3)</sup> Ein experimenteller Beitrag zur Lehre vom physiologischen Eiweißminimum. Zeitschr. f. Biologie 1901, Bd. XLII.

ein N-Gleichgewicht mit einer Menge nicht erzielt werden konnte, die etwas größer war, als die Hungerausscheidung betrug. Im Versuch I war nach 8tägigem Hunger die N-Ausscheidung im Harn 4,041 g. Der Hund erhielt eine Nahrung, die 4,71 g, später 4,73 und 4,37 g N enthielt; dabei stieg die N-Ausscheidung im Harn rasch an und variierte dann zwischen 5,06 und 5,446 g N. Im II. Versuch war nach 6tägigem Hunger die Harn-N-Ausscheidung 4,250 g. Der Hund erhielt mit der Nahrung 5,021 g N, später 5,03 und 5,057 g N und die N-Ausscheidung im Harn variierte dabei zwischen 4,965 und 6,506 g N. Im ersten Versuch hatte der Hund Fleischmehl, im zweiten Versuch frisches Fleisch erhalten.

Schließlich sei noch die Arbeit von Jägerroos<sup>1)</sup> hier besprochen. In seinem ersten Versuch bestimmte er an einer ca. 6 kg schweren Hündin in einer Vorperiode den Hungerwert von 4 Tagen bei N-freier Ernährung auf 1,75 g N im Urin pro Tag.<sup>2)</sup> Im eigentlichen Versuch erzielte er anfangs mit 2,28 g N pro Tag zwar kein Gleichgewicht. Nach einer zwischengeschalteten 2tägigen Periode mit N-freier Nahrung und einer weiteren Zulage von 10 g Fett (die Nahrung enthielt nun 117 Cal. pro Kilogramm) blieb der Hund vom 16. X. bis 22. XI. und vom 11.—20. XII. in positiver Stickstoffbilanz. Als dann die Nahrung auf ca. 1,8 g N (im Durchschnitt) pro Tag (50 g Fleisch, 20 g Fett, 75 g Zucker resp. Brot = 90 Cal. pro Kilogramm) eingeschränkt wurde, stellte sich innerhalb einer Woche die positive Bilanz wieder her und erhielt sich vom 29. XII. bis 1. V. Vom 2.—15. V. wurde das Fleisch ganz weggelassen (die Nahrung bestand aus 70 g Brot, 25 g Fett mit ungefähr demselben Caloriengehalt wie früher), dabei schied der Hund ziemlich regelmäßig täglich 1,34 g N (im Durchschnitt) aus, «was demnach mit großer Wahrscheinlichkeit die untere Grenze des Stickstoffwechsels der Hündin angibt» (S. 398). Dies ist aber doch mit einiger Vorsicht aufzunehmen, da in dieser Periode gerade die Brunstzeit einsetzte, wobei der Hund, wie Jägerroos angibt, das Blut aus den Genitalien quantitativ aufleckte. Die nun folgende Trächtigkeitsperiode, die durch frühzeitige Ausstoßung und Verspeisen der Frucht getrübt und durch Puerperalfieber des Tieres endete, will ich hier nicht referieren, da nun ganz andere Bedingungen vorliegen, die mit unsern Versuchen nichts Gemeinsames haben.

Zum II. Versuch diente eine 11,97 kg schwere Hündin, die vom 21. XII. an durchschnittlich 3,55 g N pro die (100 g Fleisch, 30 g Fett und 100 g Zucker = 80 Cal. pro Kilogramm) erhielt. Erst als die Zuckergabe um 25 g erhöht wurde (84 Cal. pro Kilogramm in der Kost), trat

<sup>1)</sup> Über die Folgen einer ausreichenden, aber eiweißarmen Nahrung. Skandin. Arch. f. Physiologie, Bd. XIII, 1902, S. 375.

<sup>2)</sup> Nach unsern Erfahrungen kann dieser N-Wert von 1,75 g nicht den richtigen Hungerwert darstellen, da die Hungerperiode nur 4 Tage, also viel zu kurz dauerte.

vom 18. I. an eine positive N-Bilanz auf mit Zunahme des Körpergewichts. Diese positive N-Bilanz blieb bestehen bis zum 19. III., von da an traten Schwankungen auf. Vom 25. IV. an wurde die Nahrung eingeschränkt auf 50 g Fleisch, 150 g Brot und 50 g Zucker, was 3,34 g N im Durchschnitt und ca. 70 Cal. pro Kilogramm enthielt. Dabei trat wiederum positive N-Bilanz auf, die bis zum 2. V. dauerte und auffallend ist, daß gleich nach Einsetzen dieser Kostordnung am 26. IV. die größte N-Retention von 0,81 g zu verzeichnen war.

Vom 2. V. an wurde das Fleisch weggelassen, die N-Zufuhr betrug nur 1,74 g, später nur 0,88 und 0,54 g und vom 10.—16. V. war eine völlige Hungerperiode. Vom 2.—9. V., also bei ungenügender Ernährung schied der Hund durchschnittlich 2,63 g N pro Tag aus und in der nachfolgenden Hungerperiode vom 10.—16. V. durchschnittlich 3,14 g N pro Tag. Jägerroos macht darauf besonders aufmerksam, daß die N-Ausgabe in dieser Periode vom 2.—9. V. geringer ist als das Hungerminimum. Dies ist allerdings der Fall, aber wir müssen bemerken, daß in dieser Periode doch kein N-Gleichgewicht mit dieser geringen N-Zufuhr vorliegt.

Dann kehrte Jägerroos am 22. V. wieder zu einer Nahrungszufuhr von 3,75 g N pro Tag zurück und erzielte damit wiederum positive N-Bilanz, die sofort wieder in eine negative umschlug, sobald er die Zufuhr reduzierte. Am 4. VI. setzte die Brunst ein.

Mit diesen 2 Versuchen hat Jägerroos gezeigt, daß der N-Umsatz sehr weit eingeschränkt werden kann, auf ca. 0,2 g pro Kilogramm Körpergewicht; wollte er aber N-Gleichgewicht erzielen, so mußte er notwendigerweise mehr N verfüttern, als dem Minimalwert entsprach.

Auch diese interessante Arbeit bringt also keine entscheidende Antwort auf die uns hier interessierende Frage.

Wir sehen also, daß die vorliegenden Versuche zu einer einheitlichen Anschauung nicht geführt haben. Der Grund mag wohl der sein, daß die verschiedenen Forscher ihre Frage verschieden gestellt und somit auch ihre Versuche verschieden angeordnet hatten. So hat z. B. Munk das Hungerminimum mit Ausnahme des letzten Versuchs nicht bestimmt, sondern er begnügte sich, zu ermitteln, wie weit sich die Eiweißmenge einschränken ließ bei Steigerung der N-freien Nahrungsstoffe. Dieselbe Bemerkung mag auch für die Versuche von Jägerroos gelten. E. Voit und Korkunoff andererseits bestimmten zwar den Hungerwert, der aber nach unseren Versuchen wegen der sehr kurz bemessenen Zeitdauer der Perioden sicher nicht das Minimum bedeuten kann. Auch die Fütterungsperioden sind etwas kurz, sodaß es nicht gänzlich ausgeschlossen ist,

daß bei längerer Dauer der Fütterung eine andere Bilanz sich hätte einstellen können.

Wie über die Beobachtung selber, so herrscht auch in betreff der Erklärung derselben keine einheitliche Ansicht.

v. Mering und Zuntz<sup>1)</sup> hatten für die Steigerung des Gaswechsels nach der Nahrungszufuhr in der «Darmarbeit» die Ursache gesucht. Sie bestimmten den Sauerstoffverbrauch vor und nach der Einspritzung nährender Stoffe in das Blut einerseits, vor und nach Einführung derselben Stoffe in den Magen anderseits. Für das milchsaure Natron, fettsaure Natron, Glycerin, Zucker und für Eiereiweiß und gereinigtes Pepton fanden sie, daß sie, direkt ins Blut eingeführt, ohne Einfluß auf die Sauerstoffaufnahme bleiben, daß sie, in den Magen gebracht, dieselbe steigern. Auch Stoffe, die unverändert den Tierkörper passieren, aber Peristaltik und Sekretion anregen (schwefelsaures Natron, Mannit), zeigen vom Magen aus dieselbe Wirkung.

Schon C. Voit<sup>2)</sup> hatte gelegentlich der Besprechung der Theorie der Luxuskonsumption es abgelehnt, in der bei der Verdauung zu leistenden Arbeit die Ursache der vermehrten Eiweißzersetzung zu sehen. Rubner<sup>3)</sup> hat dann die Versuche von v. Mering und Zuntz ausführlich kritisiert, besonders in methodischer Hinsicht, worauf ich hier nur verweisen will. Er findet erst bei Verfütterung einer sehr großen Fettmenge (181<sup>o</sup> des Bedarfs) eine Steigerung der Wärmebildung um 18,4<sup>o</sup> und ebenso erst bei großen Eiweißmengen (25–63<sup>o</sup> Überschuß) einen Wärmezuwachs von 13–16<sup>o</sup>.<sup>4)</sup> \*

Außerdem hat Cohnheim<sup>5)</sup> am Pawlow-Hund zeigen können, daß die bei der Scheinfütterung einsetzende Arbeit der Verdauungsdrüsen nicht mit einer gesteigerten N-Ausscheidung einhergeht.

Schließlich beobachtete W. Roehl<sup>6)</sup> in einem Selbstversuche, daß

<sup>1)</sup> Inwiefern beeinflusst Nahrungszufuhr die tierischen Oxydationsprozesse. Pflügers Arch. 1877, Bd. XV und 1883, Bd. XXXII.

<sup>2)</sup> Handbuch S. 271.

<sup>3)</sup> Die Vertretungswerte der hauptsächlichsten organischen Nahrungsstoffe im Tierkörper. Zeitschr. f. Biologie 1883, Bd. XIX und die Gesetze des Energieverbrauches. S. 44 u. ff.

<sup>4)</sup> S. 57 u. ff. u. S. 67.

\* Anmerkung! Zu berücksichtigen ist hier auch das Ergebnis von Grafes Untersuchungen (Archiv f. Hygiene Bd. LXII), wonach die Wärme-  
tönung bei der fermentativen Spaltung der Eiweißkörper und des Leims  
gleich Null ist.

<sup>5)</sup> Zur Frage des Eiweißumsatzes. Diese Zeitschrift, Bd. XLVI, 1905.

<sup>6)</sup> Über den Eiweißumsatz bei der Verdauungsarbeit. Pflügers  
Archiv 1907, Bd. CXVIII.

bei eiweißfreier und nahezu N-freier Nahrung, die das Calorienbedürfnis deckt, die Nahrungsaufnahme ohne Einfluß auf die N-Ausscheidung bleibt.

Danach kann also die Ursache für das N-Defizit bei bloßem Ersatz des Hunger-N-Minimum wohl kaum in der Darmarbeit gelegen sein.

Rubner meint, daß das N-Gleichgewicht mit dem Hungerminimum deshalb nicht zustande kommt, «weil das Eiweiß noch zur Resorption gelangt, wodurch dann in der ersten Zeit der Resorption ein beträchtlicher Überschuß vorhanden ist. Dadurch wird nun nicht nur der Eiweißverlust vom Körper aufgehoben, sondern auch Körperfett erspart. Es bleibt aber eben auch deshalb nicht genügend Eiweiß übrig, um den Eiweißverlust in späterer Zeit zu verhüten und der Körper gibt, obschon soviel z. B. zugeführt wurde, als vorher im Hungerzustande an Eiweiß verloren worden war, doch noch Eiweiß vom Körper ab. Nicht besondere Eigenschaften des Eiweißes bedingen diese immerhin sehr interessante Erscheinung der Steigerung der Eiweißzersetzung nach Eiweißzufuhr, sondern bestimmte Resorptions- und Zirkulationsverhältnisse.<sup>1)</sup>

Auf einen ganz anderen Erklärungsversuch führt uns eine Arbeit von Gruber.<sup>2)</sup> Er geht von der Tatsache aus, daß nach einer einmaligen Eiweißaufnahme die N-Ausscheidung eine ganz bestimmte Kurve beschreibt, und zwar steigt sie rasch bis zu einem Gipfelpunkt an, fällt gleichmäßig ab bis zu einem niedrigen Niveau, zeigt dann am Ende des ersten Fütterungstages eine deutliche Knickung, indem von da an während 2—3 Tagen eine niedrige N-Ausscheidung sich fortsetzt. Am 3. Tage ist das Hungerminimum wieder erreicht. Da also nicht die gesamte N-Menge innerhalb eines Tages, sondern ungefähr innerhalb 4 Tagen ausgeschieden wird,<sup>3)</sup> so folgt daraus notwendigerweise, daß bei gleichbleibender Eiweißzufuhr die N-Ausscheidung in den ersten Tagen ansteigen muß, bis eine Konstanz erreicht ist. Als Ursache für dieses Verhalten vermutet Gruber, daß nicht alles Resorbierte gleich schnell gespalten wird, und dies wiederum erklärt er sich so, «daß das zu zerlegende Material nicht gleichartig ist, daß die verschiedenen Eiweißkörper und eiweißartigen Substanzen, die bei der Verdauung entstehen und resorbiert werden, nicht mit gleicher Leichtigkeit im Organismus zerlegt werden».

Diese Erklärung müßte sich natürlich auch auf den Spezialfall, den unser Problem darstellt, anwenden lassen: Darnach würde das Tier von der eingeführten Eiweißmenge (= Hungerminimum) anfangs nur einen Teil des N ausscheiden, den Rest auf die nachfolgenden Tage verlegen. Infolge der Summation dieser Reste der vorangehenden Tage müßte schließlich

<sup>1)</sup> Im Original nicht gesperrt gedruckt.

<sup>2)</sup> Einige Bemerkungen über den Eiweißstoffwechsel. Zeitschr. f. Biologie, Bd. XLII, 1901.

<sup>3)</sup> Gruber nimmt an, daß am 1. Tag 80% des Nahrungseiweißes zerlegt werden, am 2. Tag 13%, am 3. Tag 5% und am 4. Tag 2%.

die N-Ausscheidung allmählich die N-Einfuhr überwiegen, und daher wäre es unmöglich, eine positive Bilanz zu erhalten.

Eine sehr klare Darstellung und Besprechung des uns hier interessierenden Problems finden wir außerdem bei Magnus-Levy.<sup>1)</sup> Er sieht zwei Erklärungsmöglichkeiten, nämlich einerseits, wenn der Organismus unfähig sein sollte, eine Aminosäure in eine andere, kohlenstoffreichere umzuwandeln,<sup>2)</sup> und andererseits (und darin nähert er sich der Gruberschen Auffassung), wenn «die Resorption der verschiedenen Kerne und Kernverbände nicht gleichzeitig erfolgt, sodaß das richtige zum Eiweißaufbau nötige Verhältnis nicht stets gewährleistet wäre; etwaige nicht zur Aufstapelung geeignete Bausteine würden dann vielleicht vorzeitig zerfallen».

Weitere Erklärungsversuche für das uns beschäftigende Problem habe ich in der mir zugänglichen Literatur nicht mehr gefunden.

Von den eben angeführten kann man aber wohl behaupten, daß sie nicht ganz befriedigen können, da sie teils zu einseitig sind, teils auf Voraussetzungen und nicht auf experimenteller Grundlage beruhen, wie z. B. die Magnus-Levysche.

Daß der von Rubner in Vordergrund gestellte Faktor, die speziellen Zirkulations- und Resorptionsverhältnisse des Organismus, sehr wichtig ist, ist ganz klar. Ich möchte aber bei den heutigen Ergebnissen der Eiweißchemie mehr den von Gruber und Magnus-Levy eingeschlagenen Weg betreten. Da diese Kenntnisse vom Aufbau der Eiweißkörper und die daraus folgende, verschiedene, biologische Verwertbarkeit im Organismus bisher für diese Frage des Stoffwechsels nicht verwertet worden sind, so habe ich von diesem neuen Standpunkte aus dieses Thema nochmals einer experimentellen Bearbeitung unterworfen. Ich ging dabei von folgender Überlegung aus. Wenn die Eiweißkörper der Nahrung einen verschiedenen quantitativen Gehalt an Bausteinen zeigen, so können unmöglich bei Verfütterung verschiedener Eiweißstoffe der Abbau, die Resorption und die Regeneration zu Körpereiß immer auf dieselbe Weise erfolgen, sondern es müssen diese Vorgänge je nach der Zusammensetzung des betreffenden Eiweißstoffes qualitative, quan-

<sup>1)</sup> In v. Noordens Handbuch der Pathologie des Stoffwechsels. Bd. I, S. 75.

<sup>2)</sup> Dies ist aber eine unbewiesene Voraussetzung, wie Magnus-Levy selber sagt!

titative und zeitliche Verschiebungen erfahren. Davon aber wird es notwendigerweise abhängig sein, mit welcher Tagesmenge Eiweiß der Organismus in N-Gleichgewicht gebracht werden kann.

Die gegenwärtigen Anschauungen der Eiweißverdauung und -resorption (die wir hier nur so kurz, als es für unsere Fragestellung notwendig erscheint, streifen wollen,) gehen dahin, daß das Eiweiß — sowohl bei Prüfung *in vitro*, wie auch bei Untersuchungen des Darminhalts — von den Fermenten aufgespalten wird, zum Teil bis zu abiureten Abbauprodukten, daß aber vielleicht dabei noch ein «polypeptidartiger Kern» ungespalten übrig bleibt. Dieser ist durch Phosphorwolframsäure fällbar, gibt keine Biuretreaktion und liefert bei der Hydrolyse mit HCl gewöhnlich die Monoaminosäuren, namentlich Glykokoll,  $\alpha$ -Pyrrolidincarbonensäure, Phenylalanin.

Aus allen diesen mehr oder weniger niedrigen Abbauprodukten muß der Organismus sein Körpereiß wieder regenerieren. Wir wissen nur, daß die Abbauprodukte wahrscheinlich fortlaufend resorbiert werden, wie sie entstehen. Denn wie Macfadyen, Nencki und Sieber<sup>1)</sup> im Darmsaft einer Frau mit einer tiefsitzenden Dünndarmfistel kein Tyrosin mehr nachweisen konnten, so erhielten in neuerer Zeit auch Abderhalden, Kautzsch und London<sup>2)</sup> geringe Ausbeuten von einfachen Abbauprodukten bei Versuchen an Hunden mit Fisteln an den verschiedenen Stellen des Magendarmtraktes. Über das weitere Geschehen, sowie über den Ort der Regeneration zu Körpereiß sind wir noch im Unklaren. Bisher wurde im Blut (Rinderblut) nur Glykokoll nachgewiesen (Bingel).<sup>3)</sup> Ob höhere Stufen, Polypeptide, im Blut vorhanden sind, konnte bisher nicht festgestellt werden. Auch über die Gegenwart von Albumosen im Blut sind die Ansichten noch nicht geeinigt.<sup>4)</sup>

A priori müssen wir wohl annehmen, daß die Regeneration

<sup>1)</sup> M. Nencki, Opera omnia, Bd. II, S. 183.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift 1906, Bd. XLVIII, S. 549.

<sup>3)</sup> Diese Zeitschrift 1908, Bd. LVII, S. 382.

<sup>4)</sup> Literatur bei Lühje, Eiweißregeneration im tierischen Körper. Ergebnis der Physiologie 1908, Jahrgang VII.

zu Körpereiß nicht vollständig in der Darmwand erfolgen kann, sondern daß es außerdem noch mehrere Regenerationsstätten für die verschieden aufgebauten Eiweißkörper geben muß, wahrscheinlich sind es die einzelnen Organe selber. Bisher wäre von den Aminosäuren nur das Glykokoll auf dem Transport von der Resorptionsstätte zur Regenerationsstätte nachgewiesen worden.

Jedenfalls müssen wir außerdem annehmen, daß nach beendigter Aufspaltung des Nahrungseiweißes bei der Regeneration zum Körpereiß alle Bausteine, die Aminosäuren und peptidartigen Körper, immer in denjenigen Quantitäten verwertet werden, wie sie später im zukünftigen Körpereiß enthalten sein werden, während alle überflüssig eingeführten Stoffe eliminiert werden.

So konnte Lüthje<sup>1)</sup> nach Fütterung mit Autolyseprodukten des Pankreas im Harn des Hundes Leucin und Tyrosin in größeren Mengen (bis  $\frac{1}{2}$  g im Tag) und ein reichliches Reaktionsprodukt mit  $\beta$ -Naphthalinsulfochlorid darstellen, die also im Organismus nicht verwendet worden waren.

Es ist das Obige sehr leicht verständlich, wenn wir die Fischer-Abderhaldenschen Analysenzahlen der vielen Eiweißkörper betrachten, welche zu Ernährungszwecken sehr gut verwendet werden können. E. Fischer weist z. B. auf die so wichtige Tatsache hin, daß die pflanzlichen Eiweißkörper größere Abweichungen von denen tierischer Abkunft darbieten. Um z. B. nur einen Bestandteil hervorzuheben, die Glutaminsäure, so so finden sich davon im Gliadin 27,6% und im Edestin 13,4%, während im Serumalbumin aus Pferdeblut 1,52%, im Serumglobulin 2,2%, im Eieralbumin 8,0%, im Vitellin 12,2%, im Casein 11,0% enthalten sind; also ganz wesentliche Unterschiede.

Ähnlich verhalten sich die anderen Bestandteile, wie das Leucin, Tyrosin, Glykokoll usw. auch. Sie sind alle in den bisher untersuchten Eiweißstoffen gefunden worden, aber in verschiedenem Gehalt, soweit man die bisherigen Methoden zur quantitativen Bestimmung verwerten kann. Wir werden später bei

<sup>1)</sup> Zur Frage der Eiweißsynthese im tierischen Körper. Pflügers Archiv 1906, Bd. CXIII.

der Besprechung unserer Versuche nochmals darauf zurückkommen.

Hier setzt nun die speziellere Fragestellung für unsere Versuche ein. Da wir nämlich mit der Nahrung stets solche Eiweißkörper einführen, die in bezug auf die Aminosäuren anders zusammengesetzt sind als das Körpereweiß, d. h. einzelne Aminosäuren in größeren Mengenverhältnissen, andere in geringeren enthalten, so muß der Organismus infolge dessen die einen überschüssig eingeführten Aminosäuren ausschalten, die anderen in konzentrierterem Maße angliedern. Daher ist es leicht verständlich, daß mit einer Eiweißmenge, die gerade dem Hungerminimum entspricht, N-Gleichgewicht kaum zu erwarten ist, wenn man zur Nahrung beliebige Eiweißkörper wählt. Das bisher in den meisten Versuchen beobachtete notwendige Plus an Eiweiß wird sich demnach zusammensetzen müssen aus allen denjenigen Aminosäuren, die nicht in den Komplex des zu regenerierenden Körpereweißes hineingehören. Und ferner aus denjenigen Aminosäuren, die in reichlicherer Menge notwendig sind, als ursprünglich im Nahrungseiweiß enthalten.

Der Vorgang der Überführung des artfremden in arteigenes Eiweiß selber, wie ihn Abderhalden<sup>1)</sup> geschildert hat, könnte demnach die Ursache sein, daß bei bloßem Ersatz des Hunger-eiweißminimums ein Tier nicht in N-Gleichgewicht gebracht werden kann. Gehen wir in unseren Folgerungen weiter, so müßte es theoretisch doch möglich sein, das N-Gleichgewicht herzustellen, wenn wir diesen Selektionsprozeß bei der Regeneration möglichst einschränken und dem Organismus die «Bausteine» gerade in derjenigen Konzentration zur Verfügung stellen, wie sie in seinem körpereigenen Eiweiß vorhanden sind, also keine Aminosäuren oder Peptide in zu reichlichem, resp. ungenügendem Maße. Mit anderen Worten müßten wir einem Tier ein Eiweißgemisch seines eigenen Körpers geben können, d. h. eines Gemisches, in dem die einzelnen Organeiweiße so vertreten sind, wie sie beim Hunger einschmelzen. Letzteres ist natürlich gegenwärtig nicht möglich. Denn wir

<sup>1)</sup> Lehrbuch der physiol. Chemie, S. 545 und 568.

sind über den quantitativen Beitrag, den die einzelnen Organe für das Hungerminimum liefern, noch zu wenig unterrichtet. Wir kennen zwar zahlenmäßig die Gewichtsabnahme der einzelnen Organe beim Hunger, obgleich auch darüber widersprechende Zahlen vorliegen,<sup>1)</sup> aber wir wissen noch zu wenig über die Korrelationen zwischen den einzelnen Organen im Hungerzustand. Deshalb müssen wir uns schon damit begnügen, wenn wir einen der Hauptrepräsentanten der körpereigenen Eiweißstoffe oder ein Gemisch mehrerer zum Versuch wählen; also z. B. Muskeleiweiße oder Serumeiweiß oder ein Gemisch der meisten Organeweiße.

