

Über den Eiweißansatz.

Von

Max Rubner.

Die Erscheinung der Zurückhaltung von N, der in der Form von Eiweiß in den Körper eingeführt wird, nennen wir beim Erwachsenen den Ansatz, beim jugendlichen Organismus unter normalen Verhältnissen Wachstum. Man hat lange Zeit hindurch die beiden Vorgänge, von den kausalen Verhältnissen abgesehen, für gleichwertige Vorgänge angesehen und auch kurzweg den Ausdruck Ansatz gebraucht und damit also nur auf den Umstand einer für den Körper positiven N-Bilanz das Hauptgewicht gelegt. Der Ansatz, als die summarische Bilanz der Eiweißzufuhr zugunsten des Körpers, ist aber nur ein Sammelname für biologisch sehr verschieden zu bewertende Vorgänge, deren Einzelanalyse sowohl in Hinblick auf wissenschaftliche wie praktische Fragen durchaus nicht von untergeordneter Bedeutung erscheint. Es ist daher vielleicht angezeigt, die physiologischen Funktionen des im Körper zurückbleibenden N-Anteils der Kost zu besprechen, nachdem in den vorhergehenden Publikationen die Funktionen des Eiweißumsatzes näher geschildert sind und nach neueren Versuchen eine erweiterte Darstellung gefunden haben.

Betrachtet man diese Möglichkeit der funktionellen Verwertung, so kann man zunächst eine Gruppe stationärer Bildungen von Zellmasse durch Eiweiß voranstellen.

Zu diesen gehört in allererster Linie das Wachstum, d. h. die Bildung neuer Zellen; die dabei im Körper gegebene Verwendung des N-Materials ist in der Zunahme der Masse der Organe ersichtlich ausgeprägt und bedarf daher keiner ins einzelne gehenden Besprechung.

Die prozentige Beteiligung der einzelnen Organe am Körperaufbau ist je nach den verschiedenen Entwicklungsstadien verschieden, bekannt ist beim Menschen das frühzeitige Überwiegen des Gehirns, die Änderung der Hautmasse zur Körpermasse, das Schwinden der Thymusdrüse usw. Die

Organzellen treffen selbst gewissermaßen die Anordnung für die Verteilung des Nahrungsstroms.

Systematische Analysen des wachsenden Organismus, deren wir allerdings bis jetzt nur wenige besitzen, können über die Art der Organbildung oder, ernährungsphysiologisch betrachtet, über die dabei in Frage kommende Mehrung an organischem und anorganischem Körpermateriel Auskunft geben.

Bestimmend für die Lebhaftigkeit des Wachstums ist der Wachstumstrieb, d. h. vererbte Eigenschaften, die je nach dem Alter und der Spezies verschieden sind.¹ Jede die Abnutzungsquote übertreffende Eiweißmenge kann bei geeigneter Zusammensetzung der Kost zum Wachstum dienen. Überschreitet die Zufuhr den Bedarf, der durch den Wachstumstrieb bedingt ist, so wird dieser Überschuß von Eiweiß für dynamische Zwecke, d. h. als Ersatz für Fett oder Kohlehydrat verbraucht.²

Es ist bekannt, daß die meisten der bisher untersuchten Neugeborenen, auch jene des Menschen mit einem größeren Wassergehalt der Organe, als er später gefunden wird, zur Welt kommen. Diese Umwandlung in wasserärmere Geschöpfe kann sich manchmal schon in der ersten Verdopplungszeit des Geburtsgewichtes vollziehen.³

Dieser Wasserreichtum in früher Entwicklungszeit verteilt sich naturgemäß auf die verschiedenen Organe und wird in dieser Zeit ebenso festgehalten, wie der für das spätere Leben charakteristische. Dies geht unter anderem aus der Tatsache hervor, daß im Hunger bei Neugeborenen nach Maßgabe des Organverlustes auch reichlich Wasser austritt, so daß verhungerte Tiere etwa den gleichen Wassergehalt und Trockengehalt besitzen, wie bei guter Ernährung.

Nach Untersuchungen, die in meinem Laboratorium ausgeführt worden sind, enthalten gesunde Mäuse (Neugeborene oder Tiere in der ersten Verdopplungsperiode des Gewichts) 79.92 Prozent Wasser, die verhungerten Tiere gleichen Alters 80.9, wobei zu berücksichtigen ist, daß wegen Fettverlust der Wassergehalt um wenig erhöht erscheint.

Anknüpfend an diese Tatsache der Umwandlung der Neugeborenen mancher Tiere in der ersten Verdopplungsperiode in Tiere mit normalem Wassergehalt kann man sich fragen, wie diese Veränderung entsteht. Sie könnte zustande kommen durch spontane Ausstoßung von Wasser aus dem Protoplasma der Zellen, also eine Art Schrumpfung, oder dadurch, daß wasserfreies Eiweiß in das wasserhaltige Gewebe „eingebaut“ wird. Dieser

¹ Siehe Rubner, *Archiv für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 118.

² Rubner und Heubner, *Zeitschrift für experimentelle Pathologie u. Therapie*. Bd. I. S. 13.

³ Siehe Thomas, *dies Archiv*. 1911. Physiol. Abtlg.

Vorgang müßte in der Tat sehr umfangreich angenommen werden, wenn er der alleinige Weg sein soll, der zur Konzentrationsvermehrung führt.

Es ist z. B. enthalten nach meinen Analysen in 100 Teilen Fett und Asche frei gedachter Körpermasse weißer Mäuse 77.1 Teile Wasser (im Körper Verhungertes 77.2 Teile Wasser), bei den Neugeborenen aber 87.4 Teile Wasser. Fett und aschefreie Substanz entsprechen etwa dem „Eiweiß“.

Im ersten Falle sind 22.9 Teile Trockensubstanz, im letzten Falle 12.6 Teile vorhanden, woraus sich ergibt, daß das gesamte in einer Verdopplungsperiode zum Ansatz gelangende Eiweiß in dieser Art durch „Einlagerung“ placiert werden kann.

Die zweite stationäre Eiweißablagerung ist jene, welche sich dann vollzieht, wenn