Anmerkung. Nachträglich, als die Versuche schon beendet waren, sah ich bei der Durchsicht der Literatur, daß Magnus-Levy schon einen ähnlichen Gedankengang entwickelt hat (v. Noorden, Handbuch I, S. 74). Er sagt daselbst: «Theoretisch läßt sich denken, daß diejenigen niederen und höheren Kernverbände, die das Nahrungseiweiß mit dem zuerst daraus entstehenden Körpereweiß gemeinsam hat, nicht gespalten zu werden brauchen, um in dessen Gefüge einzutreten. Richtete die Natur sich tatsächlich nach dieser rein chemisch erdachten Möglichkeit, so wäre der Pflanzenfresser hinsichtlich der Eiweißaufnahme ungünstiger gestellt als der Fleischfresser, und dieser würde sich wiederum vielleicht am besten stehen, wenn er als Kannibale sich an seinesgleichen vergreift. Interessant ist es jedenfalls, daß auch Pflanzenfresser gelegentlich ihr eigen Fleisch und Blut (die Nachgeburt und tot zur Welt gekommene Früchte) verzehren, und daß gerade die höher stehenden Tiere, Vögel und Säugetiere, im Jugendzustand längere Zeit auf artgleiches, tierisches Eiweiß angewiesen bleiben.»

### Eigene Versuche.

Entsprechend diesen Überlegungen war es zweckmäßig, folgenden Versuchsplan auszuführen: Der Versuchshund mußte erst einer Hungerperiode ausgesetzt werden. Daran wurde eine Periode mit N-freier Nahrung angeschlossen, welche so lange fortgesetzt werden mußte, bis die N-Ausscheidung nicht weiter sank, bis also voraussichtlich das Minimum des Eiweißumsatzes erreicht war.

<sup>1)</sup> Vgl. Voit, Handbuch, S. 95 ff., und Weber, Hungerstoffwechsel in Erg. d. Physiol., Bd. I.

Dann konnte mit der Fütterung der verschiedenen Eiweißkörper begonnen werden und zu bestimmen versucht

1. ob man N-Gleichgewicht für einige Zeit herstellen, resp. sich ihm nähern kann, bei bloßer Fütterung der dem Hungerminimum entsprechenden N-Menge, und falls dies gelingt.

2. ob dies nur mit körpereigenen, nicht aber mit körperfremden Eiweißstoffen möglich ist.

Wäre letzteres der Fall, also beim Hund, nur mit Hundeeiweiß (Muskel, Blutserum usw.), so würde dies durchaus in den Rahmen unserer oben auseinandergesetzten Ansichten passen.

Unsere Versuche zeigen nun tatsächlich, daß **man nur dann dem Eiweißminimum am nächsten kommt, wenn man das körpereigene Eiweiß verfüttert, daß man sich aber umsomehr von diesem Minimum entfernt, als man ein in seiner chemischen Konstitution differentes Eiweiß gibt.**<sup>1)</sup>

Zur Fütterung verwendete ich als Vertreter der körperfremden Eiweißstoffe Glidin-Klopfer aus Weizen und Edestin aus Hanfsamen (von den Höchster Farbwerken rein dargestellt und uns zur Verfügung gestellt). Das Glidin-Klopfer ist nach den Analysen von P. Bergell ein reines Pflanzeneiweiß. Ich habe mich überzeugt, daß dieses Eiweißpräparat für unsere Versuche von genügender Reinheit war.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Auch auf diese von uns eingehaltene Versuchsanordnung hat Magnus-Levy a. a. O. S. 78 hingewiesen, anlässlich seiner Kritik der Mastversuche mit Casein, deren widersprechende Resultate er auf die Versuchsanordnung zurückführt. Dann sagt er: «Der Masterfolg hängt — auch beim gleichen Individuum — nicht allein von der Natur des zugefügten Eiweißes ab. — Man müßte vielmehr — und diese Versuchsanordnung hätte auch für einige andere physiologische Fragen Vorzüge — das Eiweißbedürfnis durch hohe Zufuhr von N-freien Stoffen möglichst niedrig einstellen, und bei jeder der zugeführten verschiedenen Eiweißarten die kleinste Eiweißmenge ermitteln, die gerade noch N-Gleichgewicht bewirkt. Würden dazu beim Casein kleinere Mengen genügen, als bei einem andern Eiweiß, so würde seine Überlegenheit hinsichtlich der «Eiweißausbeute», des Eiweißersatzes sicher sein. Diese Fragestellung ist mehr theoretisch; die nach den Vorzügen des Caseins zu Mastzwecken mehr praktisch. Sie decken sich nur zum Teil; die Bejahung der einen schließt die der andern nicht ohne weiteres ein.»

<sup>2)</sup> Bei 3 tägigem Stehen mit destilliertem Wasser gingen von 20 g

Als Vertreter der körpereigenen Eiweißstoffe, wählte ich das Casein, sowohl das nach Hammarstens Vorschrift von Kahlbaum dargestellte Präparat, wie auch die Nutrose. Ferner stellte ich mir, um den oben entwickelten Forderungen möglichst zu entsprechen, einen gut gemischten Brei aus den Organen eines Hundes dar, die in der Fleischhackmaschine sorgfältig verkleinert worden waren. In einigen Versuchsreihen mußte ich mich damit begnügen, teils bloß Hundemuskulatur, teils Hundebutserum, teils Pferdefleisch zu verfüttern.

Alle diese Eiweißkörper wählte ich deshalb, weil sie die größten Unterschiede in ihrem Gehalt an Aminosäuren aufweisen. Dies geht deutlich aus der nachfolgenden Tabelle hervor, die ich aus den Abderhaldenschen Analysen zusammengestellt habe; die Zahlen für das Glidin sind von P. Bergell. Es darf aber nicht übersehen werden, daß es sich hier nicht um streng quantitative Zahlen handelt; da sie jedoch (mit Ausnahme des Glidins) vom selben Forscher mit derselben Methode gewonnen worden sind, so dürfen sie wohl zu Vergleichszwecken nebeneinander gestellt werden.

|                 | Glidin | Ede-<br>stin | Casein | Krystalli-<br>siertes<br>Serum-<br>albumin aus<br>Pferdeblut | Serum-<br>globu-<br>lin | Krystalli-<br>siertes<br>Oxyhämö-<br>globin aus<br>Hundeblut |
|-----------------|--------|--------------|--------|--|-------------------------|--|
| Glutaminsäure . | 34.17  | 6.3          | 11.0   | 1.52   | 2.2                     | 1.2  |
| Asparaginsäure. | 1—2    | 4.5          | 1.2    | 3.12   | 2.54                    | 2.5  |
| Phenylalanin .  | —      | 2.4          | 3.2    | 3.08   | 3.48                    | 5.0  |
| Leucin . . . .  | —      | 20.9         | 10.5   | 20.0   | 18.7                    | 17.5   |
| Glykokoll . . . | —      | 3.8          | 0      | —  | 3.52                    | Spuren   |

Ich habe bloß diejenigen Bestandteile hier aufgezeichnet, die die deutlichsten quantitativen Unterschiede zeigen. In be-

Glidin 0.021 g N in Lösung über, also für 100 g Glidin ca. 0.1 g N. Nach 24-stündiger Extraktion von 50 g Glidin mit Alkohol blieb nach Verdampfen des letzteren ein öliges Rückstand zurück, in welchem 0.003 g N sich fand; für 100 g Glidin also 0.006 g N berechnet. Der N-Gehalt der 14.196% betrug, war nach der Alkoholextraktion 14.085%.

treff der übrigen verweise ich auf die Originalarbeiten Abderhaldens und den Sammelband von E. Fischer. Es geht aus dieser Zusammenstellung eindeutig hervor, daß sowohl die körpereigenen Eiweißstoffe sich von den körperfremden in ihrer quantitativen Zusammensetzung unterscheiden (Glidin enthält z. B. 34 Glutaminsäure, Casein 11, Serumalbumin 1,5), daß aber auch die körperfremden Eiweißstoffe sich untereinander unterscheiden (z. B. ist der Glutaminsäuregehalt im Glidin 34, im Edestin bloß 6,3). Die körpereigenen Eiweißkörper verhalten sich ebenso (z. B. enthält das Casein die Hälfte weniger Leucin als das Serumalbumin.)

**Methodik:** Zu unseren Versuchen verwendeten wir einen Dackel und zwei große Jagdhunde. Sie wurden in den bekannten Käfigen gehalten. Die Temperatur des Raumes konnte durch Heizungs- und Ventilationsrichtungen leicht konstant erhalten werden und war meist 18° C. Nur wo dies nicht gelang, ist der Temperaturunterschied notiert.

Jeden Morgen stets um dieselbe Zeit wurden die Hunde von mir katheterisiert; dann wurde der Käfig gründlich mit warmem Wasser nachgespült, Urin und Nachspülung zur Analyse vereinigt. Die Hunde waren so abgerichtet, daß sie hernach ihren Kot absetzten. Alsdann wurden sie gewogen. Der Urin der Hunde war sauer, enthielt kein Eiweiß und bot, da das Katheterisieren stets unter strengster Asepsis geschah, keine Zeichen von Cystitis dar. Der N-Gehalt wurde nach Kjeldahl bestimmt.

Der Kot der einzelnen Perioden, der sich mit Carmin gut abgrenzen ließ, wurde auf dem Wasserbad getrocknet und pulverisiert. Bei stärkerem Fettgehalt der letzten Versuchsperioden wurde er erst während einiger Stunden mit Äther im Soxhletapparat extrahiert; danach ließ er sich immer sehr gut pulverisieren. Von diesem pulverisierten Kot und vom Extrakt nach Verdampfen des Äthers wurden N-Bestimmungen vorgenommen.

Die Fütterung der Hunde fand täglich immer um dieselbe Zeit statt. Ich habe das Futter stets selbst zubereitet. Der Dackel und der Jagdhund Tiger fraßen regelmäßig sofort die ganze Nahrung auf, während dem Jagdhund Wanda das Futter öfters, namentlich Casein, Edestin und Glidin, nur mit viel Geduld und in verschiedener Zubereitung beigebracht werden konnte. Es wurde jedoch letzterenfalls stets dafür Sorge getragen, daß der Hund den N-haltigen Anteil der Nahrung mit einem Teil der N-freien schon morgens aufgenommen hatte; den Rest der N-freien Nahrung erhielt er nachmittags. Auf diese Weise wurden Veränderungen der N-Ausscheidungen infolge unregelmäßiger Nahrungsaufnahme möglichst auf ein Minimum reduziert. Um den hohen Fettgehalt verdaulicher zu gestalten, wurde jeweilen eine Messerspitze Calcium carbonicum dem Fett zugesetzt.

Glidin, Edestin und Casein, die in gut verschlossenen Glasgefäßen an trockenem Orte aufbewahrt wurden, ließen sich mit gut ausgelassener Butter oder mit Schweineschmalz unter weiterer Erwärmung zu einem dicken, regelmäßigen Brei anrühren. Dann wurde der Traubenzucker, resp. die pulverisierte Stärke unter Zusatz von etwas Wasser langsam zugesetzt, das Ganze gut verrührt eine Zeitlang gekocht. Oft mußte eine geringe Menge Speck als Geschmackskorrigens zugefügt werden.

Das Pferde- und Hundefleisch wurde von Fett möglichst genau befreit, in der Hackmaschine zerhackt, der N-Gehalt nach Kjeldahl bestimmt, dann die jeweiligen zu verfütternden Portionen in Bechergläsern genau abgewogen, einmal aufgekocht und gut verschlossen im Eisschrank aufbewahrt. Dasselbe gilt vom Hundebrei, den ich aus der zerhackten, von Fett und Sehnen möglichst befreiten Muskulatur, Herz, Lungen, Leber, Milz, Hoden nach gründlicher Mischung herstellte (Haut, Knochen, Gehirn und Rückenmark habe ich aus leicht begreiflichen Gründen weggelassen). Diese Portionen wurden zur Fütterung mit Traubenzucker gekocht, dann das Schweineschmalz oder die gut ausgelassene Butter zugesetzt.

Serum wurde aus Hundeblood durch Absetzen gewonnen, dann abgehoben und im Eisschrank aufbewahrt. Die genau abgemessenen Mengen wurden gekocht, dann Zucker und Schmalz resp. Butter zugesetzt wie bei der Zubereitung des Fleisches und Hundebreis.

Die Hunde fraßen das so hergestellte Hundefleisch und Hundeserum stets gierig. Die anfängliche Besorgnis, sie würden nicht zum Kanibalismus gebracht werden, erwies sich als nicht berechtigt.

### I. Versuchsreihe.

Zu diesem Versuch wurde ein männlicher Dackel verwendet, der ein Anfangsgewicht von 9,95 kg besaß und gut genährt war. Ich lasse zunächst die Tabelle I folgen.

Dieser Versuch ist auch auf Tafel I graphisch dargestellt.

Zunächst hat der Hund während 16 Tagen absolut gehungert und nur Wasser erhalten. Dabei sank sein Körpergewicht von 9,95 kg auf 8,05 kg. Die tägliche N-Ausscheidung schwankte zwischen 3,430 und 2,722 g N.<sup>1)</sup>

Am 20. III. begann die Fütterung mit 50 g Traubenzucker und 50 g reinen Schweineschmalzes (= 675 Calorien

<sup>1)</sup> Die beiden ersten Hungertage sind in der Tabelle nicht mit aufgenommen; eine genaue quantitative Bestimmung der N-Ausscheidung ließ sich nicht machen, weil der Hund beim Katheterisieren noch zu unruhig war und Urin verloren ging. Infolge dessen fällt hier die bekannte erste N-Senkung beim Beginn des Hungerns weg.

## I. Versuch. — Dackel.

| Datum     | Nahrung<br>g          | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Körper-<br>gewicht | Bemerkungen |
|-----------|-----------------------|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------------|-------------|
| 6.7. III. | Hunger (Wasser)       | 0            | 3,250      | 0         | 3,250                     | — 3,250  | 9,95               |             |
| 7.8. >    | id.                   | 0            | 3,430      | 0         | 3,430                     | — 3,430  | 9,75               |             |
| 8.9. >    | >                     | 0            | 3,242      | 0         | 3,242                     | — 3,242  | 9,65               |             |
| 9.10. >   | >                     | 0            | 3,108      | 0         | 3,108                     | — 3,108  | 9,40               |             |
| 10.11. >  | >                     | 0            | ?          | 0         | ?                         | ?        | 9,45               |             |
| 11.12. >  | >                     | 0            | 3,125      | 0         | 3,125                     | — 3,125  | 9,20               |             |
| 12.13. >  | >                     | 0            | 2,755      | 0         | 2,755                     | — 2,755  | 8,95               |             |
| 13.14. >  | >                     | 0            | 3,015      | 0         | 3,015                     | — 3,015  | 8,95               |             |
| 14.15. >  | >                     | 0            | 2,722      | 0         | 2,722                     | — 2,722  | 8,75               |             |
| 15.16. >  | >                     | 0            | 2,900      | 0         | 2,900                     | — 2,900  | 8,70               |             |
| 16.17. >  | >                     | 0            | 3,654      | 0         | 3,654                     | — 3,654  | 8,50               |             |
| 17.18. >  | >                     | 0            | ?          | 0         | ?                         | ?        | 8,30               |             |
| 18.19. >  | >                     | 0            | ?          | 0         | ?                         | ?        | 8,20               |             |
| 19.20. >  | >                     | 0            | 3,202      | 0         | 3,202                     | — 3,202  | 8,05               |             |
| 20.21. >  | 50 Zucker, 50 Schmalz | 0            | 2,621      | 0,097     | 2,717                     | — 2,717  | 8,00               |             |
| 21.22. >  | id.                   | 0            | 1,652      | 0,097     | 1,749                     | — 1,749  | 7,95               |             |

1.

Periode

2.

Periode

## I. Versuch.

Fortsetzung.

| Datum             | Nahrung<br>g          | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Körper-<br>gewicht | Bemerkungen |
|-------------------|-----------------------|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------------|-------------|
| 22. 23. III.      | 50 Zucker, 50 Schmalz | 0            | 1,823      | 0,097     | 1,920                     | - 1,920  | 7,90               |             |
| 23. 24. »         | id.                   | 0            | 0,983      | 0,097     | 1,080                     | - 1,080  | 7,90               |             |
| 24. 25. »         | »                     | 0            | 1,831      | 0,097     | 1,928                     | - 1,928  | 7,95               |             |
| 25. 26. »         | »                     | 0            | 1,730      | 0,097     | 1,827                     | - 1,827  | 7,90               |             |
| 26. 27. »         | »                     | 0            | 1,890      | 0,097     | 1,987                     | - 1,987  | 7,80               |             |
| 27. 28. »         | »                     | 0            | 1,607      | 0,097     | 1,704                     | - 1,704  | 7,75               |             |
| 28. 29. »         | »                     | 0            | ?          | 0,097     | ?                         | ?        | 7,55               |             |
| 29. 30. »         | »                     | 0            | 2,217      | 0,097     | 2,314                     | - 2,314  | 7,65               |             |
| 30. 31. »         | »                     | 0            | 1,932      | 0,097     | 2,029                     | - 2,029  | 7,65               |             |
| 31. III.   1. IV. | »                     | 0            | 1,403      | 0,097     | 1,500                     | - 1,500  | 7,60               |             |
| 1. 2. IV.         | »                     | 0            | 1,797      | 0,097     | 1,894                     | - 1,894  | 7,55               |             |
| 2. 3. »           | »                     | 0            | 1,713      | 0,097     | 1,810                     | - 1,810  | 7,55               |             |
| 3. 4. »           | »                     | 0            | 1,428      | 0,097     | 1,525                     | - 1,525  | 7,45               |             |
| 4. 5. »           | »                     | 0            | 1,445      | 0,097     | 1,542                     | - 1,542  | 7,40               |             |
| 5. 6. »           | »                     | 0            | 1,781      | 0,097     | 1,878                     | - 1,878  | 7,40               |             |
| 6. 7. »           | »                     | 0            | 1,613      | 0,097     | 1,710                     | - 1,710  | 7,35               |             |
| 7. 8. »           | »                     | 0            | 1,243      | 0,097     | 1,340                     | - 1,340  | 7,35               |             |

2.

Periode

Fortsetzung.

I. Versuch.

| Datum    | Nahrung<br>g                                | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Körper-<br>gewicht | Bemerkungen |
|----------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------------|-------------|
| 8.9. IV. | 50 Zucker, 50 Schmalz                       | 0            | 1,579      | 0,097     | 1,676                     | — 1,676  | 7,30               |             |
| 9.10. >  | id.   | 0            | 1,428      | 0,097     | 1,525                     | — 1,525  | 7,25               |             |
| 10.11. > | >   | 0            | 1,083      | 0,097     | 1,180                     | — 1,180  | 7,25               |             |
| 11.12. > | >   | 0            | 1,361      | 0,097     | 1,458                     | — 1,458  | 7,20               |             |
| 12.13. > | >   | 0            | 1,310      | 0,097     | 1,407                     | — 1,407  | 7,15               |             |
| 13.14. > | >   | 0            | 1,254      | 0,097     | 1,351                     | — 1,351  | 7,25               |             |
| 14.15. > | >   | 0            | 1,071      | 0,097     | 1,168                     | — 1,168  | 7,20               |             |
| 15.16. > | id. + 5 Speck                               | 0            | 0,910      | 0,097     | 1,007                     | — 1,007  | 7,05               |             |
| 16.17. > | >   | 0            | 0,985      | 0,097     | 1,082                     | — 1,082  | 7,15               |             |
| 17.18. > | Glidin, 50 Zucker, 50 Schmalz               | 1,42         | 1,751      | 0,112     | 1,863                     | — 0,443  | 7,00               |             |
| 18.19. > | id. + 5 Speck                               | 1,42         | 1,575      | 0,112     | 1,687                     | — 0,267  | 7,05               |             |
| 19.20. > | >   | 1,42         | 1,461      | 0,112     | 1,573                     | — 0,153  | 7,00               |             |
| 20.21. > | >   | 1,42         | 2,030      | 0,112     | 2,142                     | — 1,722  | 7,10               |             |
| 21.22. > | Glidin, 50 Zucker, 50 Schmalz,<br>10 Butter | 1,42         | 1,758      | 0,112     | 1,870                     | — 0,450  | 7,15               |             |
| 22.23. > | id.   | 1,42         | 1,537      | 0,112     | 1,649                     | — 0,229  | 7,10               |             |
| 23.24. > | >   | 1,42         | 1,638      | 0,112     | 1,750                     | — 0,330  | 7,10               |             |

2.

Periode

3.

Periode



Fortsetzung.

## I. Versuch.

|    | Datum       | Nahrung<br>g   | N-<br>Zuführ | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Körper-<br>gewicht | Bemerkungen                                 |
|----|-------------|--|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------------|---|
| 5. | 9.   10. V. | Ghdin, 50 Zucker. 50 Schmalz<br>id.                                    | 1,42         | 1,499      | 0,071     | 1,570,                    | - 0,150  | 7,00               |   |
|    | 10.   11. > |  | 1,42         | 1,442      | 0,071     | 1,513                     | - 0,093  | 6,90               |   |
| 6. | 11.   12. > | Hundefleisch, 50 Zucker,<br>50 Schmalz<br>id.<br>><br>><br>><br>><br>> | 1,42         | 1,120      | 0,139     | 1,259                     | + 0,161  | 6,90               |   |
|    | 12.   13. > |  | 1,42         | 1,176      | 0,139     | 1,315                     | + 0,105  | 6,95               |   |
|    | 13.   14. > |  | 1,42         | 1,247      | 0,139     | 1,386                     | + 0,034  | 6,95               |   |
|    | 14.   15. > |  | 1,42         | 1,109      | 0,139     | 1,248                     | + 0,172  | 6,90               |   |
|    | 15.   16. > |  | 1,42         | 1,176      | 0,139     | 1,315                     | + 0,105  | 7,05               |   |
|    | 16.   17. > |  | 1,42         | 0,952      | 0,139     | 1,091                     | + 0,329  | 7,00               |   |
|    | 17.   18. > |  | 1,42         | 1,022      | 0,139     | 1,161                     | + 0,259  | 7,10               |   |
| 7. | 18.   19. > | Nutrose, 50 Zucker, 50 Schmalz<br>id.<br>><br>><br>><br>><br>>         | 1,42         | 0,994      | 0,069     | 1,063                     | + 0,357  | 7,10               |   |
|    | 19.   20. > |  | 1,42         | 1,036      | 0,069     | 1,105                     | + 0,315  | 7,20               |   |
|    | 20.   21. > |  | 1,42         | 1,302      | 0,069     | 1,371                     | + 0,049  | 7,60               |   |
|    | 21.   22. > |  | 1,42         | 1,302      | 0,069     | 1,371                     | + 0,049  | 7,65               |   |
|    | 22.   23. > |  | 1,42         | 1,540      | 0,069     | 1,609                     | - 0,189  | 7,65               |   |
|    | 23.   24. > |  | 1,42         | 1,288      | 0,069     | 1,357                     | + 0,063  | 7,70               |   |
|    | 24.   25. > |  | 1,42         | 1,176      | 0,069     | 1,245                     | + 0,175  | 7,70               | Zucker und Schmalz<br>nicht ganz gefressen. |

|                | Datum       | Nahrung<br>g                           | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Körper-<br>gewicht | Bemerkungen                    |
|----------------|-------------|--|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------------|--------------------------------|
| 8.<br>Periode  | 25./26.     | V. Glidin, 50 Zucker, 50 Schmalz       | 1,42         | 1,974      | 0,085     | 2,059                     | - 0,639  | 7,70               |                                |
|                | 26./27.     | id.                                    | 1,42         | 1,708      | 0,085     | 1,793                     | - 0,373  | 7,70               |                                |
|                | 27./28.     | »                                      | 1,42         | 1,988      | 0,085     | 2,073                     | - 0,653  | 7,75               |                                |
|                | 28./29.     | »                                      | 1,42         | 1,736      | 0,085     | 1,821                     | - 0,401  | 7,70               |                                |
| 9.<br>Periode  | 29./30.     | Hundefleisch, 50 Zucker,<br>50 Schmalz | 1,42         | 1,148      | 0,144     | 1,292                     | + 0,128  | -                  |                                |
|                | 30./31.     | id.                                    | 1,42         | 1,134      | 0,144     | 1,278                     | + 0,142  | -                  |                                |
|                | 31.V./1.VI. | »                                      | 1,42         | 1,092      | 0,144     | 1,236                     | + 0,184  | 7,70               |                                |
|                | 1./2.       | »                                      | 1,42         | 1,022      | 0,144     | 1,166                     | + 0,254  | 7,70               |                                |
|                | 2./3.       | »                                      | 1,42         | 1,428      | 0,144     | 1,572                     | - 0,152  | 7,75               | } Hitze.                       |
|                | 3./4.       | »                                      | 1,42         | 1,260      | 0,144     | 1,404                     | + 0,016  | 7,75               |                                |
| 4./5.          | »           | 1,42                                   | 1,316        | 0,144      | 1,460     | - 0,040                   | 7,75     |                    |                                |
| 10.<br>Periode | 5./6.       | (Hungern), 50 Zucker, 50 Schmalz       | 0            | 1,036      | 0,089     | 1,125                     | - 1,125  | 7,65               | Hitze.                         |
|                | 6./7.       | id.                                    | 0            | 0,728      | 0,089     | 0,817                     | - 0,817  | 7,60               | } Nicht alles auf-<br>fressen. |
|                | 7./8.       | »                                      | 0            | 0,742      | 0,089     | 0,831                     | - 0,831  | 7,65               |                                |
| 11.<br>Periode | 8./9.       | Glidin, 50 Zucker, 50 Schmalz          | 1,42         | 1,470      | 0,093     | 1,563                     | - 0,143  | 7,75               |                                |
|                | 9./10.      | id.                                    | 1,60         | 1,680      | 0,093     | 1,773                     | - 0,173  | 7,70               |                                |



## I. Versuch.

Fortsetzung.

| Datum        | Nahrung<br>g                                  | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Körper-<br>gewicht | Bemerkungen                              |
|--------------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------------|--|
| 24.25.       | VI. Hundebrei, 50 Zucker, 50 Schmalz          | 0,8?         | 0,644      | 0,123     | 0,767                     | + 0,033  | 7,00               | Erbrechen.                               |
| 25.26.       | id.   | 0,8          | 0,77       | 0,123     | 0,893                     | - 0,093  | 6,95               |  |
| 26.27.       | »   | 0,8          | 0,77       | 0,123     | 0,893                     | - 0,093  | 6,95               |  |
| 27.28.       | »   | 0,8          | 0,84       | 0,123     | 0,963                     | - 0,163  | 7,00               |  |
| 28.29.       | Hundebrei, 50 Zucker, 20 Schmalz<br>30 Butter | 0,8          | 0,882      | 0,123     | 1,005                     | - 0,205  | 7,05               | N-freie Nahrung nicht<br>ganz gefressen. |
| 29.30.       | id.   | 0,8          | 0,798      | 0,123     | 0,921                     | - 0,121  | 6,90               |  |
| 30.VI.1.VII. | Casein, 50 Butter, 50 Zucker                  | 0,78         | 0,616      | 0,103     | 0,719                     | + 0,061  | 7,05               | Mit dem Löffel gegeben.                  |
| 1.2.         | id.   | 0,78         | 0,812      | 0,103     | 0,915                     | - 0,135  | 6,95               |  |
| 2.3.         | »   | 0,8          | 0,84       | 0,103     | 0,943                     | - 0,143  | 6,95               | Spontan alles gefressen.                 |
| 3.4.         | »   | 0,8          | 0,728      | 0,103     | 0,831                     | - 0,031  | 7,05               |  |
| 4.5.         | Casein, 60 Butter, 50 Zucker                  | 0,8          | 0,886      | 0,103     | 0,989                     | - 0,189  | 6,95               | Erbrechen. Das<br>spontan gefressen.     |
| 5.6.         | id.   | 0,8          | 1,036      | 0,103     | 1,139                     | - 0,339  | 7,00               |  |
| 6.7.         | »   | 0,8          | 1,036      | 0,103     | 1,139                     | - 0,339  | 6,90               |  |
| 7.8.         | »   | 0,8          | 1,022      | 0,103     | 1,125                     | - 0,325  | 6,85               | N-freie Nahrung fast<br>ganz gefressen.  |
| 8.9.         | »   | 0,8          | 0,980      | 0,103     | 1,083                     | - 0,283  | 6,85               |  |
| 9.10.        | »   | 0,8          | 0,966      | 0,103     | 1,069                     | - 0,269  | 6,85               | Mit dem Löffel gegeben.                  |

Fortsetzung.

I. Versuch.

|                | Datum                         | Nahrung<br>g                     | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Ans-<br>fuhr | N-Bilanz | Körper-<br>gewicht | Bemerkungen                  |
|----------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------------|------------------------------|
| 14.<br>Periode | 10. 11. VII.                  | Casein, 60 Butter, 50 Zucker     | 0,8          | 0,854      | 0,103     | 0,957                     | - 0,157  | 6,80               | } Mit dem Löffel<br>gegeben. |
|                | 11. 12. >                     | id.                              | 0,8          | 0,955      | 0,103     | 1,058                     | - 0,258  | 6,80               |                              |
| 15.<br>Periode | 12. 13. >                     | Hundebrei, 50 Zucker, 50 Schmalz | 0,972        | 1,106      | 0,032     | 1,138                     | - 0,166  | 6,85               |                              |
|                | 13. 14. >                     | id.                              | 0,972        | 0,924      | 0,032     | 0,956                     | + 0,006  | 6,80               |                              |
|                | 14. 15. >                     | >                                | 0,9          | 0,966      | 0,032     | 0,998                     | - 0,098  | 6,85               |                              |
|                | 15. 16. >                     | >                                | 0,9          | 0,812      | 0,032     | 0,844                     | + 0,056  | 6,80               |                              |
|                | 16. 17. >                     | >                                | 0,9          | 0,826      | 0,032     | 0,858                     | + 0,042  | 6,85               |                              |
|                | 17. 18. >                     | >                                | 0,9          | 0,742      | 0,032     | 0,774                     | + 0,126  | 6,85               |                              |
|                | 18. 19. >                     | >                                | 0,9          | 1,008      | 0,032     | 1,040                     | - 0,140  | 6,85               |                              |
|                | 19. 20. >                     | >                                | 0,9          | 1,064      | 0,032     | 1,096                     | - 0,196  | 6,90               |                              |
|                | 20. 21. >                     | >                                | 0,9          | 1,008      | 0,032     | 1,040                     | - 0,140  | 6,80               |                              |
|                | 21. 22. >                     | >                                | 0,9          | 0,980      | 0,032     | 1,012                     | - 0,112  | 6,80               |                              |
| 22. 23. >      | >                             | >                                | 0,9          | 0,784      | 0,032     | 0,816                     | + 0,084  | 6,75               |                              |
| 23. 24. >      | >                             | >                                | 0,9          | 0,812      | 0,032     | 0,844                     | + 0,056  | 6,80               |                              |
| 24. 25. >      | Edestin, 50 Zucker, 50 Butter | 0,9                              | 1,148        | 0,088      | 1,236     | - 0,336                   | 6,60     |                    |                              |
| 25. 26. >      | id.                           | 0,9                              | 0,938        | 0,088      | 1,026     | - 0,126                   | 6,70     |                    |                              |
| 26. 27. >      | >                             | 0,9                              | 1,134        | 0,088      | 1,222     | - 0,322                   | 6,65     |                    |                              |
| 27. 28. >      | >                             | 0,9                              | 1,064        | 0,088      | 1,152     | - 0,252                   | 6,75     |                    |                              |

| Datum             | Nahrung<br>g                   | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Körper-<br>gewicht | Bemerkungen                      |
|-------------------|--------------------------------|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------------|----------------------------------|
| 28. 29. VII.      | Edestin, 50 Zucker, 50 Butter  | 0,9          | 1,078      | 0,088     | 1,166                     | - 0,266  | 6,70               | Z. T. mit dem Löffel<br>gegeben. |
| 29. 30. „         | id.                            | 0,9          | 1,036      | 0,088     | 1,124                     | - 0,224  | 6,70               |                                  |
| 16.<br>30. 31. „  | „                              | 0,9          | 0,994      | 0,088     | 1,082                     | - 0,182  | 6,75               | Mit dem Löffel ganz<br>gegeben.  |
| 31. VIII.   VIII. | „                              | 0,9          | 1,218      | 0,088     | 1,306                     | - 0,406  | 6,70               |                                  |
| 1. 2. VIII.       | „                              | 0,9          | 1,106      | 0,088     | 1,194                     | - 0,294  | 6,75               |                                  |
| 2. 3. „           | Handbrot, 50 Zucker, 50 Butter | 1,0          | 0,854      | 0,237     | 1,091                     | - 0,091  | 6,80               | Frißt spontan.                   |
| 3. 4. „           | id.                            | 1,0          | 1,148      | 0,237     | 1,385                     | - 0,385  | 6,85               | Mit dem Löffel gegeben.          |
| 4. 5. „           | „                              | 1,0          | 1,148      | 0,237     | 1,385                     | - 0,385  | 6,80               |                                  |
| 5. 6. „           | „                              | 1,0          | 1,106      | 0,237     | 1,343                     | - 0,343  | 6,65               | Im Kot Blut.                     |
| 6. 7. „           | „                              | 1,0          | 0,924      | 0,237     | 1,161                     | - 0,161  | 6,50               |                                  |
| 7. 8. „           | „                              | 1,0          | 1,050      | 0,237     | 1,287                     | - 0,287  | 6,45               |                                  |
| 17.<br>8. 9. „    | „                              | 1,0          | 1,330      | 0,237     | 1,567                     | - 0,567  | 6,45               |                                  |
| 9. 10. „          | „                              | 1,0          | 1,148      | 0,237     | 1,385                     | - 0,385  | 6,45               |                                  |
| 10. 11. „         | „                              | 1,0          | 0,952      | 0,237     | 1,189                     | - 0,189  | 6,40               | Zunahme der Kot-<br>menge.       |
| 11. 12. „         | „                              | 1,0          | —          | 0,237     | —                         | —        | —                  |                                  |
| 12. 13. „         | „                              | 1,0          | 0,812      | 0,237     | 1,049                     | - 0,049  | —                  |                                  |
| 13. 14. „         | „                              | 1,0          | —          | —         | —                         | —        | —                  |                                  |

oder ca. 85 Calor. pro Kilogramm Körpergewicht), wobei sofort die N-Ausscheidung bedeutend sank. Sie wurde nun 28 Tage fortgesetzt. Da die N-Ausscheidung im Urin von Tag zu Tag variierte, so wurde vom 13. IV. an die Blase täglich mit steriler, erwärmter NaCl-Lösung nachgespült; von da an wurden konstante N-Werte erhalten. Da die N-Werte an 3 Tagen d. h. am 42sten bis 44sten Tage absoluter N-Karenz nicht mehr erheblich sanken, hielten wir es für wahrscheinlich, daß ein gewisses Minimum des Eiweißumsatzes bei gleichzeitiger Fütterung N-freier Nahrung jetzt erreicht sei.

Ich will vorgreifen und schon hier bemerken, daß im weiteren Verlauf des Versuchs der Eiweißumsatz sich noch mehr einschränken ließ. Es ist dies eine Erfahrung, die wir auch bei den anderen Versuchsreihen machen werden, daß das Eiweißminimum nicht schon in der ersten, sondern erst in einer späteren Hungerperiode sich erreichen läßt. Da aber hier die N-Werte 3 Tage lang konstant gewesen waren, da ferner der Hund schon 44 Tage im Eiweißhunger sich befand und wir ihm anderseits nicht durch einen allzu lange ausgedehnten Hunger über das Maß schwächen wollten — das Körpergewicht war von 8,0 auf 7,15 kg gesunken —, so war unsere Annahme einigermaßen berechtigt, schon jetzt mit der Fütterung der verschiedenen körperfremden und körpereigenen Eiweißstoffe zu beginnen.

Als Minimum berechneten wir den Mittelwert der Ausscheidung der letzten 14 Tage<sup>1)</sup>

3. IV. — 16. IV:

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Summe der N-Ausscheidung         | 19,849 g |
| Mittlere tägliche N-Ausscheidung | 1,417    |

Es wurde demnach von den zu prüfenden verschiedenen Eiweißkörpern täglich eine Menge verfüttert, die 1,42 g N enthielt.

In den Perioden 3, 5 und 8 erhielt der Hund Glidin aus Weizenmehl; in den Perioden 4, 6 und 9 fein gehacktes Hundefleisch, und in der Periode 7 erhielt er Nutrose. Um Täuschungen

<sup>1)</sup> Wegen der nicht unbeträchtlichen Tagesschwankungen haben wir das Mittel aus einem so großen Zeitraum berechnet.

durch Zufälligkeiten auszuschließen, wurden die Perioden möglichst lange ausgedehnt, auf 7—9 Tage. Nur die 8. Periode, die eine Wiederholung der früheren Glidinperioden bedeutete, wurde kürzer genommen, als konstatiert wurde, daß sie im gleichen Sinn verlief.

Wie aus der Tabelle I hervorgeht, waren die täglichen N-Werte in den einzelnen Perioden genügend gleichmäßig, sodaß der aus ihnen berechnete Mittelwert zur Beurteilung des Eiweißumsatzes genügt.

Ich stelle im nachfolgenden die Bilanzen zusammen:

### 3. Periode: Glidin: 9 Tage.

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 12,78 g   |
| »    »    Ausfuhr  | 15,935 »  |
| Gesamt-Bilanz      | — 3,155 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,770 »   |
| »    »    Bilanz   | — 0,350 » |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,2 g.

### 4. Periode: Hundefleisch: 9 Tage.

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 12,78 g   |
| »    »    Ausfuhr  | 11,225 »  |
| Gesamt-Bilanz      | + 1,555 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,247 »   |
| »    »    Bilanz   | + 0,173 » |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,2 g.

### 5. Periode: Glidin, 6 Tage.

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 8,52 g    |
| »    »    Ausfuhr  | 10,512 »  |
| Gesamt-Bilanz      | — 1,992 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,752 »   |
| »    »    Bilanz   | — 0,332 » |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,2 g.

## 6. Periode: Hundefleisch, 7 Tage.

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 9,94 g           |
| › › Ausfuhr        | 8,775 ›          |
| Gesamt-Bilanz      | + 1,165 g        |
| Tägliche N-Ausfuhr | <b>1,253 ›</b>   |
| › Bilanz           | + <b>0,167 ›</b> |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,2 g.

## 7. Periode: Nutrose, 7 Tage.

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 9,94 g           |
| › Ausfuhr          | 9,121 ›          |
| Gesamt-Bilanz      | + 0,819 g        |
| Tägliche N-Ausfuhr | <b>1,303 ›</b>   |
| › Bilanz           | + <b>0,117 ›</b> |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,19 g.

## 8. Periode: Glidin, 4 Tage.

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 5,68 g           |
| Gesamt-N-Ausfuhr   | 7,746 ›          |
| Gesamt-Bilanz      | — 2,066 g        |
| Tägliche N-Ausfuhr | <b>1,936 ›</b>   |
| › Bilanz           | — <b>0,516 ›</b> |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,18 g.

## 9. Periode: Hundefleisch, 7 Tage.

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 9,94 g           |
| › › Ausfuhr        | 9,408 ›          |
| Gesamt-N-Bilanz    | + 0,532 g        |
| Tägliche N-Ausfuhr | <b>1,344 ›</b>   |
| › › Bilanz         | + <b>0,076 ›</b> |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,18 g.

Wir sehen somit einen ganz außergewöhnlichen Unterschied im N-Umsatz, je nachdem wir ein körperfremdes oder ein körpereigenes Eiweiß verfüttern. In den Perioden 3, 5 und 8 steigt sofort die N-Ausscheidung und der Hund befindet sich mit Glidin stets in negativer N-Bilanz, mit einem täg-

lichen N-Verlust von 0,33 bis 0,51 g. In den Perioden 4, 6 und 9 sinkt sofort wieder die N-Ausscheidung um einen beträchtlichen Wert und der Hund befindet sich mit Hundefleisch stets in deutlicher, positiver Bilanz; dabei retinierte er täglich 0,07 bis 0,17 g N. In der 7. Periode ist mit Nutrose die Bilanz ebenfalls eine positive und beträgt 0,11 g N pro Tag. Die tägliche Menge der N-Zufuhr war immer dieselbe: 1,42 g im ganzen oder 0,18 bis 0,2 g N pro Kilogramm Körpergewicht. Die N-freie Nahrung war auch stets dieselbe, 50 g Schweineschmalz und 50 g Traubenzucker, und wurde stets quantitativ aufgefressen.

Dabei blieb das Körpergewicht von der 3. bis 6. Periode immer gleich — zwischen 6,95 und 7,2 kg schwankend —, von der 7. Periode (Nutrose) an nahm es wieder ziemlich rasch zu und hielt sich sowohl bei der nachfolgenden Glidinnahrung als auch bei Hundefleischnahrung auf derselben Höhe von 7,75 kg.

Dieser Unterschied zwischen körperfremden und körpereigenen Eiweißkörpern schien durch diese 7 Versuchsperioden genügend sichergestellt.

Es mußte vorerst aber noch die Frage beantwortet werden, ob überhaupt mit einem Eiweißstoff wie Glidin sich N-Gleichgewicht erreichen läßt. Zu diesem Zweck wurde in der 11. Periode Glidin in steigenden Mengen bei gleichzeitiger Verabreichung von 50 g Zucker und 50 g Fett gefüttert und schließlich N-Gleichgewicht erhalten; bei jeder Vermehrung der Glidinzufuhr bestand am ersten Tag positive N-Bilanz, jedoch stellte sich jeweils schon am zweiten Fütterungstag der Stoffwechsel auf eine höhere Stufe. Erst als eine Glidinmenge, die 3,5 g N enthielt (= 0,45 g N pro Kilogramm Körpergewicht), war während 2 Tagen deutliche, positive N-Bilanz (+ 0,603 und 0,389 g N) und am dritten Tag war fast N-Gleichgewicht (— 0,009 g N). Dieses Resultat genügte uns; wir hätten ja die Fütterung noch länger mit noch größeren Mengen Glidin fortsetzen können; aber auch schon jetzt glaube ich mit Sicherheit annehmen zu können, daß mit Glidin N-Gleichgewicht sich erreichen läßt. Übrigens würde, auch wenn mit Glidin N-Gleichgewicht nicht zu erreichen gewesen wäre, dies nicht unbedingt gegen das Endresultat ge-

sprochen haben. Wir hätten dann zum Resultat kommen müssen, daß eben dem Glidin irgend ein «Baustein» fehlt.

Oben wurde schon erwähnt, daß das wirkliche Minimum am Schluß der 2. Periode noch nicht erreicht war, sondern daß es sich da um ein scheinbares Minimum gehandelt hat. Wir durften dies um so mehr vermuten, als in den Perioden 4, 6, 7 und 9 mit Hundefleisch- und Nutrosefütterung die durchschnittliche N-Ausscheidung unter diejenige des aus der Hungerperiode berechneten «Minimums» sank. Diese Vermutung bestätigte sich sofort. Als wir jetzt die beiden Hungerperioden 10 und 12 einschalteten, da zeigte sich, daß der Eiweißumsatz erheblich weiter sank, an den 2 letzten Tagen der 12. Periode auf 0,81 g N.

Wenn wir die mittlere Zahl dieser Perioden berechnen, so ergibt sich:

Für die Hungerperiode 10: 3 Tage.

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Gesamt-N-Einnahme           | 0              |
| Gesamt-N-Ausfuhr            | 2,773 g        |
| Mittlere tägliche N-Ausfuhr | <b>0,924</b> » |

Für die Hungerperiode 12: 3 Tage.

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Gesamt-N-Einnahme           | 0              |
| Gesamt-N-Ausfuhr            | 2,920 g        |
| Mittlere tägliche N-Ausfuhr | <b>0,973</b> » |

Es ist dies ein erheblicher Unterschied im Vergleich zum ersten gefundenen «Minimum» von 1,42 g N. Daher stellte sich uns nun die Aufgabe, die erste Versuchsserie nochmals zu wiederholen mit Zugrundelegung dieses neuen, voraussichtlich niedrigsten «Minimums».

Ich will hier nur bemerken, daß meines Erachtens dem in der ersten Versuchsreihe beobachteten Unterschied zwischen den verschiedenen Fütterungen dadurch kein Abbruch geschieht, daß wir mehr als das Minimum verfüttert haben. Denn die Bilanzunterschiede sind doch zu erhebliche, als daß wir nur von diesem einen Moment abhängig gewesen wären. Sie sind unserer Ansicht nach auf den chemischen Aufbau der verschiedenen Eiweißkörper zurückzuführen. Umsomehr als sie

sich in anderen Versuchen ebenfalls und in ebenso prägnantem Maße beobachten ließen.

Wir haben in den nächsten zwei Perioden 13 und 14 zunächst nicht die aus der letzten Hungerperiode berechnete Mittelzahl 0,973 g N in der täglichen Nahrung verabreicht, sondern weniger, nämlich 0,8, den Wert, der an den zwei letzten Hungertagen ausgeschieden wurde. In der 13. Periode wurde Hundebrei gefüttert, dessen Herstellung bei Besprechung der Methodik oben genau beschrieben wurde, und in der Periode 14 reines Casein-Hammarsten. Die Bilanzen dieser zwei Perioden sind folgende.

13. Periode: Hundebrei.<sup>1)</sup> 6 Tage.

|                    |                |   |
|--------------------|----------------|---|
| Gesamt-N-Einnahme  | 4,0            | g |
| N-Ausfuhr          | 4,675          | » |
| Gesamt-Bilanz      | — 0,675        | g |
| Tägliche N-Ausfuhr | <b>0,935</b>   | » |
| Bilanz             | — <b>0,135</b> | » |

N-Einfuhr pro Kilogramm Körpergewicht 0,11

14. Periode: Casein. 12 Tage.

|                    |                |   |
|--------------------|----------------|---|
| Gesamt-N-Einnahme  | 9,56           | g |
| N-Ausfuhr          | 11,967         | » |
| Gesamt-Bilanz      | — 2,407        | g |
| Tägliche N-Ausfuhr | <b>0,997</b>   | » |
| Bilanz             | — <b>0,197</b> | » |

N-Einfuhr pro Kilogramm Körpergewicht 0,12

Daraus geht hervor, daß weder mit Hundebrei, der voraussichtlich alle für das zu regenerierende Hundeorganeisweiß notwendigen Bausteine in der denkbar günstigsten Anordnung besitzt, noch mit Casein, in einer Menge, die geringer ist als das mittlere Minimum — 0,8 g statt 0,97 g N pro Tag (= 0,11 g

<sup>1)</sup> Am 24. VI. fraß der hungrige Hund sein Futter sehr gierig und brach es sehr bald wieder. Da in dem unter den Käfig gestellten Topf zur Konservierung des Urins Essigsäure vorhanden war, so rührte der Hund das Futter nicht mehr an, als es ihm wieder gereicht wurde. Aus diesem Grunde können wir eigentlich diesen Tag noch nicht zur Fütterungsperiode hinzuzählen.

N pro Kilogramm Körpergewicht) — sich N-Gleichgewicht erreichen läßt. Die täglichen N-Verluste sind in der Periode mit Hundebreifütterung allerdings geringer, als mit Caseinfütterung; somit können wir auch in dieser Versuchsreihe einen in der ersten Serie schon beobachteten Unterschied innerhalb der körpereigenen Eiweißstoffe selbst konstatieren.

Wir haben also in diesen beiden Perioden die untere Grenze für das N-Gleichgewicht bereits überschritten, trotzdem aber doch für den adäquaten Hundebrei das erwartete Optimum gefunden.

Ich möchte hier nochmals bemerken, daß der Hund auch in diesen Fütterungsperioden stets dieselbe Menge Fett und Kohlenhydrate erhielt, daß also nicht etwa ein Wegfall der eiweißschonenden Wirkung dieser Nahrungsstoffe die Ursache des N-Verlustes sein kann. Daß zeitweise die Nahrung mit dem Löffel dem Hunde eingegeben werden mußte — was übrigens ganz streng quantitativ geschah —, kann auch wohl kaum eine Rolle für die Ausscheidungsgröße des N spielen. Übrigens war schon in dieser Zeit der Hund elend, lag den größten Teil des Tages ruhig, meist schlafend in seinem Käfig. Das Körpergewicht hielt sich während der Hundebreiperiode auf konstanter Höhe, ebenso noch während der ersten Hälfte der Caseinperiode, um in der zweiten Hälfte allmählich um 200 g abzunehmen.

Für die nachfolgenden zwei Perioden wurde nun die Eiweißzufuhr etwas erhöht, auf 0,9 g N pro Tag, das sind 0,13 pro Kilogramm Körpergewicht.

In der 15. Periode wurde wiederum Hundebrei, in der 16. Periode Edestin aus Hanfsamen gefüttert.

Die Bilanzen sind folgende:

|  |                  |
|--|------------------|
| 15. Periode: Hundebrei.                | 12 Tage.         |
| Gesamt-N-Einnahme                      | 10,944 g         |
| » N-Ausfuhr                            | 11,416 .         |
| Gesamt-Bilanz                          | — 0,472 g        |
| Tägliche N-Ausfuhr                     | <b>0,951 .</b>   |
| » Bilanz                               | — <b>0,051 .</b> |
| N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht | 0,13 .           |

## 16. Periode: Edestin. 9. Tage.

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 8,100 g        |
| N-Ausfuhr          | 10.508 »       |
| Gesamt-Bilanz      | — 2,408 g      |
| Tägliche N-Ausfuhr | <b>1,167 »</b> |
| Bilanz             | — <b>0,267</b> |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,13 »

Durch die Erhöhung der täglichen Eiweißzufuhr, die aber noch um ein geringes niedriger war als der durchschnittliche Minimalwert der letzten Hungerperiode — 0,9 statt 0,973 g N — gelang es beinahe in der Periode 15 mit Hundebreifütterung N-Gleichgewicht zu erzielen. Denn der tägliche Verlust von 0,051 g N kann als ganz gering bezeichnet werden, der voraussichtlich gedeckt worden wäre, wenn wir den Mittelwert von 0,973 g N verfüttert hätten. Im Gegensatz zu dieser Periode mit Hundefleischfütterung, in der das N-Gleichgewicht beinahe erreicht war, stieg in der nachfolgenden Periode 16 mit Edestin die N-Ausscheidung wesentlich an; der tägliche Verlust betrug 0,267 g. Auch hier war die tägliche Zufuhr an Calorien in der N-freien Nahrung stets die gleiche. Das Körpergewicht sank um ca. 100—150 g; der Hund, der außerordentlich abgemagert war, war sehr matt, schlief sehr viel, hatte einen ataktischen Gang, wobei er sehr leicht umfiel, ferner entwickelte sich Conjunctivitis und Decubitus an den Oberschenkeln.

Es wurde nun eine Fütterung mit Hundebrei angeschlossen, deren N-Gehalt wiederum erhöht wurde — 1,0 g pro Tag = 0,17 g N pro Kilogramm Körpergewicht —, aber dabei erholte sich der Hund keineswegs. Es entwickelte sich ein Darmkatarrh; die täglichen Stuhlmengen nahmen rasch zu, waren sehr fett-haltig, so daß von einer Verwertung des Fettes in genügendem Maße keine Rede sein kann. Vom 4. VIII. an war dem Kot frisches Blut beigemischt und unter zunehmender Schwäche ging der Hund zugrunde. Daß in dieser prämortalen Periode die N-Ausscheidung zunahm, ist nicht zu verwundern. Die Bilanz ist folgende:

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| 17. Periode: Hundebrei: | 12 Tage.  |
| Gesamt-N-Einnahme       | 10,0 g    |
| »    N-Ausfuhr          | 12,842 »  |
| Gesamt-Bilanz           | — 2,842 g |
| Tägliche N-Ausfuhr      | 1,284 »   |
| »    Bilanz             | — 0,284 » |

Es versteht sich von selbst, daß aus dieser Periode keine Schlüsse, unsere oben auseinandergesetzten Anschauungen betreffend, gezogen werden können.

Bei der Sektion fanden sich im subcutanen Gewebe nur ganz spärliche Reste von dunkelgelb gefärbtem Fett an Abdomen und Thorax; am Rücken waren sie noch geringer.

Die Muskulatur war hochgradig atrophisch und leicht getrübt. Das Netz war sehr dünn, ganz durchsichtig, fast frei von Fett. Das Mesenterium zeigte nur längs der Gefäße schmale Streifen von Fettgewebe.

Die Schleimhaut des ganzen Darmtraktes vom Oesophagus bis zur Valvula ileo-coecalis war hochgradig anämisch. Im ganzen Colon und Rektum war starke Blutgefäßinjektion; außerdem zahlreiche rote Blutungspunkte, keine Ulcerationen. Im Dünndarm war gelblicher, im Dickdarm mit Blut gemischter, dunkelbrauner Kot in ziemlich reichlicher Menge.

Lungen: normaler Befund. Herz erschien nicht besonders atrophisch; mäßig gut kontrahiert; enthielt viel geronnenes Blut.

## II. Versuchsreihe.

Zu diesem Versuch diente ein großer, weiblicher Jagdhund von 17,6 kg Körpergewicht. Er war schon vorher zu Versuchen verwendet worden, die wir weiter unten mitteilen werden, war dabei ziemlich heruntergekommen, konnte aber mit Milch wieder so gut aufgefüttert werden, daß er zu Beginn dieses Versuchs sein ursprüngliches Gewicht erreicht hatte und sehr kräftig war.

Der Verlauf dieses Versuchs ist ganz analog demjenigen des I. Versuches.

Ich lasse auch hier zunächst die Tabelle folgen. Vgl. auch Kurve II.

## II. Versuch. — Wanda.

| Datum    | Nahrung<br>g                 | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen |
|----------|------------------------------|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|-------------|
| 4. V. 08 | Hunger                       | 0            | 5,796      | 0         | 5,796                     | - 5,796  | 17,60        |             |
| 5.       | "                            | 0            | 4,270      | 0         | 4,270                     | - 4,270  | 17,25        |             |
| 6.       | "                            | 0            | 3,738      | 0         | 3,738                     | - 3,738  | 17,00        |             |
| 7.       | "                            | 0            | 3,181      | 0         | 3,181                     | - 3,181  | 16,85        |             |
| 8.       | "                            | 0            | 3,248      | 0         | 3,248                     | - 3,248  | 16,70        |             |
| 9.       | "                            | 0            | 3,584      | 0         | 3,584                     | - 3,584  | 16,55        |             |
| 10.      | "                            | 0            | 3,146      | 0         | 3,146                     | - 3,146  | 16,30        |             |
| 11.      | "                            | 0            | 1,442      | 0         | 1,442                     | - 1,442  | 16,00        |             |
| 12.      | "                            | 0            | 2,415      | 0         | 2,415                     | - 2,415  | 15,80        |             |
| 13.      | "                            | 0            | 3,815      | 0         | 3,815                     | - 3,815  | 15,60        |             |
| 14.      | 80 Traubenzucker. 80 Schmalz | 0            | ?          | 0,039     | ?                         | ?        | 15,55        |             |
| 15.      | id.                          | 0            | 3,001      | 0,039     | 3,040                     | - 3,040  | 15,75        |             |
| 16.      | "                            | 0            | 2,800      | 0,039     | 2,839                     | - 2,839  | 15,85        |             |
| 17.      | "                            | 0            | 2,598      | 0,039     | 2,637                     | - 2,637  | 15,70        |             |
| 18.      | "                            | 0            | 2,554      | 0,039     | 2,593                     | - 2,593  | 15,60        |             |
| 19.      | "                            | 0            | 2,419      | 0,039     | 2,458                     | - 2,458  | 15,50        |             |
| 20.      | "                            | 0            | 2,285      | 0,039     | 2,324                     | - 2,324  | 15,85        |             |
| 21.      | "                            | 0            | 1,008      | 0,039     | 1,047                     | - 1,047  | 15,95        |             |

Fortsetzung.

## II. Versuch.

|  | Datum     | Nahrung<br>g                       | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen   |
|--|-----------|------------------------------------|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|---|
|  | 22. V. 08 | 80 Traubenzucker, 80 Schmalz       | 0            | 1,310      | 0,039     | 1,349                     | — 1,349  | 15,70        | Erbrechen.  |
|  | 23.       | id.                                | 0            | ?          | 0,039     | ?                         | ?        | 15,75        |   |
|  | 24.       | „                                  | 0            | 1,657      | 0,039     | 1,696                     | — 1,696  | 15,60        |   |
|  | 25.       | „                                  | 0            | 1,680      | 0,039     | 1,719                     | — 1,719  | 15,45        |   |
|  | 26.       | „                                  | 0            | ?          | 0,039     | ?                         | ?        | 15,60        |   |
|  | 27.       | „                                  | 0            | 2,016      | 0,039     | 2,055                     | — 2,055  | 15,45        |   |
|  | 28.       | „                                  | 0            | 1,764      | 0,039     | 1,803                     | — 1,803  | 15,30        |   |
|  | 29.       | „                                  | 0            | 1,770      | 0,039     | 1,809                     | — 1,809  | —            |   |
|  | 30.       | „                                  | 0            | 1,680      | 0,039     | 1,719                     | — 1,719  | —            |   |
|  | 31.       | „                                  | 0            | 1,702      | 0,039     | 1,741                     | — 1,741  | 15,35        |   |
|  | 1. VI. 08 | „                                  | 0            | 1,882      | 0,039     | 1,921                     | — 1,921  | 15,25        |   |
|  | 2.        | 13,37 Gldin, 80 Zucker, 80 Schmalz | 1,9          | 2,195      | 0,260     | 2,455                     | — 0,550  | 15,30        | Große Hitze.  |
|  | 3.        | id.                                | 1,9          | 1,937      | 0,260     | 2,197                     | — 0,290  | 15,30        |   |
|  | 4.        | „                                  | 1,9          | 2,363      | 0,260     | 2,623                     | — 0,720  | 15,40        |   |
|  | 5.        | „                                  | 1,9          | 2,464      | 0,260     | 2,724                     | — 0,820  | 15,30        |   |
|  | 6.        | „                                  | 1,9          | 2,061      | 0,260     | 2,321                     | — 0,420  | 15,35        | Von der N-freien Nahrung<br>nicht alles aufgefressen. |
|  | 7.        | „                                  | 1,9          | 2,072      | 0,260     | 2,332                     | — 0,430  | 15,25        |   |
|  | 8.        | „                                  | 1,9          | 2,531      | 0,260     | 2,791                     | — 0,890  | 15,25        |   |
|  | 9.        | „                                  | 1,9          | 2,554      | 0,260     | 2,814                     | — 0,910  | 15,30        |   |

Fortsetzung.

## II. Versuch.

| Datum      | Nahrung<br>g                                    | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen   |
|------------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|---|
| 10. VI. 08 | 58,2 Hundeflei, 80 Traubenzucker,<br>80 Schmalz | 1,9          | 1,478      | 0,223     | 1,701                     | + 0,199  | 15,20        |   |
| 11.        | id.   | 1,9          | 1,449      | 0,223     | 1,672                     | + 0,228  | 15,25        |   |
| 12.        | „   | 1,9          | 1,736      | 0,223     | 1,959                     | + 0,059  | 15,30        |   |
| 13.        | „   | 1,9          | 1,478      | 0,223     | 1,701                     | + 0,199  | 15,20        |   |
| 14.        | „   | 1,9          | 1,489      | 0,223     | 1,712                     | + 0,188  | 15,30        |   |
| 15.        | „   | 1,9          | 1,601      | 0,223     | 1,824                     | + 0,076  | 15,30        |   |
| 16.        | „   | 1,9          | 1,3662     | 0,223     | 1,5892                    | + 0,311  | 15,25        | Nachspülung verloren<br>gegangen.                           |
| 17.        | „   | 1,9          | 1,534      | 0,223     | 1,757                     | + 0,143  | 15,45        |   |
| 18.        | „   | 1,9          | 1,053      | 0,223     | 1,276                     | + 0,624  | 15,30        |   |
| 19.        | „   | 1,9          | 1,837      | 0,223     | 2,060                     | - 0,160  | 15,35        | Blase gründlich gespült.                                    |
| 20.        | 13,4 Glidin, 80 Traubenzucker,<br>80 Schmalz    | 1,9          | 2,050      | 0,220     | 2,270                     | - 0,370  | 15,30        |   |
| 21.        | id.   | 1,9          | 1,870      | 0,220     | 2,090                     | - 0,190  | 15,15        |   |
| 22.        | „   | 1,9          | 1,994      | 0,220     | 2,214                     | - 0,314  | 15,00        | Von der N-freien Nahrung<br>etwas stehen gelassen.          |
| 23.        | idem + 25 g Butter                              | 1,9          | 2,050      | 0,220     | 2,270                     | - 0,370  | 14,90        |   |
| 24.        | id.   | 1,9          | 1,882      | 0,220     | 2,102                     | - 0,202  | 14,75        |   |
| 25.        | „   | 1,9          | 2,083      | 0,220     | 2,303                     | - 0,403  | 14,70        |   |
| 26.        | „   | 1,9          | 1,949      | 0,220     | 2,169                     | - 0,269  | 14,90        | Ein Teil der N-freien<br>Nahrung mit dem Futter<br>gegeben. |
| 27.        | „   | 1,9          | 1,848      | 0,220     | 2,068                     | - 0,168  | 14,85        |   |

|         | Datum      | Nahrung<br>g                                       | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen  |
|---------|------------|--|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|--|
|         | 28. VI. 08 | 58,2 Hundebrei, 80 Zucker,<br>80 Schmalz           | 1,9          | 1,344      | 0,138     | 1,482                     | + 0,418  | 14,80        | Von der N-freien<br>Nahrung<br>ein kleiner Teil<br>zurückgelassen. |
|         | 29.        | id.  | 1,9          | 1,424      | 0,138     | 1,280                     | + 0,620  | 14,60        |  |
|         | 30.        | Hundebrei, 40 Butter, 20 Schmalz,<br>80 Zucker     | 1,9          | 1,478      | 0,138     | 1,616                     | + 0,284  | 14,50        |  |
|         | 1. VII.    | Hundebrei, 80 Schmalz, 80 Zucker                   | 1,9          | 1,624      | 0,138     | 1,762                     | + 0,138  | 14,75        |  |
| 6.      | 2.         | id.  | 1,9          | 1,299      | 0,138     | 1,437                     | + 0,460  | 14,85        |  |
|         | 3.         | Hundebrei, 80 Schmalz, 20 Butter,<br>80 Zucker     | 1,9          | 1,377      | 0,138     | 1,515                     | + 0,385  | 14,80        |  |
| Periode | 4.         | Hundebrei, 80 Zucker, 80 Schmalz                   | 1,9          | 1,265      | 0,138     | 1,403                     | + 0,497  | 14,80        |  |
|         | 5.         | Hundebrei, 80 Schmalz, 10 Butter,<br>80 Zucker     | 1,9          | 1,302      | 0,138     | 1,440                     | + 0,460  | 14,75        |  |
|         | 6.         | id. ohne Butter                                    | 1,9          | 1,218      | 0,138     | 1,356                     | + 0,544  | 14,80        |  |
|         | 7.         | , ,  | 1,9          | 1,288      | 0,138     | 1,426                     | + 0,474  | 14,85        |  |
|         | 8.         | , ,  | 1,9          | 1,330      | 0,138     | 1,468                     | + 0,432  | 14,85        |  |
|         | 9.         | 11,93 Edestin, 80 Zucker, 30 Butter,<br>50 Schmalz | 1,9          | 1,834      | 0,174     | 2,008                     | - 0,108  | 14,80        |  |
| 7.      | 10         | id. + 10 Speck                                     | 1,9          | 1,932      | 0,174     | 2,106                     | - 0,206  | 14,70        |  |
|         | 11         | id. 40 Schmalz                                     | 1,9          | 2,198      | 0,174     | 2,372                     | - 0,472  | 14,75        |  |
| Periode | 12         | , ,  | 1,9          | 1,946      | 0,174     | 2,120                     | - 0,220  | 14,60        |  |
|         | 13         |  | 1,9          | 1,792      | 0,174     | 1,966                     | - 0,066  | 14,30        | Erbrechen.   |

## II. Versuch.

Fortsetzung

| Datum     | Nahrung<br>g.   | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen                                  |
|-----------|---|--------------|------------|-----------|--------------------------|----------|--------------|--|
| 14.VII.08 | 11,93 Eibstn. 80 Zucker. 30 Butter.<br>10 Speck, 40 Schmalz | 1,9          | 1,679      | 0,174     | 1,853                    | + 0,047  | 14,20        | Nahrung mit Löffel<br>gegeben.               |
| 15.       | id.   | 1,9          | 1,820      | 0,174     | 1,994                    | - 0,094  | 14,15        | id.  |
| 16.       | „   | 1,9          | 1,876      | 0,174     | 2,050                    | - 0,150  | 14,35        | „  |
| 17.       | „   | 1,9          | (1,448?)   | 0,174     | 1,322?                   | ? )      | 14,30        | „ Erbrechen.                                 |
| 18.       | „   | 1,9          | 1,708      | 0,188     | 1,896                    | + 0,004  | 14,20        | „  |
| 19.       | „   | 1,9          | 1,862      | 0,188     | 2,050                    | - 0,150  | 14,00        | „  |
| 20.       | id. ohne Speck  | 1,9          | 1,694      | 0,188     | 1,882                    | + 0,018  | 13,85        | „  |
| 21.       | id. + 3 Liebigs Extrakt                                     | 1,9          | 1,540      | 0,188     | 1,728                    | + 0,272  | 13,60        | „  |
| 22.       | id.   | 1,9          | (1,470?)   | 0,188     | 1,658?                   | ? )      | 13,30        | „ Erbrechen.                                 |
| 23.       | Hundebrei, 80 Schmalz, 80 Zucker                            | 1,7          | 1,652      | 0,200     | 1,852                    | - 0,152  | 13,25        |  |
| 24.       | id.   | 1,7?         | (0,924?)   | 0,200     | 1,124?                   | ? )      | 13,55        | Erbrechen.                                   |
| 25.       | Hundebrei, 80 Butter, 80 Zucker                             | 1,7          | 1,498      | 0,200     | 1,698                    | + 0,002  | 13,50        |  |
| 26.       | id.   | 1,7          | 1,540      | 0,200     | 1,740                    | - 0,040  | 13,60        |  |
| 27.       | „   | 1,7          | 1,540      | 0,200     | 1,740                    | - 0,040  | 13,50        | N-freie Nahrung zum Teil<br>stehen gelassen. |
| 28.       | „   | 1,7          | 1,554      | 0,200     | 1,754                    | - 0,054  | 13,65        | id.  |
| 29.       | „   | 1,7          | 1,708      | 0,200     | 1,908                    | - 0,208  | 13,60        |  |
| 30.       | „   | 1,7          | 1,596      | 0,200     | 1,796                    | - 0,096  | 13,60        |  |
| 31.       | „   | 1,7          | 1,470      | 0,200     | 1,670                    | + 0,030  | 13,65        |  |

7.

Periode

8.

Periode

Fortsetzung.

## II. Versuch.

| Datum       | Nahrung<br>g                                    | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen            |
|-------------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|------------------------|
| 1. VIII. 08 | 12,43 Casein Hammarsten<br>80 Butter, 80 Zucker | 1,7          | 1,332      | 0,144     | 1,376                     | + 0,324  | 13,70        |                        |
| 2.          | Casein, 60 Butter, 60 Zucker                    | 1,7          | 1,456      | 0,144     | 1,600                     | + 0,100  | 13,60        | Casein mit dem Löffel, |
| 3.          | id.   | 1,7          | 1,568      | 0,144     | 1,712                     | - 0,012  | 13,50        | N-freie Nahrung stehen |
| 4.          | „   | 1,7          | 1,638      | 0,144     | 1,782                     | - 0,082  | 13,50        | gelassen.              |
| 5.          | „   | 1,7          | 1,680      | 0,144     | 1,824                     | - 0,124  | 13,50        |                        |
| 6.          | „   | 1,7          | 1,484      | 0,144     | 1,628                     | + 0,072  | 13,50        |                        |
| 7.          | „   | 1,7          | 1,568      | 0,144     | 1,712                     | - 0,012  | 13,30        |                        |
| 8.          | „   | 1,7          | 1,708      | 0,144     | 1,852                     | - 0,152  | 13,35        |                        |
| 9.          | „   | 1,7          | 1,820      | 0,144     | 1,964                     | - 0,264  | 13,35        |                        |
| 10.         | „   | 1,7          | 1,860      | 0,144     | 2,004                     | - 0,304  | 13,30        |                        |
| 11.         | „   | 1,7?         | ?          | 0,144     | ?                         | ?        | 12,85        | Erbrechen.             |
| 12.         | Pferdefleisch, 70 Butter, 70 Zucker             | 1,7          | 2,002      | 0,133     | 2,135                     | - 0,435  | 12,90        |                        |
| 13.         | id.   | 1,7          | 1,713      | 0,133     | 1,846                     | - 0,146  | 12,80        |                        |
| 14.         | „   | 1,7          | 1,484      | 0,133     | 1,617                     | + 0,083  | 13,00        |                        |
| 15.         | „   | 1,7          | 1,820      | 0,133     | 1,953                     | - 0,253  | 13,00        |                        |
| 16.         | „   | 1,7          | 1,666      | 0,133     | 1,799                     | - 0,099  | 13,10        |                        |
| 17.         | „   | 1,7          | 1,526      | 0,133     | 1,659                     | + 0,041  | 13,15        |                        |

9.

Periode

10.

Periode

| Datum        | Nahrung<br>g  | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen                              |
|--------------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|--|
| 18. VIII. 08 | Pferdefleisch, 70 Butter, 70 Zucker   | 1,7          | 1,848      | 0,133     | 1,981                     | - 0,281  | 13,10        |  |
| 19.          | id.   | 1,7 ?        | 1,638      | 0,133     | 1,771                     | - 0,071  | 13,00        | Während der Nacht Erbrechen.             |
| 20.          | »   | 1,7          | 1,512      | 0,133     | 1,645                     | + 0,055  | 13,05        |  |
| 21.          | »   | 1,7          | 1,750      | 0,133     | 1,883                     | - 0,183  | 13,00        |  |
| 22.          | »   | 1,7 ?        | 2,114      | 0,133     | 2,247                     | - 0,547  | 13,00        | N-freie Nahrung nicht ganz aufgefressen. |
| 23.          | »   | 1,7          | 1,736      | 0,133     | 1,869                     | - 0,169  | 12,85        |  |
| 24.          | »   | 1,7          | 1,736      | 0,133     | 1,869                     | - 0,169  | 12,55        |  |
| 25.          | 9,15 g Glidin = 1,3 g N<br>19,6 cem Liebig = 0,4 »<br>70 g Traubenzucker, 70 g Butter | 1,7 ?        | 1,120      | 0,235     | 1,355                     | + 0,345  | 12,50        | Während der Nacht Erbrechen.             |
| 26.          | id.   | 1,7          | 1,890      | 0,235     | 2,125                     | - 0,425  | 12,60        |  |
| 27.          | id. 50 g Zucker, 50 g Butter  | 1,7          | 1,806      | 0,235     | 2,041                     | - 0,341  | 12,40        |  |
| 28.          | id.   | 1,7          | 2,212      | 0,235     | 2,447                     | - 0,747  | 12,25        |  |
| 29.          | 8,45 g Glidin = 1,2 g N<br>19,6 cem Liebig = 0,4 »                                    | 1,6          | 2,352      | 0,235     | 2,587                     | - 0,987  | 12,30        |  |
| 30.          | 8,45 g Glidin = 1,2 »<br>24,6 cem Liebig = 0,5 »<br>50 g Zucker, 50 g Butter          | 1,7          | 2,702      | 0,235     | 2,937                     | - 1,237  | 12,00        |  |
| 31.          | id.   | 1,7          | 2,002      | 0,235     | 2,237                     | - 0,537  | 11,95        |  |
| 1. IX. 08    | »   | 1,7          | 1,960      | 0,235     | 2,195                     | - 0,495  | 11,90        |  |

Fortsetzung.

II. Versuch.

|                | Datum     | Nahrung<br>g  | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen |
|----------------|-----------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|-------------|
| 11.<br>Periode | 2. IX. 08 | 10,56 g Glidin = 1,5 g N<br>9,83 cem Liebig = 0,2 „<br>50 g Zucker, 50 g Butter | 1,7          | 2,100      | 0,235     | 2,335                     | - 0,635  | 11,95        |             |
|                | 3.        | id.   | 1,7          | 2,072      | 0,235     | 2,307                     | - 0,607  | 11,85        |             |
|                | 4.        | „   | 1,7          | 2,380      | 0,235     | 2,615                     | - 0,915  | 11,90        |             |
|                | 5.        | Hundebrei, 50 Butter, 50 Zucker   | 1,7          | 1,750      | 0,213     | 1,963                     | - 0,263  | —            |             |
| 12.<br>Periode | 6.        | id.   | 1,7          | 1,638      | 0,213     | 1,851                     | - 0,151  | —            |             |
|                | 7.        | „   | 1,7          | 1,498      | 0,213     | 1,711                     | - 0,011  | —            |             |
|                | 8.        | „   | 1,7          | 1,680      | 0,213     | 1,893                     | - 0,193  | —            |             |
|                | 9.        | „   | 1,7          | 1,568      | 0,213     | 1,781                     | - 0,081  | —            |             |
|                | 10.       | „   | 1,7          | ?          | -0,213    | ?                         | ?        | —            |             |
|                | 11.       | „   | 1,7          | 1,540      | 0,213     | 1,753                     | - 0,053  | —            |             |
|                | 12.       | „   | 1,7          | 1,549      | 0,213     | 1,762                     | - 0,062  | —            |             |
|                | 13.       | „   | 1,7          | 1,792      | 0,213     | 2,005                     | - 0,305  | —            |             |
|                | 14.       | „   | 1,7          | 1,596      | 0,213     | 1,809                     | - 0,109  | —            |             |
|                | 15.       | „   | 1,7          | 1,568      | 0,213     | 1,781                     | - 0,081  | —            |             |
|                | 16.       | „   | 1,7          | 1,624      | 0,213     | 1,837                     | - 0,137  | —            |             |
|                | 17.       | „   | 1,7          | 1,526      | 0,213     | 1,739                     | - 0,039  | —            |             |

Zunächst wurde wie im 1. Versuch der Hund auf absoluten Hunger gesetzt, wobei die N-Ausscheidung innerhalb der 4 ersten Tage erheblich sank. Während am letzten Fütterungstage ca. 15 g N ausgeschieden wurden, so betrug am 4. Tage die N-Ausscheidung nur noch 3,18 g. Im Verlauf dieser Hungerperiode blieb der Eiweißumsatz auf dieser Höhe. Dabei sank das Körpergewicht innerhalb 10 Tagen um 2 kg.

In der zweiten Periode von 19 Tagen erhielt der Hund nur N-freie Nahrung, 80 g Traubenzucker und 80 g Schweineschmalz, also 1040 Calorjen und pro Kilogramm Körpergewicht ca. 67 Cal.

Bei dieser Ernährung schied schließlich der Hund als Mittel der letzten 6 Tage (27. V.—1. VI. 08) 1,841 g N täglich aus. Da die N-Ausscheidung nicht weiter zu sinken schien, so wurde dieser Wert als der Minimalwert angesehen.

Demnach wurde, genau wie im ersten Versuch, jetzt mit der Fütterung der verschiedenen Eiweißkörper begonnen. Die tägliche Eiweißmenge enthielt je 1,9 g N, das sind 0,12—0,13 g N pro Kilogramm des Körpergewichts. Die Zufuhr der N-freien Nahrung war nicht immer jeden Tag gleich, weil der Hund nicht alles auffraß. Die zurückgelassenen Mengen N-freier Stoffe waren jedoch nicht erheblich. Auch für diesen Versuch wurden dieselben Eiweißstoffe: Glidin, Edestin, Casein, Hundebrei aus verschiedenen Organen und Pferdefleisch verwendet.

Im folgenden stelle ich die Bilanzen der einzelnen Perioden zusammen:

### 3. Periode: Glidin: 8 Tage.

|                    |                |   |
|--------------------|----------------|---|
| Gesamt-N-Einnahme  | 15,2           | g |
| »    »    Ausfuhr  | 20,257         | » |
| Gesamt-Bilanz      | — 5,057        | g |
| Tägliche N-Ausfuhr | <b>2,532</b>   | » |
| Tägliche Bilanz    | — <b>0,632</b> | » |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,12

### 4. Periode: Hundebrei: 10 Tage.

|                   |         |   |
|-------------------|---------|---|
| Gesamt-N-Einnahme | 19,0    | g |
| »    »    Ausfuhr | 17,251  | » |
| Gesamt-Bilanz     | + 1,749 | g |

|  |         |
|--|---------|
| Tägliche N-Ausfuhr                     | 1,725 g |
| Tägliche Bilanz                        | + 0,175 |
| N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht | 0,12    |

## 5. Periode: Glidin: 8 Tage.

|  |           |
|--|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme                      | 15,2 g    |
| Ausfuhr                                | 17,486    |
| Gesamt-Bilanz                          | — 2,286 g |
| Tägliche N-Ausfuhr                     | 2,186     |
| Tägliche Bilanz                        | — 0,286   |
| N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht | 0,13      |

## 6. Periode: Hundebrei: 11 Tage.

|  |           |
|--|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme                      | 20,9 g    |
| Ausfuhr                                | 16,185    |
| Gesamt-Bilanz                          | + 4,715 g |
| Tägliche N-Ausfuhr                     | 1,471     |
| Tägliche Bilanz                        | + 0,429   |
| N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht | 0,13      |

 7. Periode: Edestin:<sup>1)</sup> 14. Tage.

|  |           |
|--|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme                      | 22,8 g    |
| Ausfuhr                                | 24,025    |
| Gesamt-Bilanz                          | — 1,225 g |
| Tägliche N-Ausfuhr                     | 2,002     |
| Tägliche N-Bilanz                      | — 0,102   |
| N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht | 0,13      |

In der 3. und 5. Periode erhielt der Hund Glidin und schied dabei täglich mehr N aus, als er erhielt (der N-Verlust betrug 0,63 und 0,29 g), ähnlich verhielt er sich in der 7. Periode, wo er Edestin erhielt; wenn er hier auch erheblich weniger N ausschied, so war er doch in negativer Bilanz. In der 4. und 6. Periode hingegen, wo ihm Hundebrei, also eine

<sup>1)</sup> Bei dieser Berechnung sind die Werte vom 17. VII. und 22. VII. wegen Erbrechens an diesen Tagen ausgeschaltet worden. Setzt man für diese beiden Tage den gefundenen mittleren N-Wert, also 2,002 g ein, so ergibt dies die nämliche tägliche N-Ausfuhr und N-Bilanz.

ganz adäquate Nahrung, zugeführt wurde, da befand er sich in deutlicher positiver Bilanz, er retinierte täglich 0,17 und 0,43 g N.

Es zeigte sich also auch in dieser Versuchsreihe das gleiche Ergebnis, wie in der ersten: ein deutlicher Unterschied in der Bilanz, je nachdem man das Minimum der N-Ausscheidung durch körpereigenes oder körperfremdes Eiweiß ersetzte: mit ersterem stets positive, mit letzterem stets negative Bilanz.

Das Gewicht hielt sich während der 3. und 4. Periode (Glidin und Hundebrei) auf konstanter Höhe, 15,30 kg. Während der 5. Periode (Glidin) sank es um ca. 500 g, blieb während der darauffolgenden 6. Hundebreiperiode konstant auf diesem Wert, um dann wiederum in der nächsten 7. Periode mit dem körperfremden Edestin um weitere 1,5 kg abzufallen. Es muß allerdings zugegeben werden, daß von der 5. Periode an der Hund den N-freien Anteil der Nahrung nicht immer ganz quantitativ aufnahm, somit also die Zufuhr der Calorien im Vergleich zu den früheren Perioden geringer geworden ist: aber da hierin zwischen den einzelnen Perioden ein wesentlicher Unterschied nicht besteht, so bleibt es doch auffallend, daß das Körpergewicht stets während der Fütterung mit körperfremdem Eiweiß abnahm, und daß es während der Fütterung mit körpereigenem Eiweiß konstant blieb.

Da wir aus denselben Gründen, wie anlässlich der Versuchsreihe I, annehmen konnten, daß die bisher verfütterte Eiweißmenge von 1,9 g N wohl dem Hungerminimum am Schluß des 1. Hungers, nicht aber dem «wirklichen» Minimum, das man ja gewöhnlich erst später zu erhalten vermag, entspricht, so mußten wir, wie in der I. Versuchsreihe, die Fütterung mit einem niedrigeren, dem «wirklichen» Minimum entsprechenden Wert wiederholen. Wir haben es zwar unterlassen, in einer neuen Hungerperiode zu bestimmen, wie weit der Eiweißumsatz jetzt sinken würde. Aus früheren Versuchen am selben Hund wußten wir, daß die N-Ausscheidung bei Eiweißhunger bei ihm auf 1,7 g pro die sinken kann, und deshalb haben wir für die nun zu beschreibende Fütterungsserie den Wert von 1,7 g N pro Tag als Grundlage angenommen. In den 3 folgenden Perioden

wurden Hundebrei, Casein-Hammarsten und Pferdefleisch verfüttert. Die Bilanzen sind folgende:

8. Periode: Hundebrei: 8 Tage.<sup>1)</sup>

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 13,6 g    |
| » » Ausfuhr        | 14,158    |
| Gesamt-Bilanz      | — 0,558 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,769     |
| Tägliche Bilanz    | — 0,069   |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,12

9. Periode: Casein: 10 Tage (+ 1 verlorener Tag).

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 17,0 g    |
| » » Ausfuhr        | 17,454    |
| Gesamt-Bilanz      | — 0,454 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,745     |
| Tägliche Bilanz    | — 0,045   |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,12

10. Periode: Pferdefleisch: 13 Tage.

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 22,1 g    |
| » » Ausfuhr        | 24,274    |
| Gesamt-Bilanz      | — 2,174 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,867     |
| Tägliche Bilanz    | — 0,167   |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,13

In dieser neuen Fütterungsserie mit geringeren Eiweißmengen als in der ersten, die aber auf das Kilogramm Körpergewicht berechnet ebenfalls 0,12—0,13 g betragen, wurde mit Hundebrei das N-Gleichgewicht gerade überschritten; der tägliche N-Verlust ist aber nur ein minimaler und beträgt 0,069 g. In der darauffolgenden Periode mit Casein bleibt die Bilanz ungefähr auf gleicher Höhe, 0,045 g pro Tag.

<sup>1)</sup> Auch bei Berechnung dieses Wertes wurde die N-Ausscheidung vom 24. VII. wegen Erbrechens ausgeschaltet. Setzt man für diesen Tag den Mittelwert der ganzen Periode ein, also 1,769 g N, so gelangt man zu den gleichen täglichen N-Ausfuhr- und N-Bilanzwerten.

Die N-Ausscheidung nahm aber wieder zu, als in der 10. Periode Pferdefleisch gefüttert wurde. Da in der Caseinperiode das Körpergewicht des Hundes um 850 g abfiel und der Hund, der schon sehr mager war, in den letzten Tagen dieser Periode sichtlich schwächer geworden war (denn er lag fast den ganzen Tag schlafend in seinem Käfig), so möchte ich nur mit großer Reserve diese Steigerung der N-Ausscheidung in der Pferdefleischperiode betrachten und es offen lassen, ob sie bloß auf diese vorherige Abnahme der Körperkräfte oder wirklich auf eine Verschiedenheit des chemischen Aufbaus des Pferdeeiweißes im Vergleich zum Hundeeiweiß zurückzuführen ist.

In der nun folgenden 11. Periode beabsichtigte ich festzustellen, ob bei der bisher beobachteten negativen Bilanz mit Glidin der Mangel an Extraktivstoffen eine Rolle spielt. Ich gab dem Hund also weniger Glidin und ersetzte die Differenz durch Liebigs Fleischextrakt und variierte das quantitative Verhältnis dieser beiden Stoffe. So erhielt der Hund vom 25. bis 28. VIII. 1,3 Glidin-N und 0,4 Extrakt-N, vom 29. VIII—1. IX. 1,2 Glidin-N und 0,5 Extrakt N, und schließlich vom 2. IX. bis 4. IX. 1,5 Glidin-N und 0,2 Extrakt-N. Ich konnte diese Kombinationen nicht noch weiter variieren und die einzelnen Perioden nicht länger ausdehnen, da der Hund dabei um 600 g an Körpergewicht abnahm und erheblich schwächer wurde, sodaß ich es vorzog, wieder zur Hundebreifütterung zurückzukehren. Letztere konnte uns auch zur Kontrolle dienen, ob die in der Glidinperiode gefundene hohe N-Ausscheidung als prämortale Steigerung der N-Ausscheidung anzusehen sei. Wie aus den nachfolgenden Bilanzen hervorgeht, steigt sofort bei dieser Fütterung mit Glidin plus Extraktivstoffen die N-Ausscheidung auf die früher beobachtete Höhe; das Defizit war wesentlich höher als in den vorangehenden Perioden. Außerdem zeigt die N-Ausscheidung keine deutliche Abhängigkeit von der Menge des zugefügten Extrakt-N. Diese war allerdings sehr gering, sodaß es fraglich erscheint, ob ein Einfluß überhaupt erwartet werden durfte. Unsere Schlußfolgerung steht aber in Einklang mit den Ergebnissen früherer Autoren, die sich mit dem Nährwert des Extrakt-N beschäftigt haben.

26.—28. VIII.<sup>1)</sup>

|                             |                |   |
|-----------------------------|----------------|---|
| Gesamtaufnahme des Glidin-N | 3,9            | g |
| "    "    Extrakt-N         | 1,2            | " |
|                             | 5,1            | g |
| Gesamt-N-Ausfuhr            | 6.613          | " |
| Gesamt-Bilanz               | — 1,513        | g |
| Tägliche N-Ausfuhr          | <b>2,204</b>   | " |
| Bilanz                      | — <b>0,504</b> | " |

29. VIII.—1. IX.

|                             |                |   |
|-----------------------------|----------------|---|
| Gesamteinnahme des Glidin-N | 4,8            | g |
| "    "    Extrakt-N         | 1,9            | " |
|                             | 6,7            | g |
| Gesamt-N-Ausfuhr            | 9,956          | " |
| Gesamt-Bilanz               | — 3,256        | g |
| Tägliche N-Ausfuhr          | <b>2,489</b>   | " |
| Bilanz                      | — <b>0,789</b> | " |

2. IX.—4. IX.

|                             |                |   |
|-----------------------------|----------------|---|
| Gesamteinnahme des Glidin-N | 4,5            | g |
| "    "    Extrakt-N         | 0,6            | " |
|                             | 5,1            | g |
| Gesamt-N-Ausfuhr            | 7,257          | " |
| Gesamt-Bilanz               | — 2,157        | g |
| Tägliche N-Ausfuhr          | <b>2,419</b>   | " |
| Bilanz                      | — <b>0,719</b> | " |

12. Periode. Hundebrei: 13 Tage (12 Tage berechnet).

|                    |                |   |
|--------------------|----------------|---|
| Gesamt-N-Einnahme  | 20,4           | g |
| N-Ausfuhr          | 21,885         | " |
| Gesamt-Bilanz      | — 1,485        | g |
| Tägliche N-Ausfuhr | <b>1,823</b>   | " |
| Bilanz             | — <b>0,123</b> | " |

In dieser Periode mit Hundebreifütterung ließ sich also der Hund nicht mehr in N-Gleichgewicht bringen. Ich glaube nicht,

<sup>1</sup> Den 25. VIII. lasse ich bei der Berechnung weg, weil durch das Erbrechen die N-Bilanz getrübt worden ist.

daß dieses Ergebnis die früheren, welche übrigens in weiteren Versuchen Bestätigung finden, widerlegt, sondern ich führe es einerseits darauf zurück, daß der Hund durch die lange Dauer des Versuches schon zu sehr gelitten hatte (es sind sowohl von andern Autoren Degeneration und Atrophie des Epithels im ganzen Darmkanal und in unserem ersten Versuche ebenfalls Dickdarmkatarrh festgestellt worden), speziell in den verdauenden und resorbierenden Funktionen seines Darms, sodaß er mit einer so geringen Eiweißmenge nicht mehr auskommen konnte, während er mit einem gesunden Darmepithel wohl in der Lage war: und ferner darauf, daß in der vorhergehenden Glidinperiode der Eiweißumsatz sich auf eine zu hohe Stufe eingestellt hatte, als daß nun der geschwächte Organismus sich sofort wieder auf einen niedrigeren Verbrauch hätte umändern können.

Aus diesem Grunde unterbrach ich hier diesen Versuch, da normale Verhältnisse nicht mehr zu erwarten waren.

### III. Versuchsreihe.

Hierzu diente ebenfalls ein großer, kräftiger und gutgenährter Jagdhund, männlichen Geschlechts, von 12,6 kg Körpergewicht.

Die Anordnung des Versuchs ist ganz ähnlich wie in den beiden vorherigen (vgl. Tabelle III und Kurve III).

Vorerst wurde der Hund für 7 Tage auf absoluten Hunger gesetzt. Dabei sank der Eiweißumsatz nur wenig, das Körpergewicht nahm um 1 kg ab.

In der 2. Periode wurden Kohlehydrate und Fett zugeführt. Dabei wurde sofort innerhalb der ersten Tage die N-Ausscheidung eine geringere, blieb aber dann eine Zeitlang (bis 21. XII) auf der selben Höhe, und nun erst sank sie noch weiter, auf 1,588 g (im Mittel der 4 letzten Tage).

25 — 28. XII.

|                  |         |
|------------------|---------|
| Gesamt-N-Ausfuhr | 6.353 g |
|------------------|---------|

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Mittlere tägliche N-Ausfuhr | 1.588 |
|-----------------------------|-------|

Der Hund befand sich jetzt 27 Tage im Eiweißhunger. Die N-Ausscheidung schien nicht mehr sehr zu variieren. In-

## III. Versuch. — Tiger.

|               | Datum   | Nahrung<br>g                                  | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen |
|---------------|---|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|-------------|
| 1.<br>Periode | 2. XII. 07  | Hunger  | 0            | 3,500      | 0         | 3,500                     | — 3,500  | 12,70        |             |
|               | 3.  | „   | 0            | 4,032      | 0         | 4,032                     | — 4,032  | 12,60        |             |
|               | 4.  | „   | 0            | 4,060      | 0         | 4,060                     | — 4,060  | 12,25        |             |
|               | 5.  | „   | 0            | 4,221      | 0         | 4,221                     | — 4,221  | 12,00        |             |
|               | 6.  | „   | 0            | 3,617      | 0         | 3,617                     | — 3,617  | 11,95        |             |
|               | 7.  | „   | 0            | 4,252      | 0         | 4,252                     | — 4,252  | 11,65        |             |
|               | 8.  | „   | 0            | 3,337      | 0         | 3,337                     | — 3,337  | 11,70        |             |
|               | 9.  | 100 Traubenzucker, 100 Schmalz                | 0            | 3,493      | 0,373     | 3,866                     | — 3,866  | 11,30        |             |
| 10.           | id.   | 0   | 2,373        | 0,373      | 2,746     | — 2,746                   | 11,60    |              |             |
| 11.           | 60 Traubenzucker, 30 Stärke,<br>45 Schmalz, 50 Butter | 0   | 2,024        | 0,373      | 2,397     | — 2,397                   | —        |              |             |
| 12.           | 50 Schmalz, 50 Zucker                                 | 0   | 1,540        | 0,373      | 1,913     | — 1,913                   | 11,80    |              |             |
| 2.<br>Periode | 13.   | 50 Schmalz, 10 Speck, 50 Zucker,<br>20 Stärke | 0            | 2,595      | 0,373     | 2,968                     | — 2,968  | 11,20        |             |
|               | 14.   | id.   | 0            | 2,264      | 0,373     | 2,637                     | — 2,637  | 11,15        |             |
|               | 15.   | „   | 0            | 2,127      | 0,373     | 2,500                     | — 2,500  | 11,05        |             |
|               | 16.   | „   | 0            | 2,453      | 0,373     | 2,826                     | — 2,826  | 11,00        |             |

## III. Versuch.

Fortsetzung.

| Datum       | Nahrung<br>g   | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen   |
|-------------|--|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|---|
| 17. XII. 08 | 50 Schmalz, 50 Traubenzucker                                   | 0            | 2,509      | 0,373     | 2,882                     | - 2,882  | 10,90        |   |
| 18.         | 50 Schmalz, 20 Speck, 50 Zucker,<br>20 Stärke                  | 0            | ?          | 0,373     | ?                         | ?        | 10,90        |   |
| 19.         | id.  | 0            | 1,921*     | 0,373     | 2,294                     | - 2,294  | 10,50        | *) Etwas Urin verloren<br>gegangen. Mit Watte<br>aufgenommen. |
| 20.         | 40 Schmalz, 20 Speck, 50 Zucker,<br>50 Stärke                  | 0            | 2,051      | 0,373     | 2,424                     | - 2,424  | 10,00        |   |
| 21.         | id.  | 0            | 1,940      | 0,373     | 2,313                     | - 2,313  | 10,40        |   |
| 22.         | id. + 30 Speck   | 0            | 1,421      | 0,373     | 1,794                     | - 1,794  | 10,60        | ) Nicht alles ganz<br>aufgefressen.                           |
| 23.         | , + 20 ,   | 0            | 1,100      | 0,373     | 1,473                     | - 1,473  | 10,80        |   |
| 24.         | id.  | 0            | 1,456      | 0,373     | 1,829                     | - 1,829  | 10,85        |   |
| 25.         | ,  | 0            | 1,225      | 0,373     | 1,598                     | - 1,598  | 10,65        |   |
| 26.         | ,  | 0            | 1,235      | 0,373     | 1,608                     | - 1,608  | 10,60        |   |
| 27.         | ,  | 0            | 1,039      | 0,373     | 1,412                     | - 1,412  | 10,60        |   |
| 28.         | ,  | 0            | 1,362      | 0,373     | 1,735                     | - 1,735  | 10,55        |   |
| 29.         | 50 Hundefleisch, 40 Schmalz,<br>20 Speck, 50 Zucker, 50 Stärke | 1,6          | 1,590      | 0,154     | 1,744                     | - 0,144  | 10,55        |   |
| 30.         | id.  | 1,6          | 1,778      | 0,154     | 1,932                     | - 0,332  | 10,50        |   |

Fortsetzung.

## III. Versuch.

|    | Datum       | Nahrung<br>g  | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin      | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen                              |
|----|-------------|---|--------------|-----------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|--|
|    | 31. XII. 08 | 50 Hundefleisch, 40 Schmalz,<br>20 Speck, 50 Zucker | 1,6          | 1,918           | 0,154     | 2,072                     | - 0,472  | 10,50        |  |
|    | 1. I. 08    | id.   | 1,6          | 1,680           | 0,154     | 1,834                     | - 0,234  | 10,40        |  |
|    | 2.          | „   | 1,6          | 1,678           | 0,154     | 1,832                     | - 0,232  | 10,35        |  |
|    | 3.          | „   | 1,6          | 1,839           | 0,154     | 1,993                     | - 0,393  | 10,40        |  |
| 3. | 4.          | „   | 1,6          | ? <sup>1)</sup> | 0,154     | ?                         | ?        | 10,35        | Nachts Temperatur-<br>abfall auf 2-3° C. |
|    | 5.          | „   | 1,6          | 1,379           | 0,154     | 1,533                     | + 0,067  | 10,25        |  |
|    | 6.          | „   | 1,6          | 1,388           | 0,154     | 1,542                     | + 0,058  | 10,30        |  |
|    | 7.          | „   | 1,6          | 1,372           | 0,154     | 1,526                     | + 0,074  | 10,30        |  |
|    | 8.          | „   | 1,6          | 1,525           | 0,154     | 1,679                     | - 0,079  | 10,30        |  |
|    | 9.          | „   | 1,6          | 1,209           | 0,154     | 1,363                     | + 0,237  | 10,40        |  |
|    | 10.         | „   | 1,6          | 1,369           | 0,154     | 1,523                     | + 0,077  | 10,50        |  |
|    | 11.         | „   | 1,6          | 1,613           | 0,154     | 1,767                     | - 0,167  | 10,40        |  |
| 4. | 12.         | 70 Traubenzucker, 60 Schmalz,<br>40 Speck           | 0            | 0,990           | 0,103     | 1,093                     | - 1,093  | 10,30        |  |

<sup>1)</sup> Urin verloren gegangen.

|               | Datum     | Nahrung<br>g  | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz  | Ge-<br>wicht | Bemerkungen                                 |
|---------------|-----------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|-----------|--------------|---|
| 4.<br>Periode | 13. I. 08 | 70 Traubenzucker, 40 Speck,<br>70 Schmalz             | 0            | 1,108      | 0,103     | 1,211                     | — 1,211   | 10,50        |   |
|               | 14.       | id. + 60 Schmalz                                      | 0            | 0,902      | 0,103     | 1,005                     | — 1,005   | 10,50        |   |
| 5.<br>Periode | 15.       | 11,3 Glidin, 50 Zucker, 40 Schmalz,<br>30 Speck       | 1,6          | 1,401      | 0,103     | 1,504                     | + 0,096   | 10,35        |   |
|               | 16.       | Glidin, 50 Zucker, 50 Schmalz,<br>10 Speck            | 1,6          | 1,688      | 0,103     | 1,791                     | — 0,191   | 10,45        | N-freie Nahrung nicht<br>ganz aufgefressen. |
|               | 17.       | Glidin, 30 Zucker, 30 Schmalz,<br>10 Speck, 10 Butter | 1,6          | 1,481      | 0,103     | 1,584                     | + 0,026   | 10,45        |   |
|               | 18.       | id. + 20 Butter                                       | 1,6          | 1,274      | 0,103     | *)                        | *) 1,377. | 10,35        |   |
|               | 19.       | Glidin, 30 Butter, 10 Speck,<br>20 Zucker             | 1,6          | 2,018      | 0,103     | 3,498<br>*)               | — 0,298   | 10,47        | *) 2,121.                                   |
|               | 20.       | Glidin, 50 Zucker, 10 Speck,<br>50 Schmalz, 10 Butter | 1,6          | 2,072      | 0,103     | 2,175                     | — 0,575   | 10,50        | N-freie Nahrung nicht<br>ganz gefressen.    |
|               | 21.       | Glidin, 30 Zucker, 30 Schmalz,<br>10 Speck            | 1,6          | 2,009      | 0,103     | 2,112                     | — 0,512   | 10,45        |   |
|               | 22.       | Glidin, 30 Zucker, 30 Butter,<br>30 Schmalz, 20 Speck | 1,6          | 1,803      | 0,103     | 1,906                     | — 0,306   | 10,40        | N-freie Nahrung nicht<br>ganz gefressen.    |
|               | 23.       | id. + 20 Butter                                       | 1,6          | 1,856      | 0,103     | 1,959                     | — 0,359   | 10,45        |   |

Fortsetzung.

III. Versuch.

|               | Datum     | Nahrung<br>g                              | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen                                |
|---------------|-----------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|--|
| 6.<br>Periode | 24. I. 08 | 47 Hundefleisch, 30 Schmalz,<br>30 Zucker | 1,6          | 1,075      | 0,119     | 1,194                     | + 0,406  | 10,20        |  |
|               | 25.       | id.                                       | 1,6          | 1,066      | 0,119     | 1,185                     | + 0,415  | 10,10        |  |
|               | 26.       | Hundefleisch, 50 Schmalz,<br>50 Zucker    | 1,6          | 1,540      | 0,119     | 1,659                     | - 0,059  | 10,10        | N-freie Nahrung nicht<br>ganz gefressen.   |
|               | 27.       | id.                                       | 1,6          | 1,499      | 0,119     | 1,618                     | - 0,018  | 10,00        |  |
|               | 28.       | „   | 1,6          | 1,310      | 0,119     | 1,429                     | + 0,171  | 10,00        |  |
|               | 29.       | „   | 1,6          | 1,378      | 0,119     | 1,497                     | + 0,103  | 10,00        | N-freie Nahrung<br>(nicht ganz gefressen.) |
| 7.<br>Periode | 30.       | 50 Traubenzucker, 50 Schmalz,<br>10 Speck | 0            | 1,117      | 0         | 1,117                     | - 1,117  | 9,90         |  |
|               | 31.       | id.                                       | 0            | 1,201      | 0         | 1,201                     | - 1,201  | 10,00        |  |
|               | 1. II. 08 | „   | 0            | 1,156      | 0         | 1,156                     | - 1,156  | 10,10        |  |
|               | 2.        | „   | 0            | 0,857      | 0         | 0,857                     | - 0,857  | 10,05        | Nicht alles gefressen.                     |
|               | 3.        | „   | 0            | 1,041      | 0         | 1,041                     | - 1,041  | 9,85         |  |
|               | 4.        | —   | 0            | 1,310      | 0         | 1,310                     | - 1,310  | 9,70         |  |
| 5.            | —         | 0   | 1,568        | 0          | 1,568     | - 1,568                   | —        |              |  |
| 6.            | —         | †   | —            | —          | —         | —                         | —        | —            |  |

folgedessen erachteten wir diesen Wert von 1,588 g N pro Tag als den in dieser anfänglichen Hungerperiode erreichbaren Minimalwert. Somit konnte die Fütterung mit Eiweiß beginnen. Wir variierten in diesem Versuch die Anordnung und begannen die Fütterung dieses Mal nicht mit einem körperfremden Eiweiß, sondern mit dem körpereigenen Hundefleisch.

Die Bilanzverhältnisse dieser Periode gestalteten sich folgendermaßen:

3. Periode: Hundefleisch, 14 Tage (13 Tage berechnet)

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 20,8 g    |
| » Ausfuhr          | 22,340 »  |
| Gesamt-Bilanz      | — 1,540 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,718 »   |
| » Bilanz           | — 0,118 g |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0,15 g.

Es wurde demnach in dieser Periode kein N-Gleichgewicht mit Hundefleischnahrung erreicht, wie in unsern bisherigen Versuchen. Ich glaube dieses Verhalten darauf zurückführen zu dürfen, daß diese Fütterungsperiode direkt an die Hungerperiode angrenzt. Es ist durch mannigfache Versuche gesichert, daß der Eiweißstoffwechsel sofort mit der Zufuhr von Eiweiß in der Nahrung in die Höhe steigt, um erst allmählich sein Gleichgewicht zu finden. Dies ist auch hier bei genauerer Analyse dieser Fütterungsperiode der Fall. Sofort nach Beginn der Fütterung steigt die N-Ausscheidung in die Höhe (bis auf 2,0 g N am 31. XII), sodaß eine negative Bilanz besteht. Vom 5. I. an aber sinkt die N-Ausscheidung wieder und in dieser 2. Hälfte der Periode ist fast stets positive N-Bilanz.

Wenn wir diese Periode halbieren und für jede Hälfte den Durchschnitt berechnen, so finden wir folgende Bilanzen:

29. XII. — 3. I. 08. 6 Tage.

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 9,6 g     |
| » Ausfuhr          | 11,407 »  |
| Gesamt-Bilanz      | — 1,807 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,901 »   |
| » Bilanz           | — 0,301 » |

5. I. — 11. I. 08. 7 Tage.

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 11.2 g    |
| »    Ausfuhr       | 10.933    |
| Gesamt-Bilanz      | + 0.267 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,562     |
| »    Bilanz        | + 0,038   |

Bei Anlegung dieser Kritik wäre es demnach doch gelungen, bei bloßem Ersatz des Hungerminimum mit Hundefleisch N-Gleichgewicht während 7 Tagen zu erzielen.

Allerdings ließe sich derselbe Einwand auch auf die Glidinfütterungen anwenden, mit denen wir jeweilen die Fütterungsreihen der früheren Versuche begonnen haben. Dann müßten aber bei Wiederholung der Glidinfütterungen keine so erheblichen N-Verluste mehr auftreten wie bei der ersten. Dies ist zwar im Versuche II in gewissem Grade angedeutet, hingegen sind in Versuch I die späteren Glidin-N-Ausscheidungen auf demselben Niveau wie anfangs. Die Höhe der negativen Bilanz können wir also nach wie vor nur auf das Glidin selbst und nicht auf die Versuchsanordnung (Reihenfolge der Fütterung) zurückführen.

Die nachfolgenden Perioden — 4. Hunger, 5. Glidin und 6. Hundefleisch — bestätigen die früher gemachten Erfahrungen.

4. Periode: Hunger: 3 Tage.

|                    |         |
|--------------------|---------|
| Gesamt-N-Ausfuhr   | 3.309 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,103   |

5. Periode: Glidin: 9 Tage.

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Gesamt-N-Einnahme  | 14.4 g    |
| »    Ausfuhr       | 16.529    |
| Gesamt-Bilanz      | — 2.129 g |
| Tägliche N-Ausfuhr | 1,836     |
| »    Bilanz        | — 0,236   |

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht 0.15 g.

6. Periode: Hundefleisch: 6 Tage.

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Gesamt-N-Einnahme | 9.6 g |
| »    N-Ausfuhr    | 8.582 |

Gesamt-Bilanz + 1.018 g

Tägliche N-Ausfuhr: **1,430 g**

› Bilanz: + **0,170** ›

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht: 0,16 ›

Mit Glidin schied der Hund täglich 0,24 g N mehr aus, als er einnahm, während er in der nachfolgenden Hundefleischperiode täglich 0,17 g N retinierte. Es ist dies derselbe eklatante Unterschied zwischen körpereigenem und körperfremdem Eiweiß, wie wir ihn in unsern bisherigen Versuchen gefunden haben.

Allerdings muß bemerkt werden, daß die täglich verfütterte Eiweißmenge, die 1,6 g N enthielt, nicht das «wirkliche» Minimum darstellt. Denn in der 4. Periode, in der der Hund nur N-freie Nahrung erhielt, sank der Eiweißumsatz auf 1,1 g N pro Tag. Wir wollten also die Fütterungsversuche mit diesem «Minimalwert» nochmals wiederholen. Während aber der Hungerwert in der 7. Periode nochmals bestimmt werden sollte, mußte der Hund getötet werden, nachdem plötzlich Krämpfe aufgetreten waren. Eine Ursache ließ sich bei der Sektion nicht finden. Der anatomische Befund war ein ähnlicher wie beim 1. Hund: Hochgradige Abmagerung; im subcutanen Gewebe wenig gelbes Fett, ebenso im Mesenterium. Darmkatarrh war nicht vorhanden.

#### IV. Versuchsreihe.

Dieselbe Hündin, wie in der II. Versuchsreihe, wurde auch für diese IV. Versuchsreihe verwendet. Zu Beginn des Versuchs war sie gut genährt und wog 20,6 kg. Im folgenden sind Pflanzeneiweißstoffe nicht gefüttert worden, sondern es wurden die verschiedenen animalischen Eiweißstoffe untereinander verglichen, und zwar Hundefleisch, Hundeserum und Pferdefleisch. (Vgl. Tabelle IV und Kurve IV.)

Die 2 ersten Perioden zeigen das gleiche Verhalten des Eiweißumsatzes wie in den bisherigen Versuchen. In der 1. Periode mit absolutem Hunger während 12 Tagen sank anfangs die N-Ausscheidung rapid, um nachher gleich zu bleiben. In der 2. Periode mit Kohlehydrat- und Fettzusatz (ca. 75 Cal. pro Kilogramm Körpergewicht) fiel sofort am ersten Tag die

## IV. Versuch. — Wanda.

| Datum    | Nahrung<br>g                                  | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen |
|----------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|-------------|
| 3. I. 08 | Hunger  | 0            | 13,129     | 0         | 13,129                    | -13,129  | 20,60        |             |
| 4.       | »   | 0            | ?          | 0         | ?                         | ?        | 20,15        |             |
| 5.       | »   | 0            | 4,596      | 0         | 4,596                     | - 4,596  | 19,70        |             |
| 6.       | »   | 0            | 4,158      | 0         | 4,158                     | - 4,158  | 19,25        |             |
| 7.       | »   | 0            | 3,843      | 0         | 3,843                     | - 3,843  | 19,00        |             |
| 8.       | »   | 0            | 4,510      | 0         | 4,510                     | - 4,510  | 18,60        |             |
| 9.       | »   | 0            | 4,670      | 0         | 4,670                     | - 4,670  | 18,45        |             |
| 10.      | »   | 0            | 4,109      | 0         | 4,109                     | - 4,109  | 18,00        |             |
| 11.      | »   | 0            | 4,081      | 0         | 4,081                     | - 4,081  | 17,75        |             |
| 12.      | »   | 0            | 3,388      | 0         | 3,388                     | - 3,388  | 17,50        |             |
| 13.      | »   | 0            | 3,746      | 0         | 3,746                     | - 3,746  | 17,05        |             |
| 14.      | »   | 0            | 4,057      | 0         | 4,057                     | - 4,057  | 16,95        |             |
| 15.      | 100 Schmalz, 100 Traubenzucker                | 0            | 2,914      | 0,138     | 3,052                     | - 3,052  | 17,05        |             |
| 16.      | id.   | 0            | 2,783      | 0,138     | 2,921                     | - 2,921  | 16,85        |             |
| 17.      | »   | 0            | 3,047      | 0,138     | 3,185                     | - 3,185  | 16,70        |             |
| 18.      | »   | 0            | 3,155      | 0,138     | 3,293                     | - 3,293  | 16,80        |             |
| 19.      | »   | 0            | 3,108      | 0,138     | 3,246                     | - 3,246  | 16,65        |             |
| 20.      | 80 Schmalz, 20 Speck, 80 Zucker,<br>20 Stärke | 0            | 3,049      | 0,138     | 3,187                     | - 3,187  | 16,65        |             |

Fortsetzung.

## IV. Versuch.

| Datum     | Nahrung<br>g                               | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen |
|-----------|--|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|-------------|
| 21. I. 08 | 80 Schmalz, 20 Speck, 80 Zucker, 20 Stärke | 0            | 2,744      | 0,138     | 2,882                     | - 2,882  | 16,50        |             |
| 22.       | id.  | 0            | ?          | 0,138     | ?                         | ?        | 16,65        |             |
| 23.       | "  | 0            | 2,839      | 0,138     | 2,977                     | - 2,977  | 16,65        |             |
| 24.       | "  | 0            | 2,671      | 0,138     | 2,809                     | - 2,809  | 16,55        |             |
| 25.       | "  | 0            | 2,452      | 0,138     | 2,590                     | - 2,590  | 16,50        |             |
| 26.       | "  | 0            | 2,097      | 0,138     | 2,235                     | - 2,235  | 16,40        |             |
| 27.       | "  | 0            | 2,450      | 0,138     | 2,588                     | - 2,588  | 16,45        |             |
| 28.       | "  | 0            | 2,276      | 0,138     | 2,414                     | - 2,414  | 16,35        |             |
| 29.       | "  | 0            | 2,293      | 0,138     | 2,431                     | - 2,431  | 16,20        |             |
| 30.       | "  | 0            | 2,092      | 0,138     | 2,230                     | - 2,230  | 16,00        |             |
| 31.       | "  | 0            | 2,041      | 0,138     | 2,179                     | - 2,179  | 15,95        |             |
| 1. II. 08 | "  | 0            | 1,915      | 0,138     | 2,053                     | - 2,053  | 15,85        |             |
| 2.        | "  | 0            | 1,724      | 0,138     | 1,862                     | - 1,862  | 15,60        |             |
| 3.        | "  | 0            | 2,368      | 0,138     | 2,506                     | - 2,506  | 15,75        |             |
| 4.        | "  | 0            | 1,793      | 0,138     | 1,931                     | - 1,931  | 15,70        |             |
| 5.        | "  | 0            | 1,688      | 0,138     | 1,826                     | - 1,826  | 15,50        |             |
| 6.        | "  | 0            | 1,680      | 0,138     | 1,818                     | - 1,818  | 15,75        |             |
| 7.        | "  | 0            | 1,369      | 0,138     | 1,507                     | - 1,507  | 15,55        |             |
| 8.        | "  | 0            | 1,646      | 0,138     | 1,784                     | - 1,784  | 15,65        |             |

Periode

2.

Fortsetzung.

## IV. Versuch.

| Datum     | Nahrung<br>g   | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Aus-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen                           |
|-----------|--|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|---------------------------------------|
| 9. II. 08 | 65,6 Hundefleisch, 40 Zucker<br>40 Schmalz           | 1,88         | 1,898      | 0,105     | 2,003                     | - 0,123  | 15,50        |                                       |
| 10.       | 66,2 Hundefleisch, 80 Zucker<br>80 Schmalz, 20 Speck | 1,9          | 1,839      | 0,105     | 1,944                     | - 0,044  | 15,50        |                                       |
| 11.       | id.  | 1,9          | 1,663      | 0,105     | 1,768                     | + 0,132  | 15,50        |                                       |
| 12.       | „  | 1,9          | 1,881      | 0,105     | 1,986                     | - 0,086  | 15,65        |                                       |
| 13.       | „  | 1,9          | 1,596      | 0,105     | 1,701                     | + 0,199  | 15,75        |                                       |
| 14.       | „  | 1,9          | 1,881      | 0,105     | 1,986                     | - 0,086  | 15,80        |                                       |
| 15.       | „  | 1,9          | 1,965      | 0,105     | 2,070                     | - 0,170  | 15,90        |                                       |
| 16.       | „  | 1,9          | 1,940      | 0,105     | 2,045                     | - 0,145  | 16,05        |                                       |
| 17.       | „  | 1,9          | 1,725      | 0,105     | 1,830                     | + 0,070  | 16,00        |                                       |
| 18.       | „  | 1,9          | 1,932      | 0,105     | 2,037                     | - 0,137  | 15,95        | Von heute an Nachspulen<br>der Blase. |
| 19.       | „  | 1,9          | 1,780      | 0,105     | 1,895                     | + 0,005  | 16,00        |                                       |
| 20.       | „  | 1,9          | 2,016      | 0,105     | 2,121                     | - 0,221  | 16,00        |                                       |
| 21.       | 100 Schmalz, 100 Zucker, 10 Speck                    | 0            | 1,881      | 0,262     | 2,143                     | - 2,143  | 16,00        |                                       |
| 22.       | id.  | 0            | 1,512      | 0,262     | 1,774                     | - 1,774  | 16,00        |                                       |
| 23.       | 50 Schmalz, 50 Zucker, 5 Speck                       | 0            | 1,584      | 0,262     | 1,846                     | - 1,846  | 15,60        |                                       |
| 24.       | id.  | 0            | 1,288      | 0,262     | 1,550                     | - 1,550  | 15,50        | Nicht alles aufgefressen              |



## IV. Versuch.

Fortsetzung.

| Datum       | Nahrung<br>g  | N-<br>Zufuhr | N-<br>Urin | N-<br>Kot | Gesamt-<br>N-Ans-<br>fuhr | N-Bilanz | Ge-<br>wicht | Bemerkungen                                 |
|-------------|---|--------------|------------|-----------|---------------------------|----------|--------------|---|
| 12. III. 08 | Pferdefleisch, 70 Zucker,<br>70 Schmalz, 15 Butter, 5 Speck | 1,5?         | 1,156      | 0,157     | 1,313                     | —        | 15,20        | Bis auf eine Spur<br>aufgefressen.          |
| 13.         | Pferdefleisch, 70 Zucker,<br>70 Schmalz, 10 Butter          | 1,5          | 1,498      | 0,157     | 1,655                     | -0,155   | 15,10        | N-freie Nahrung zum<br>Teil zurückgelassen. |
| 14.         | id.   | 1,5          | 1,358      | 0,157     | 1,515                     | -0,015   | 15,00        | id.   |
| 15.         | id.   | 1,5          | 1,400      | 0,157     | 1,557                     | -0,057   | 15,00        | id.   |
| 16.         | 124 Hundebuttermilch, 50 Zucker,<br>45 Butter, 10 Schmalz   | 1,46         | 1,232      | 0,269     | 1,501                     | -0,039   | 15,05        | id.   |
| 17.         | id. 60 Zucker, 20 Schmalz                                   | 1,46         | 1,106      | 0,269     | 1,375                     | +0,091   | 15,10        | N-freie Nahrung zum Teil<br>zurückgelassen. |
| 18.         | 83 Hundeserum, id.  | 0,98         | 1,050      | 0,269     | 1,319                     | +0,339   | 15,00        | id.   |
| 19.         | id.   | 0,98         | 1,478      | 0,269     | 1,747                     | -0,759   | 14,85        | id.   |
| 20.         | 66 Hundeserum, 30 Zucker,<br>40 Butter                      | 0,77         | 0,812      | 0,269     | 1,081                     | -0,309   | 14,80        | Mit dem Löffel ge-<br>geben.                |
| 21.         | 76 Hundeserum, id.  | 0,9          | 0,266      | 0,269     | 0,535                     | +0,351   | 14,50        | id.   |
| 22.         | id.   | 0,9          | 1,288      | 0,269     | 1,557                     | -0,649   | 14,40        | id.   |
| 23.         | id.   | 0,9          | 1,400      | 0,269     | 1,669                     | -0,769   | 14,60        | id.   |
| 24.         | 127,4 ccm Hundeserum,<br>20 g Schmalz, 20 g Zucker          | 1,5          | 1,330      | 0,269     | 1,599                     | -0,099   | 14,60        | id.   |
| 25.         | id.   | 1,5          | 1,708      | 0,269     | 1,977                     | -0,469   | 14,70        | id.   |
| 26.         | id.   | 1,5          | 1,560      | 0,269     | 1,829                     | -0,329   | 14,70        | id.   |

N-Ausscheidung von 4,05 auf 3,05, aber erst am 11. Tage dieser Periode ist ein weiteres Sinken deutlicher sichtbar, das auch ungefähr 1 Woche lang konstant blieb, um in der letzten Woche der Periode weiter unter 2,0 g N abzufallen. Die beiden ersten Perioden zusammen dauerten 37 Tage, in denen der Hund 5 kg seines Gewichts einbüßte. Der Mittelwert der 6 letzten Tage betrug 1,895 g N.

Gesamt-N-Ausfuhr vom 3.—8. II. 08 11,372 g

Tägliche Ausfuhr » 3.—8. II. 08 **1,895** »

Dieser Wert wurde als der in dieser Hungerperiode erreichbare angesehen und den nachfolgenden Fütterungen zugrunde gelegt.

Die Bilanzen der nachfolgenden Perioden gestalten sich folgendermaßen:

3. Periode: Hundefleisch: 12 Tage.

Gesamt-N-Einnahme: 22,8 g

» N-Ausfuhr: 23,386 »

Gesamt-N-Bilanz: — 0,586 g

Tägliche N-Ausfuhr: **1,949** g

» Bilanz: — **0,049** »

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht: 0,12 »

4. Periode: N-freie Nahrung: 4 Tage.

Gesamt-N-Ausfuhr: 7,313 g

Tägliche N-Ausfuhr: **1,828** »

5. Periode: Hundebutserum: 10 Tage.

Gesamt-N-Einnahme: 15,0 g

» N-Ausfuhr: 13,501 »

Gesamt-N-Bilanz: + 1,499 g

Tägliche N-Ausfuhr: **1,350** g

» N-Bilanz: + **0,150** »

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht: 0,10 »

6. Periode: N-freie Nahrung: 2 Tage.

Gesamt-N-Ausfuhr: 2,008 g

Tägliche N-Ausfuhr: **1,004** »

## 7. Periode: Pferdefleisch: 8 Tage.

Gesamt-N-Einnahme: 12,16 g.

N-Ausfuhr: 12,226

Gesamt-Bilanz: — 0,066 g

Tägliche N-Ausfuhr: 1,528 g

N-Bilanz: — 0,028

N-Einnahme pro Kilogramm Körpergewicht: 0,10

In der 3. Periode mit Hundefleischfütterung wurde also N-Gleichgewicht nicht hergestellt: der Hund schied täglich 0,05 g N mehr aus, als er mit der Nahrung erhielt. Es ist dies allerdings ein sehr geringer Wert — ca. um die Hälfte weniger als im vorigen Versuch in der erstmaligen Hundefleischfütterungsperiode — der dem N-Gleichgewicht fast gleichkommt. Das Defizit ist aber nicht auf die ersten Tage der Periode, sondern gleichmäßig über die ganze Periode zerstreut. Entsprechend dieser minimalen Bilanz stieg das Körpergewicht um 500 g.

Die nun eingeschaltete 4. Periode mit N-freier Nahrung zeigt uns, daß das Minimum z. Zt. fast unverändert geblieben ist. Trotzdem wurde in den 2 nächstfolgenden Fütterungsperioden mit der N-Zufuhr herunter gegangen, von 1,9 auf 1,5 g N pro Tag. Daß wir durch diese Reduktion aber nicht das «wirkliche» Minimum erreicht haben, zeigt die später eingeschaltete 6. Periode, wo der Umsatz auf 1,004 g N herabsinkt. Bei einer N-Zufuhr von 1,5 g N pro Tag in Form von Hundebutserum war nun eine positive N-Bilanz zu erzielen; der Hund retinierte täglich 0,15 g N. Auffallend ist, daß er dabei 500 g an Körpergewicht einbüßte.

In Form von Pferdefleisch trat aber wiederum ein täglicher N-Verlust von 0,03 g N ein. Es ist dies zwar kein wesentlicher N-Verlust, der wie in der 3. Periode dem N-Gleichgewicht fast gleich kommt. Das Gewicht blieb dabei konstant. Es zeigen uns diese 2 Perioden aber doch, daß ein gewisser Unterschied im Nährwert auch unter den einzelnen animalischen Eiweißen besteht, event. sogar unter den einzelnen Eiweißen derselben Tierart, also in diesem Fall nicht bloß

zwischen Hundeb Blutserum und Pferdemuskel, sondern auch zwischen Hundeb Blutserum und Hundemuskel.

In der 8. Periode kehrten wir zum Hundeb Blutserum zurück.

In den 2 ersten Tagen erhielt der Hund

2,92 g N und schied

2,876 g N aus, retinierte also

0,044 g N. Als nun aber die Zufuhr unter das letztgefundene *Minimum* reduziert wurde, da traten große Schwankungen in der N-Ausscheidung auf, wobei starkes N-Defizit sich einstellte. Dabei nahm der Hund um 350 g ab, war sehr elend und konnte auch dann nicht mehr auf N-Gleichgewicht gebracht werden, als ihm wieder die frühere Eiweißmenge mit 1,5 g N verfüttert wurde.

Erst als der Versuch unterbrochen und der Hund mit Milch aufgefüttert wurde, erholte er sich allmählich derart, daß er zu den in Versuch II beschriebenen Fütterungsreihen wieder brauchbar wurde.

#### Zusammenfassung.

Wenn wir unsere Versuchsergebnisse zusammenfassend überblicken, so werden uns verschiedene Punkte besonders klar entgentreten. Ich möchte hier nochmals betonen, daß ich diese Eindeutigkeit der Resultate in erster Linie auf die Versuchsanordnung zurückführe, die allen unseren vorherigen Überlegungen entsprach und streng durchgeführt wurde. Wir haben den Hund langen Hungerperioden, resp. Perioden mit N-freier Nahrung, ausgesetzt und haben so eine ganz geringe Stufe des Eiweißumsatzes erreichen können: wir haben die Fütterungsperioden ebenfalls lange genug ausgedehnt, um einen Mittelwert zu erhalten, der von Zufälligkeiten des Stoffwechsels möglichst unabhängig ist: und schließlich haben wir Eiweißstoffe zur Fütterung gewählt, deren Zusammensetzung auf Grund der heutigen Kenntnisse wirklich eine absolut verschiedene ist.

1. Vorerst können wir die von den früheren Forschern, G. Voit, Rubner, E. Voit und Korkunoff u. a. beobachtete Erscheinung im allgemeinen bestätigen. Es ist bei richtig durchgeführten Versuchen nicht möglich, ein Tier im N-Gleich-

gewicht zu erhalten bei bloßem Ersatz des Hungerverlustes. Die Versuche von J. Munk, Jägerroos u. a. sind deshalb unserer Ansicht nach nicht beweisend, weil sie das Hungerminimum vorher nicht genügend bestimmt haben: der Hungerwert von 4 Tagen ist eben kein «Minimum». Daher liegt die Möglichkeit immer noch vor, daß sie mehr Eiweiß verfüttert haben, als bei konsequent durchgeführter Hungerperiode ausgeschieden worden wäre. (Übrigens haben wir auch weniger N. pro Kilogramm Körpergewicht berechnet, eingeführt als Munk und Jägerroos.)

2. Die Ursache für diese Erscheinung finden wir in der chemischen Zusammensetzung der eingeführten Eiweißstoffe. Allerdings möchte ich die von Rubner vertretene Ansicht nicht unterschätzen, daß die speziellen Zirkulations- und Resorptionsverhältnisse des betreffenden Organismus dabei eine wichtige Rolle spielen: werden wir ja förmlich zu dieser Anschauung bei Betrachtung der terminalen Periode in Versuchsreihe I, und in gewissem Maße auch in Versuchsreihe II, geführt, wo offenbar wegen der gestörten Darmfunktion (Darmkatarrh, verminderte Verwertung des Fetts!) der vorherige Stoffumsatz mit derselben Menge desselben Materials nicht mehr zu bewirken war. (Es war z. B. in Versuchsreihe I in der 15. Periode bei einer täglichen N-Zufuhr von 0,9 g in Form von Hundebrei der tägliche N-Verlust 0,051 g, während in der 17. Periode bei einer täglichen N-Zufuhr von 1,0 g desselben Hundebreis der tägliche N-Verlust 0,284 g betrug.) Aber abgesehen davon, müssen wir doch das Hauptgewicht auf die Konstitution der Nahrungseiweißstoffe verlegen und von dieser ihre biologische Verwertbarkeit im Organismus abhängig machen. Alle unsere Versuche sprechen eindeutig in diesem Sinne. Wir gehen von der Annahme aus, daß der Organismus aus den ihm mit der Nahrung zur Verfügung gestellten «Bausteinen», den Aminosäuren und Peptiden, erst eine Auswahl treffen muß, um sein Körpereiwweiß regenerieren zu können: somit müssen wir mehr Eiweiß zuführen, als im Hunger minimal umgesetzt wird, oder anders ausgedrückt: mit dem Hungerwert allein befindet sich der Hund in N-Defizit: er muß von seinem eigenen Körpereiwweiß einen Teil abgeben. Aber auch das Experimentum crucis

für die Richtigkeit dieser Auffassung, nämlich die Umkehrung, ließ sich bestätigen. Es muß in einem Spezialfall diese Erscheinung eine Ausnahme machen und doch Gleichgewicht mit dem *Minimum* möglich sein: wenn man nämlich absolut adäquates Eiweiß mit derjenigen quantitativen Konzentration der Bausteine verfüttert, wie sie der Organismus zur Regeneration seines Eiweißes gerade benötigt. Und dies traf in unseren Versuchen auch wirklich zu.

Unsere Hunde befanden sich stets in negativer Bilanz, wenn ihnen ein körperfremdes oder nicht adäquates Eiweiß gegeben wurde. So haben wir die größten Ausschläge erhalten bei Fütterung mit den pflanzlichen Eiweißstoffen Glidin und Edestin.

Es war in Versuchsreihe I der tägliche N-Verlust

|              |         |
|--------------|---------|
| in Periode 3 | —0,35 g |
| "    5       | —0,33 " |
| "    8       | —0,52 " |

Es war in Versuchsreihe II

|              |         |
|--------------|---------|
| in Periode 3 | —0,63 g |
| "    5       | —0,29 " |
| "    7       | —0,10 " |

Es war in Versuchsreihe III

|              |         |
|--------------|---------|
| in Periode 5 | —0,24 g |
|--------------|---------|

Sobald aber ganz adäquates Eiweiß, also Hundemuskel, Hundebutserum oder Hundegemisch, aus den verschiedenen Organen hergestellt, verfüttert wurde, da trat sofort eine positive N-Bilanz ein und N wurde retiniert.

Es war in Versuchsreihe I die tägliche N-Retention

|              |         |
|--------------|---------|
| in Periode 4 | +0,17 g |
| "    6       | +0,17 " |
| "    9       | +0,08 " |

Es war in Versuchsreihe II

|              |         |
|--------------|---------|
| in Periode 4 | +0,18 g |
| "    6       | +0,43 " |

Es war in Versuchsreihe III

in Periode 3 (2. Hälfte) +0,04 g

„ „ 6 +0,17 „

Es war in Versuchsreihe IV

in Periode 5 +0,15 g

Diese Zahlen scheinen mir ganz eindeutig im Sinne unserer obigen Auffassung zu sprechen. Die Versuche wurden auch so oft wiederholt, daß das Ergebnis nicht bloß die Folge eines Zufalls sein kann, sondern wirklich den Ausdruck eines regelmäßigen Vorgangs darstellt.

Es gelingt also, ein Säugetier mit derjenigen Eiweißmenge im N-Gleichgewicht zu erhalten, die es nach langdauerndem Eiweißhunger in Minimum umsetzt, aber nur wenn man sie ihm in Form des körpereigenen Eiweißes verfüttert.<sup>1)</sup>

3. Ferner zeigen unsere Versuche, daß dies mit unerwartet geringen Mengen möglich ist: bei dem kleineren Hund der I. Versuchsreihe (ca. 7 kg) mit 0,2—0,18 g N pro Kilogramm Körpergewicht, bei dem ca. 10 kg schweren Hund Tieger der III. Versuchsreihe mit 0,16 g und bei dem ca. 15 kg schweren Hund Wanda der II. und IV. Versuchsreihe mit 0,12 g N pro Kilogramm Körpergewicht. Es sind dies Mengen, die geringer sind als diejenigen, die I. Munk und Jägerroos verfüttert haben (0,3 und 0,2 g). Sie stellen aber auch die unterste Grenze der Eiweißzufuhr dar. Überschreitet man sie und schränkt die Eiweißnahrung noch weiter ein, so wird das Leben des betreffenden Tieres arg gefährdet. Dies geht aus den Versuchsreihen I und II. und auch aus der Versuchsreihe IV deutlich hervor.

Wir hatten z. B. in der I. Versuchsreihe anfangs mit dem Hungerwert 1,4 g N bei Fütterung arteigenen Eiweißes immer positive N-Bilanz erreicht. Als wir in den nachfolgenden Perioden nicht den durch eingeschaltete Hungerperioden neu-

<sup>1)</sup> Diese Anschauung findet ferner eine Bestätigung in Versuchen, die Dr. Weiland in der Frankfurter medizinischen Klinik mit derselben Methodik ausgeführt hat wie wir, und welche zeigen, daß N-Gleichgewicht nicht erreicht wird, wenn man das Hungerminimum durch abiurete Autolyseprodukte des Pankreas ersetzt (bei gleichzeitiger Darreichung von Kohlenhydraten und Fett).

gefundenen Hungerwert von 0,92 und 0,97 g N, sondern leider nur 0,8 g, später 0,90 g N verfütterten, so konnten wir damit auch in Form von adäquatem Eiweiß kein N-Gleichgewicht mehr erzielen und der Hund ging bei dieser insuffizienten Ernährung allmählich zugrunde. In Versuch II war nach Reduktion der N-Zufuhr von 1,9 g auf 1,7 g kein Gleichgewicht mehr. Anfangs war zwar der tägliche Verlust nur ein minimaler (0,07 und 0,04 g N); später aber in der 12. Periode stieg die Ausscheidung an und der Versuch mußte unterbrochen werden. Allerdings ging dieser 12. Periode eine Glidinfütterung voran, in der der Hund viel N verloren hat.

Auch in Versuchsreihe IV, Periode 8 wurde durch die immer weiter eingeschränkte Zufuhr von Hundebloodserum der Hund so elend, daß nur eine Unterbrechung des Versuchs und Auffütterung mit Milch ihn gerettet hat.

Der Begriff des «Minimum» wird also mit einer Einschränkung aufzufassen sein. Wir meinen mit diesem Begriff natürlich nicht die unbedingt geringste erreichbare Umsatzgröße. Denn dann handelt es sich um prämortale Konsumptionszustände, die sich kaum mit gesunden vergleichen lassen. Solche haben wir auch für unsere Schlußfolgerungen ausgeschaltet und diese nur aus Perioden gezogen, in denen die Hunde unter gleichen körperlichen Bedingungen zu stehen schienen.

Andererseits ist das «Minimum» schwer zu definieren; eine scharfe Grenze gibt es nicht. Auf Grund unserer Versuche schließen wir uns der Ansicht Rubners<sup>1)</sup> vollkommen an, daß es nicht ein, sondern viele Eiweißminima gibt, je nach dem Ernährungszustande des Organismus. Wir haben uns also bei der Beurteilung des «Minimums», das von Fall zu Fall variiert, vom körperlichen Verhalten des Tieres leiten lassen und diejenigen Nahrungseiweißmengen als «Minimum» angenommen, bei denen das Tier noch ein normales Verhalten zeigte. Dies waren allerdings gewöhnlich jene Mengen, die in Form von arteigenem Eiweiß N-Gleichgewicht eben ermöglichten, bei deren weiterer Reduktion jedoch N-Gleichgewicht nicht mehr erhalten blieb.

<sup>1)</sup> Handbuch der Ernährungstherapie, Bd. I.

4. Bevor wir zu weiteren Schlußfolgerungen übergehen, möchte ich hier noch einige Punkte genauer präzisieren, um einigen möglichen Einwänden begegnen zu können.

a) In den beschriebenen Versuchen handelt es sich nicht um Hungerwerte im strengen Sinne, sondern um N-Werte nach langdauerndem «Eiweißhunger», wo gleichzeitig Fett und Kohlenhydrate gestattet wurden. Eine Fütterung bloß mit N-freien Stoffen ist auch ein «Hungerzustand»; bei einer solchen Kost geht der Organismus stets zugrunde.

Ob unsere Schlußfolgerungen auch Geltung haben würden bei «strengem Hunger» ohne gleichzeitige Zugabe von N-freien Stoffen, weiß ich nicht. Diesbezügliche Versuche haben wir nicht angestellt.

b) Wir haben im obigen unsere Schlußfolgerungen auf die N-Analysen basiert. E. Voit<sup>1)</sup> hat auf den letzten Versuch von I. Munk die prinzipielle Bemerkung gemacht, daß für das Futter das Eiweißminimum und nicht das Stickstoffminimum einen Wert besitzt. Diese Kritik ließe sich auch an unsere Versuche anlegen. Dazu können wir aber bemerken, daß der N, den der Organismus im Hunger ausscheidet, sowohl vom Eiweiß, als auch von den Extraktstoffen stammt: nach E. Voit<sup>2)</sup> sind nur 81,55% des ausgeschiedenen Hungerstickstoffs auf Eiweiß, die übrigen Prozente auf Extraktstoffe zurückzuführen.

Da es uns darauf ankam, das Tier auf N-Gleichgewicht zu bringen, und wir dazu die adäquaten Hundeorgane als die geeignetsten ausgewählt hatten, so schienen uns die Bedingungen am günstigsten erfüllt zu sein, wenn wir dem Organismus Eiweiß und Extraktstoffe darboten, so wie sie beide voraussichtlich in seinen einschmelzenden Organen vertreten sind. Andererseits müßten dann zu diesen Fleischfütterungen die Fütterungen mit Glidin, Edestin und Casein in Gegensatz stehen, denn diese enthalten keine Extraktstoffe (das Glidin verlor zwar nach Alkoholextraktion ca. 0,1% seines N-Gehaltes).

<sup>1)</sup> a. a. O.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. Biologie, B1. XXXII, S. 101.

Hier könnte also der ausgeschiedene N streng genommen nicht mit dem eingeführten in Parallele gestellt werden.

Da aber die absoluten Mengen des verfütterten Fleisches, Glidins, Edestins und Caseins so geringe sind (0,12—0,2 g pro Kilogramm Tier), so mag es unseres Erachtens gestattet sein, hier immer den Begriff «Eiweiß» zu gebrauchen und die Extraktstoffe zu vernachlässigen.

c) Ich möchte hier nochmals betonen, daß die Hundemuskeln und -Organe, die zur Fütterung verwandt worden sind, stets peinlich genau präpariert und von Fett- und Sehnen gewebe befreit wurden. Ich tue dies hier deswegen, um dem Einwand zu begegnen, daß die beobachteten positiven Bilanzen bei Fütterung des adäquaten Fleisches lediglich durch die Sparwirkung des beigemischtes Fettes bedingt seien. Ich glaube aber doch durch die sorgfältige Präparation des Futters dies verhindert zu haben, obgleich eine vollständige Fettfreiheit des frischen Fleisches auf diese Weise nicht herzustellen ist. Anderseits habe ich absichtlich keine Ätherextraktion vorgenommen.

Wäre die in den verfütterten Fleischmengen vorhandene Fettmenge, die jedenfalls nur ganz geringe absolute Werte betragen kann, wirklich für die positiven Bilanzen verantwortlich zu machen, so bliebe es trotzdem unverständlich, warum diese Sparwirkung in einzelnen Perioden versagte.

Es war z. B. in der 6. Periode der II. Versuchsreihe bei einer N-Zufuhr von 1,9 g die mittlere N-Ausfuhr 1,471 g; in der 8. Periode war alsdann bei einer N-Einfuhr von 1,7 g die Ausfuhr 1,77 g.

Solche Zahlen widersprechen direkt einer vorausgesetzten Sparwirkung des beigemischtes Fettes.

5. Anschließend an das sub 4 b) Gesagte will ich hier noch die Besprechung einer Versuchsperiode anschließen, die die Rolle der Extraktivstoffe, resp. ihr Fehlen im Glidin beleuchten soll.

Schon a priori war es wenig wahrscheinlich, daß dieser Mangel an Extraktstoffen irgendwie für die negativen Glidibilanzen verantwortlich gemacht werden könnte: besonders angesichts der positiven Bilanzen, die wir mit Caseinfütterung

beobachtet haben. Ebenso ist in der diesbezüglichen Literatur ein Anhaltspunkt dafür nicht zu finden.

Wie aus der Arbeit Rubners aus früheren Jahren und aus den neueren Arbeiten Bürgis<sup>1)</sup> und Rubners<sup>2)</sup> hervorgeht, verlassen die Extraktstoffe zum größten Teil den Körper sofort wieder, ohne sich an der Verbrennung zu beteiligen.

Bürgi fand, daß nach Verfütterung von Fleischextraktstoffen die Stickstoff-, Kohlenstoff-, Aschen-, Phosphorsäure- und Gesamtschwefelsäureausscheidung sofort ansteigt, und zwar ist diese Vermehrung fast eben so groß wie die Einfuhr. Die N-Ausscheidung hat ihr Maximum in den ersten 4 Stunden nach der Einnahme. Die C-armen Verbindungen werden sofort ausgeschieden, die C-reicheren hingegen anfangs zurückgehalten und erst später ausgeschieden. Die Umänderung der Stoffe beim Durchgang durch den Körper ist ganz gering und von einem Abbau auf die Harnstoffstufe ist keine Rede.

In betreff der abweichenden Versuchsergebnisse von Frenzel und Toriyama verweise ich auf die Kritik Rubners am angeführten Orte. Außerdem sah ich in der Literatur folgenden Versuch von E. Pflüger:<sup>3)</sup> Er fütterte einen Kater mit Reisbrei, den er in 150—200 ccm Fleischsaft (aus 600 g Fleischbrei hergestellt) gekocht hatte, und schreibt darüber: »Merkwürdig ist nun, daß dieser Brei, dem ich doch eine sehr bedeutende Menge von Fleischsaft mit seinen Salzen und Extraktivstoffen zugesetzt hatte, gar keine Steigerung des Stoffwechsels bedingte. Es folgt daraus, daß es nicht die Extraktivstoffe, sondern das Eiweiß des Fleisches ist, das die Hebung des Stoffwechsels bedingt.»

Bei solch eindeutigen Angaben aus der Literatur habe ich mich daher auf einen ganz kurzen Versuch beschränkt. Er befindet sich in der 11. Periode der II. Versuchsreihe und hat die Frage im selben Sinne beantwortet wie die eben angeführten Arbeiten.

Der Hund hatte sich in den vorhergehenden Perioden mit 1,7 g N in Form von Hundebrei und Casein auf N-Gleichgewicht eingestellt; mit Pferdefleisch war die N-Ausscheidung auf 1,87 g gestiegen. Nun wurde von den 1,7 g N nur ein

<sup>1)</sup> Der Nutzwert des Fleischextraktes. Arch. f. Hygiene 1904, Bd. LI.

<sup>2)</sup> Über das Verhalten der Extraktivstoffe des Fleisches im Tierkörper. Ibid.

<sup>3)</sup> Über den Einfluß, welchen Menge und Art der Nahrung auf die Größe des Stoffwechsels und die Leistungsfähigkeit ausüben. Pflügers Archiv, Bd. LXXVII, 1899, S. 477.

Teil in Form von Glidin, der Rest aber in Form von Liebigs Fleischextrakt gegeben und das quantitative Verhältnis von Glidin und Extrakt 3 mal gewechselt. So erhielt der Hund vom 25.—28. VIII. 1,3 g Glidin-N und 0,4 g Extrakt-N; vom 29. VIII.—1. IX. 1,2 g Glidin-N und 0,5 g Extrakt-N; und vom 2.—4. IX. 1,5 g Glidin-N und 0,2 g Extrakt-N. Dabei betrug der durchschnittliche tägliche N-Verlust bei der ersten Kombination 0,50, bei der zweiten 0,79 und bei der dritten 0,72 g. Die N-Ausscheidung ist also bei dieser Anordnung eine hohe und entspricht den bisher beobachteten N-Ausscheidungen bei Glidinfütterung. Der geringere Nährwert des Glidins im Vergleich zum Hundebrei ist demnach ganz unabhängig von seinem Mangel an Extraktivstoffen.

6. Wir können außerdem noch an Hand unserer Versuche ein Urteil gewinnen über den Nährwert der einzelnen Eiweißstoffe. Ja, ich möchte sogar annehmen,<sup>1)</sup> daß die von uns befolgte Versuchsanordnung sich besonders gut eignet, um eine stoffliche Verschiedenheit der Eiweißstoffe festzustellen. Wie bei einer chemischen Analyse, deren Resultat um so eindeutiger ist, je geringer die Reagenzmengen sind, mit denen man arbeitet, so treten die Bilanzausschläge der Fütterungen um so deutlicher hervor, je tiefer das Hungerminimum vorher gesunken war.

Unsere oben aufgeführten Tabellen zeigen, daß — die körpereigenen Stoffe einerseits und die körperfremden Stoffe andererseits für sich betrachtet — unter den einzelnen Eiweißstoffen beider Gruppen deutliche Unterschiede ausgeprägt sind. Die N-Retention der ersteren ist, ebenso wie der N-Verlust bei den letzteren, gar nicht immer die gleiche.

So war z. B. in der Versuchsreihe II bei einer Zufuhr von 1,9 g N in Form von Glidin die tägliche N-Ausscheidung 2,53 und 2,19 g, in Form von Edestin hingegen 2,00 g.

Zwischen Muskeleiweiß und Casein konnten wir folgende Unterschiede feststellen:

In der Versuchsreihe I betrug bei Zufuhr von 1,4 g N in Form von Hundemuskelfleisch die tägliche N-Ausfuhr 1,25 g.

<sup>1)</sup> Derselben Ansicht ist auch Magnus-Levy.

in Form von Casein 1,30 g. In den späteren Perioden, als 0,8 g N zugeführt wurden, war die N-Ausscheidung bei Hundebreifütterung 0,94 g, bei Caseinfütterung 0,997 g. In der Versuchsreihe II ist ein Unterschied zwischen Hundebrei und Casein in den Perioden 8 und 9 nicht vorhanden.

Gewisse Unterschiede schienen sogar bei Fütterung mit dem Fleisch verschiedener Tierarten zu bestehen. Sie sind zwar deutlich, aber doch so klein, daß man mit einer solchen Schlußfolgerung sehr vorsichtig sein muß, und ich möchte daher diese Zahlen nur mit einer gewissen Reserve in dieser Hinsicht verwerten; ich muß zugeben, daß sie auch durch andere Zustandsbedingungen des Hundes vorgetäuscht sein konnten. Immerhin, die Hunde schieden immer mehr N bei Fütterung mit Pferdefleisch aus, als bei Fütterung mit Hundeeiweiß.

Am deutlichsten ist dies in der IV. Versuchsreihe, wo bei einer N-Zufuhr von 1,5 g in Form von Hundebloodserum die N-Ausscheidung 1,35 g betrug, in Form von Pferdefleisch hingegen 1,53 g. Ähnlich betrug in der II. Versuchsreihe die N-Ausscheidung in der 8. Periode bei Zufuhr von 1,7 g N in Form von Hundebrei 1,77 g, in der 10. Periode in Form von Pferdefleisch 1,87 g. (Allerdings trat in der späteren 12. Periode mit der gleichen Hundebreifütterung eine erhöhte N-Ausscheidung ein, 1,82 g: dies mag aber von der vorangehenden Glidinperiode bedingt sein, in der der Hund sichtlich in seinem Kräftezustand verfiel. Es ist also diese Periode wohl kaum mit der früheren, in welcher sich der Hund vollkommen wohl befand, in Parallele zu stellen.)

Auf stoffliche Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Eiweißstoffen haben schon zahlreiche Arbeiten hingewiesen.

Salkowski,<sup>1)</sup> der zuerst zeigte, daß Casein vom Darm sehr gut resorbiert wird, beobachtete mit 510 g Casein in 4 Tagen eine deutliche positive Bilanz.

Noch stärkeren N-Ansatz mit Zunahme des Körpergewichts konnte Röhmann<sup>2)</sup> beobachten. Zum Beispiel bei 11tägiger Darreichung von je 9 g Caseincalcium und 30 g Casein mit 30 g Stärke, 65 g Speck und Salzen eine N-Retention von 5,48 g; ferner bei 5tägiger Darreichung von

<sup>1)</sup> Berliner klin. Wochenschr., 1894, Nr. 47.

<sup>2)</sup> Berliner klin. Wochenschr., 1895, Nr. 24.

je 9 g Caseincalcium und 22,5 g Casein mit 100 g Speck und Salzen eine N-Retention von 2,57 g.

Marcuse<sup>1)</sup> fand dann einen Parallelismus im Verhalten des N und P. In 2 Caseinperioden mit N-Defizit war ebenfalls P-Defizit; in einer Periode mit N-Ansatz war Retention von P; nur in einem Versuch war zwar N-Ansatz, aber keine P-Retention. Hingegen war in 2 Fleischperioden gleichzeitig N- und P-Defizit.

Die N- und P-Bilanz verfolgten ebenfalls Röhmann und Zadik. So fand Röhmann<sup>2)</sup> immer höhere N-Retentionen mit den P-haltigen Eiweißstoffen Casein und Vitellin, als mit den P-freien Edestin und Myosin. Zadik<sup>3)</sup> konnte direkt konstatieren, «daß die Ausnutzung von Stickstoff um ein geringes und die Ausnutzung des Phosphors erheblich besser ist bei Darreichung eines phosphorhaltigen Eiweißkörpers (Casein), als bei Darreichung eines phosphorfreen Eiweißkörpers (Edestin) und Phosphaten, wenn in beiden Fällen unter sonst gleichen Bedingungen die Nahrung die gleiche Menge Stickstoff und Phosphor enthält.»

Es hatte nämlich ein 16 kg schwerer Hund in einer 6tägigen Caseinperiode erhalten: 69,9 g N und 6,06 g P und dabei retiniert 12,5 g N und 0,45 g P.

In einer zweiten 3tägigen Edestinperiode hatte der Hund erhalten: 35,7 g N und 3,077 g P (z. T. in Form von Dinatriumphosphat) und dabei 2,45 g N und 0,717 g P verloren.

In einer weiteren 4tägigen Edestinperiode, wo die N-Zufuhr 47,64 g und die Phosphorzufuhr 4,10 g betrug, wurde zwar 5,94 g N retiniert, aber 0,65 g P verloren. Endlich war in einer letzten 4tägigen Caseinperiode mit einer N-Zufuhr von 46,4 g und einer P-Zufuhr von 4,04 g eine N-Retention von 5,9 g und eine P-Retention von 0,34 g.

Auch diese Versuche zeigen demnach, daß Edestin nicht gleichwertig ist mit dem Casein.

Wie Röhmann so zeigten auch Stüve, Bornstein und Caspari die Vorzüge der Caseinnahrung.

Stüve<sup>4)</sup> gab einem Typhusrekonvaleszenten 3 Tage lang Nutrose und 3 Tage lang Ochsenfleisch mit denselben N-Mengen; die N-Ausscheidung war beide Male ungefähr gleich. In zwei anderen Versuchen an kindlichen Patienten, die sich mit Normalnahrung in N-Gleichgewicht befanden, trat bei Nutrosezusatz eine deutliche N-Retention auf.

Bornstein<sup>5)</sup> nahm in je 3tägigen Perioden täglich 11,65 g N auf, teils in Form von 250 g Hackfleisch, teils indem er 100 g Fleisch durch

<sup>1)</sup> Pflügers Arch., 1897, Bd. LXVII.

<sup>2)</sup> Berliner klin. Wochenschr., 1898, Nr. 36.

<sup>3)</sup> Pflügers Arch., Bd. LXXII, 1899.

<sup>4)</sup> Berliner klin. Wochenschr., 1896, Nr. 20.

<sup>5)</sup> Berliner klin. Wochenschr., 1897, Nr. 8.

die entsprechende Menge Nutrose oder Pepton ersetzte. In den 3 Fleischperioden bestimmte er eine tägliche positive Bilanz von 0,95, 0,94 und 0,65 g N, in den 2 Nutroseperioden von 1,62 und 0,91 g N und in 1 Peptonperiode von 0,13 g N.

Caspari<sup>1)</sup> beobachtete, daß in 2 Versuchen das Casein geeigneter sei, um Körpersubstanz zu bilden, als das Eiweiß des Muskels.

Ein 29,9 kg schwerer Hund resorbierte in einer 19tägigen Vorperiode täglich 23,237 g N und setzte an in 6 Tagen täglich 4,131 g N, in 5 Tagen 1,919 g N und in 8 Tagen 0,861 g N. In der Caseinperiode (in Form von Sieboldschem Milcheiweiß) resorbierte der Hund während 4 Tagen täglich 16,88 g N und setzte an täglich 0,72 g N; während weiteren 8 Tagen resorbierte er täglich 22,69 g N und setzte an 2,8 g N. In der 10tägigen Nachperiode wurden täglich 23,24 g N resorbiert und 0,12 g angesetzt. Das Körpergewicht nahm während der Vorperiode um 57,89 g zu, während der Caseinperiode um 100 g; während der Nachperiode blieb es konstant.

Ähnlich verhielt sich in einem zweiten Versuch ein 76 kg schwerer Mann. In einer 2tägigen Vorperiode resorbierte er durchschnittlich 18,021 g N und setzte 0,96 g N an. In der Caseinperiode resorbierte er 19,097 g N, hingegen setzte er 2,53 g N an; und in der Nachperiode resorbierte er 19,37 g N und setzte wiederum weniger, 1,612 g N, an.

Anders als Caspari hat Lüthje<sup>2)</sup> den Nährwert des Milcheiweißes im Vergleich zum Fleischeiweiß beobachtet. Er fand, daß das Fleischeiweiß doch erheblich besseren N-Ansatz bewirkt. In einem Fütterungsversuch am Menschen war in einer 6tägigen Periode mit einer täglichen Darreichung von 192,4 g Eiweiß in Form von Casein eine N-Retention von 0,77 g pro Tag, und bei 193,7 g Eiweiß in Form von Muskeleiweiß eine solche von 2,47 g pro Tag. Derselbe deutliche Unterschied trat ein, als die Eiweißzufuhr wesentlich erhöht wurde. In einer 11tägigen Periode mit einer täglichen Ernährung von 261,9 g Eiweiß in Form von Casein betrug die tägliche N-Retention 5,65 g, bei 264,4 g Eiweiß in Form von Muskeleiweiß betrug sie 6,55 g N. Ähnlich verlief ein Versuch an einem Hunde. Die N-Retentionen waren in den Fleischperioden deutlich größer als in den Caseinperioden.

Die meisten dieser Versuche zeigen uns also eine stoffliche Verschiedenheit der einzelnen Eiweißkörper: besonders deutlich tritt dieses Verhalten in den Mitteilungen von Röhmann, Zadik, Caspari und Lüthje hervor. Obgleich unsere Versuche von einem ganz anderen Gesichtspunkt und mit einer ganz anderen Methodik unternommen worden waren — denn

<sup>1)</sup> Fortschritte der Medizin, 1899, Bd. XVII.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. klin. Med., 1901, Bd. XLIV.

nur die wenigsten der genannten Autoren hatten Hungerperioden zum Vergleich mit den Fütterungsperioden benutzt, und auch dann waren ihre Hungerperioden niemals so ausgedehnt wie die unsrigen —, zeigten auch unsere Versuche deutliche Unterschiede im Nährwert nicht nur zwischen körpereigenen und körperfremden Eiweißstoffen, sondern auch zwischen den einzelnen körperfremden Eiweißstoffen auf der einen Seite, also z. B. zwischen Glidin und Edestin, und zwischen den körpereigenen Eiweißstoffen auf der andern Seite, also z. B. zwischen Hundebrei, Pferdefleisch, Casein.

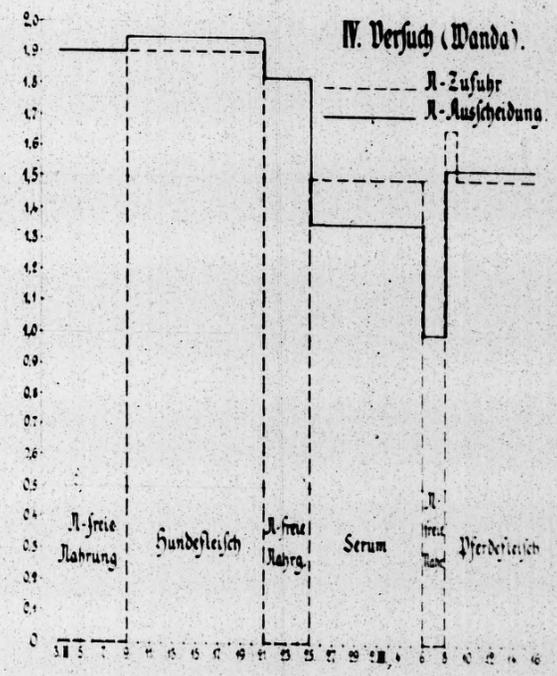
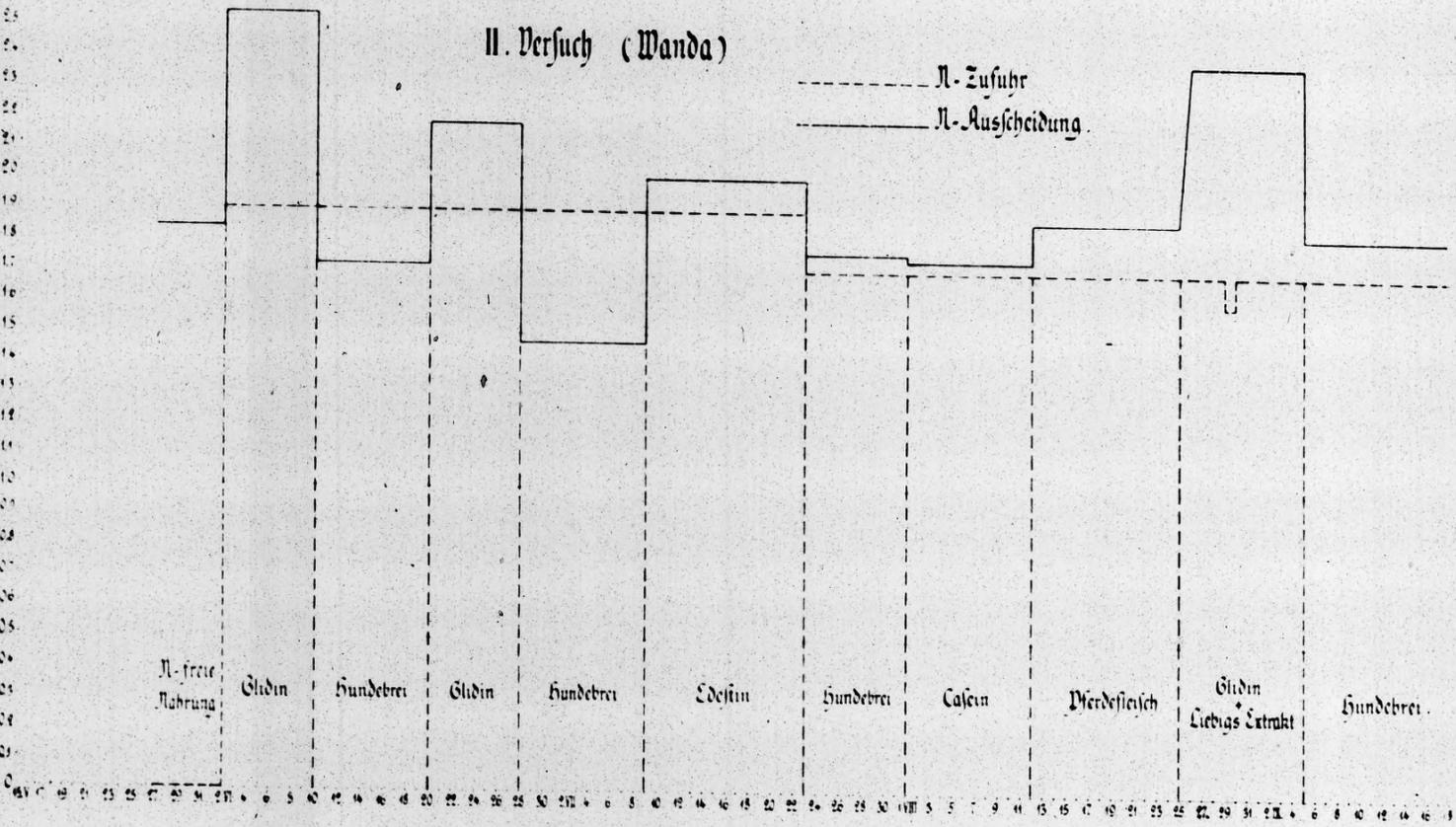
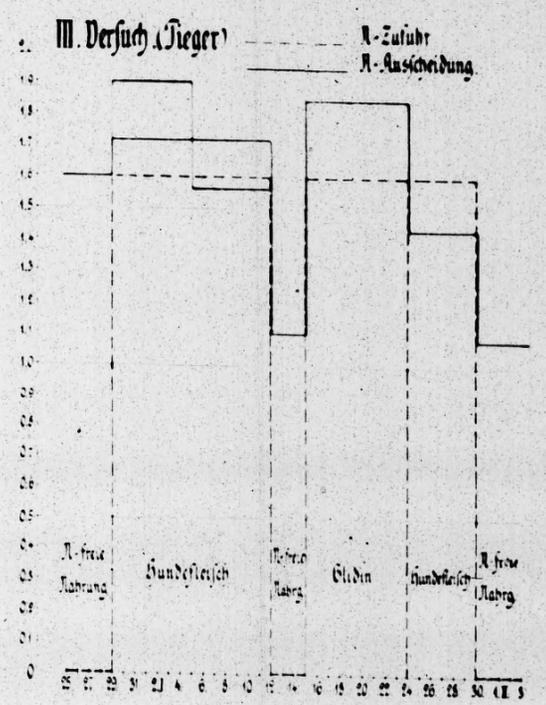
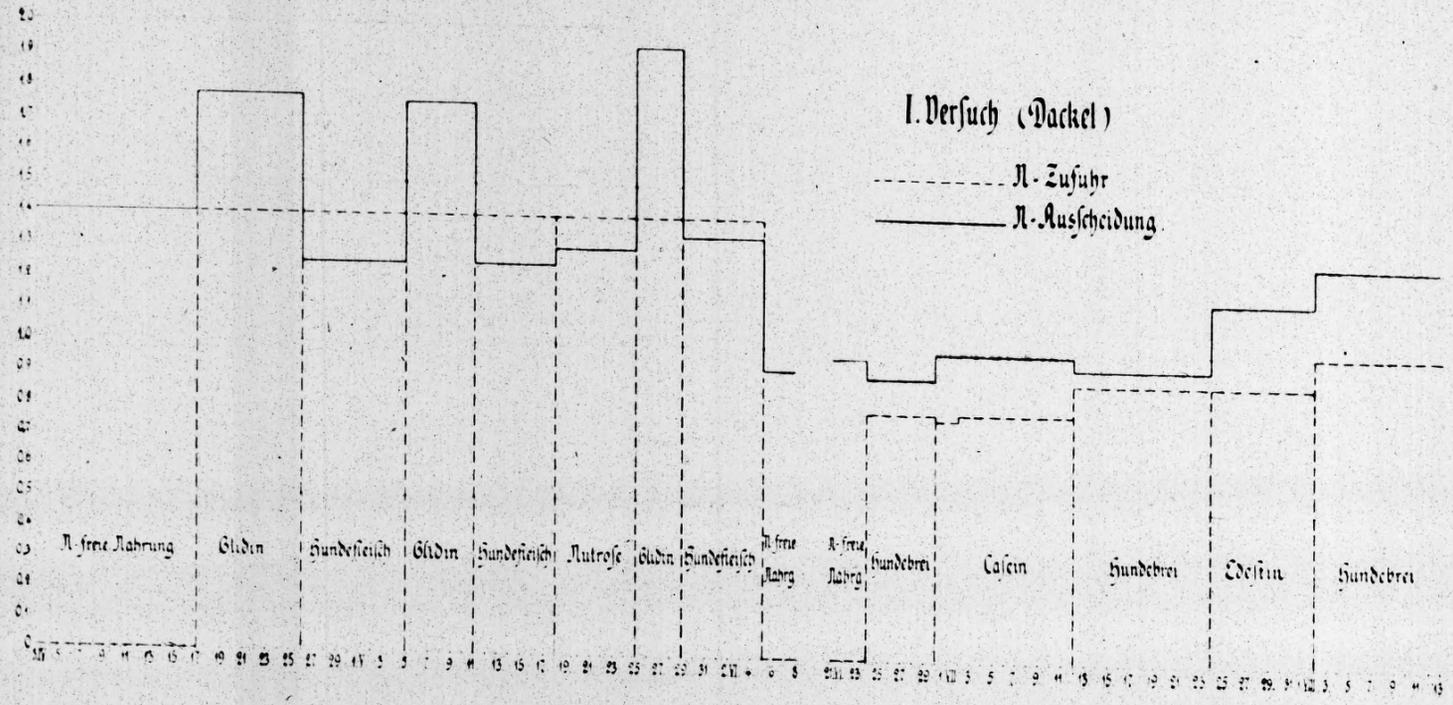
Einige der zitierten Autoren, Röhmann, Marcuse, Zadik, führen diesen Unterschied auf den Gehalt der Eiweißstoffe an Phosphor zurück. Dies widerspricht natürlich keineswegs unseren in der Einleitung auseinandergesetzten Anschauungen. Analog wie die quantitative Verteilung der Aminosäuren wird auch diejenige der anorganischen Stoffe für die Regeneration zu Organeiweiß eine wichtige Rolle spielen.<sup>1)</sup>

7. Schließlich möchte ich noch auf ein Verhalten eingehen, das im Vorangehenden schon mehrfach berührt wurde, nämlich auf die Frage: Wann ist das «Minimum» erreicht und wie verhält sich der Eiweißumsatz, bis dieses erreicht ist?

Bekannt ist, wie beim Hunger die N-Ausscheidung allmählich immer weiter sinkt, dann eine Zeitlang konstant bleibt, bis die prämortale N-Steigerung einsetzt. Das Minimum ist also im allgemeinen einige Zeit vor der prämortalen Steigerung erreicht. Für unsere Versuche konnten wir natürlich die Hungerperioden nicht bis zu diesem niedersten Wert ausdehnen, sondern waren gezwungen, einen früheren, demnach höheren Stickstoffwert als «Minimum» anzunehmen. Diesen hielten wir im allgemeinen für erreicht, wenn die N-Ausscheidung konstant blieb, wohl bedenkend, daß eventuell unter anderen Verhältnissen der Hund noch weniger Eiweiß umsetzen würde.

Es hat sich nun ganz regelmäßig in unseren Versuchsreihen gezeigt, daß nach Ablauf einiger Fütterungsperioden der Eiweißumsatz immer wieder um einen nicht unbeträchtlichen

<sup>1)</sup> Vgl. das Referat von Forster im Bericht über d. XIV. intern. Kongress f. Hygiene u. Demographie 1907, Berlin 1908, Bd. II, S. 332.



Betrag sank, sobald man eine Hungerperiode einschaltete, so daß die Kurve einen treppenförmig abfallenden Verlauf annahm. So war in der I. Versuchsreihe anfangs die mittlere N-Ausscheidung 1,42 g. Als der Hund mit der täglichen N-Menge, 1,44 g, vom 17. IV. bis 4. VI. gefüttert worden war, wurde nun das Hungerminimum in der 10. Periode 0,92 g und in der 12. Periode 0,97 g gefunden, also um ca. 0,5 g niedriger als anfangs.

Ebenso verhält sich in dieser Hinsicht die III. Versuchsreihe. Der anfangs bestimmte durchschnittliche Hungerwert am Schluß einer 27 tägigen Hungerperiode ist 1,59 g N. Nach einer 14tägigen Fütterung mit 1,6 g N sinkt der Hungerwert auf 1,1 g N (in der 4. Periode), also wiederum um 0,5 g N. In der Hungerperiode am Schluß der Versuchsreihe sinkt der Hungerwert nicht weiter herab: er beträgt, wenn man die 2 letzten Tage, welche wohl die prämortale N-Steigerung bedeuten, nicht mitberechnet, 1,07 g N. Da diese N-Ausscheidung nicht weiter abfiel, sondern im Anschluß hieran der Hund starb, so können wir mit Sicherheit annehmen, daß wir für den anfangs 12,7 kg schweren Hund mit dem Wert 1,07 g N das wirkliche Minimum erreicht haben.

In der IV. Versuchsreihe beträgt am Ende der 37 tägigen Hungerperiode der erste durchschnittliche Hungerwert 1,895 g N. In der 2. Hungerperiode, die nach einer 12tägigen Fütterung mit je 1,9 g N eingeschaltet wurde, sank der Wert nur unwesentlich auf 1,83 g N: in der 6. Periode hingegen, nachdem der Hund 10 Tage lang je 1,5 g N erhalten hatte, war ein Sinken des Hungerwertes auf 1,00 g N zu verzeichnen, also um 0,83 g N.<sup>1)</sup>

Für dieses in 3 Versuchsreihen konstante Verhalten des Stickstoffabfalls eine Erklärung zu geben, ist nicht leicht. Denn es ist möglich, daß dieser staffelförmige Abfall der N-Aus-

<sup>1)</sup> Ein ähnliches Verhalten finden wir auch in zahlreichen Versuchen von E. Voit u. Korkunoff, wo der Hungerwert vor der Fütterungsperiode deutlich höher ist, als nachher. Dies tritt besonders hervor in den Versuchstabellen auf S. 71, 73, 78, 83, 87, 90, 95, 97 der Originalabhandlung. Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXXII.

scheidung einfach eine zufällige Folge unserer Versuchsanordnung ist. Ohne die Fütterungsperioden wäre wahrscheinlich das Minimum ganz allmählich infolge der fortschreitenden Einschmelzung des funktionierenden Protoplasmas oder lebenden Gewebeiweißes auch erreicht worden; allmählich deshalb, weil der Protoplasmaschwund natürlicherweise kein sprunghafter ist. Daß in unsern Versuchen ein stufenweiser Abfall der N-Ausscheidung, vorhanden ist, wird also in erster Linie eine Folge der von uns gehandhabten Fütterungsweise sein. Ich denke mir den Vorgang nun folgendermaßen: Wie schon früher bemerkt, haben wir in unsern Hungerperioden nicht einen «absoluten Hunger», sondern nur einen «Eiweißhunger», da wir immer genügend große Mengen Fett und Kohlehydrate zugeführt haben. Voraussichtlich gerade infolge der Aufnahme dieser N-freien Stoffe vermag der Eiweißumsatz sich nicht nur bis auf eine gewisse geringe Stufe einzuschränken, sondern sich auch für längere Zeit auf derselben verhältnismäßig konstant zu erhalten.

Daß jede Zufuhr von Eiweiß den Eiweißumsatz steigert, so wird auch durch die geringen Eiweißmengen, die wir gefüttert haben, der Organismus aus seinem Zustand herausgerissen und der Eiweißumsatz in die Höhe getrieben werden, allerdings nur in geringem Grade. Dabei vermag der Körper N zu retinieren, wenn körpereigenes Eiweiß gegeben wird, hingegen gerät er in N-Defizit, wenn er körperfremdes Eiweiß erhält. Der in ersterem Falle retinierte und in die Zirkulation gelangende N wird wohl zu stabilem oder Zelleinschluß-eiweiß regeneriert werden können (wenigstens läßt sich bei den geringen in Betracht kommenden Mengen nichts dagegen einwenden), und so ist es nicht ausgeschlossen, daß während der Fütterungsperiode sich geringe Depots bilden können, die in den späteren Hungerperioden für den Eiweißumsatz mobilisiert werden.

Wie durch jede neue Eiweißzulage der Eiweißumsatz eine Steigerung, so erfährt er bei Aufhebung der Eiweißzufuhr eine Verminderung. Mag nun der Umsatz während der Fütterungsperioden noch so gering gewesen sein, sobald eine neue Hungerperiode eingeschaltet wird, sinkt der Umsatz infolge der Zu-

standsänderung auf eine niedrigere Stufe und dadurch wird die N-Ausscheidung jetzt ebenfalls geringer. Ob der Umsatz jetzt auf Kosten des stabilen Organeiweißes oder des vorhin vermuteten Eiweißdepots stattfindet, ist einerlei: es kommt weniger darauf an, welches Eiweiß disponibel ist, sondern darauf, daß der Umsatz auf jede relative Änderung seines Gleichgewichts sofort reagiert, um sich sofort ein neues Gleichgewicht zu suchen.

Wenn man dieses abwechselnde Steigen und Sinken mehrmals wiederholt, so muß man schließlich eine stufenweise abfallende Kurve erhalten.

Auf diese Weise ist es nun leichter verständlich, daß der Tierkörper sein Leben so sehr lange mit einem geringen Umsatz fristen kann: hier ist es wichtig, ob genügende Eiweißdepots zu diesem Zwecke noch zur Verfügung stehen. Aber schließlich muß es doch zu einem Punkte kommen, wo der Gesamtumsatz sich nicht mehr weiter einschränken läßt, wenn ein normales Leben möglich sein soll.

Wenn wir dies zusammenfassen sollen, so würden wir folgendes sagen: Ein gewisses Quantum stabiles Eiweiß ist zur Ermöglichung des Lebens unbedingt notwendig; wir wollen es das «Stammeiweiß» nennen. Dazu ist ein variables Quantum «labiles Eiweiß» ebenfalls unbedingt notwendig, um das Leben zu einem leistungsfähigen zu gestalten. Dieses letztere Eiweiß kann innerhalb gewisser Grenzen variieren; ich verstehe darunter dasjenige Eiweiß, das zersetzt wird vom Ende der jeweiligen ersten Hungerperiode (erstes Hungerminimum) an bis zu der letzten Hungerperiode, wo das Leben beginnt bedroht zu werden. Es entspricht wahrscheinlich verschiedenen Depots von Eiweiß, die aus dem regenerierten Eiweiß als Zelleinschluß-Eiweiß retiniert worden sind und eventuell unter verschiedenen Bedingungen stehen, als das Stammeiweiß, die somit eventuell einzeln, jedes für sich bei N-freier Nahrung abgebaut werden können.

Das Eiweiß hingegen, das vor Schluß der ersten Hungerperiode zersetzt wird, ist zum Leben, ja sogar zur Leistungsfähigkeit nicht unbedingt notwendig und kann als accidentelles, ja sogar eventuell als Luxuseiweiß betrachtet werden. Unsere Versuche zeigen meines Erachtens, daß das Minimum

des Eiweißumsatzes, das durch adäquates Eiweiß ohne Verlust ersetzt werden kann, innerhalb der Grenzen des «labilen Eiweißes» liegt.

Anmerkung: Ich möchte noch betonen, daß ich bei Benutzung der Namen «labiles» und «stabiles» Eiweiß natürlich nichts über deren Lokalisation und Organisation aussagen will; daß ich sie nur so gebrauche, wie diejenigen Forscher, die diese Begriffe eingeführt haben, um die Leichtigkeit zu bezeichnen, mit der die verschiedenen Eiweiße zersetzt werden.

### Schlußfolgerungen.

1. Wenn es beim Säugetier bisher nicht gelungen ist, N-Gleichgewicht zu erzielen und längere Zeit hindurch zu erhalten bei Zufuhr bloß derjenigen Menge in der Nahrung, die nach langdauerndem Eiweißhunger im Minimum ausgeschieden wird, so liegt der Gedanke nahe, daß dies, abgesehen von Resorptions- und Zirkulationsverhältnissen des Organismus, hauptsächlich von dem verschiedenen Aufbau der Eiweißstoffe der Nahrung abhängt.

2. Man muß annehmen, daß der Organismus zur Regeneration seiner Organeiweiße eine Auswahl aus den ihm mit der Nahrung zugeführten Bausteinen des Eiweißes trifft, wobei er einzelne, die nicht in seinen Komplex hineingehören, ausschalten und andere in größerer Zahl angliedern muß. Diese bilden den zur Erreichung des N-Gleichgewichts notwendigen Überschuß von N in der Nahrung.

3. Im Einklang mit dieser Annahme gelang es in den mitgeteilten Versuchen nicht, N-Gleichgewicht herzustellen, wenn als Nahrung körperfremde, pflanzliche Eiweißstoffe (Glidin, Edestin) in Mengen gleich dem Hungerminimum verfüttert wurden.

4. Hingegen ließ sich N-Gleichgewicht mit dem Hungerminimum regelmäßig dann erzielen, wenn zur Nahrung art-eigenes Eiweiß (beim Hund Hundemuskulatur, Hundeblyserum, am besten Breigemisch aus Hundeorganen) verwendet wurde. In letzterem Falle fällt wahrscheinlich für den Organismus die Auswahlarbeit weg oder wird doch auf ein Minimum eingeschränkt.

Man entfernt sich vom N-Gleichgewicht um so mehr, je artverschiedener das Nahrungseiweiß ist (Pferdefleisch, Casein. — «Stoffliche Verschiedenheit»).

5. Der Mangel an Extraktivstoffen bei den pflanzlichen Eiweißen im Vergleich zu den verwendeten tierischen Eiweißstoffen spielt bei diesem verschiedenen Verhalten keine wesentliche Rolle.

6. Es dauert sehr lange Zeit, bis im Eiweißhunger das Minimum der N-Ausscheidung wirklich erreicht ist. Der N-Umsatz kann durch abwechselnd aufeinander folgende Ernährungs- und Hungerperioden immer weiter eingeschränkt werden (bis auf 0,1 g N pro Kilogramm Körpergewicht), sodaß die Kurve des Abfalls einen treppenförmigen Verlauf annimmt.

In den früheren Arbeiten, welche die Möglichkeit eines N-Gleichgewichts mit dem Hungerminimum behaupten, ist auf dieses Verhalten nicht Rücksicht genommen worden.

---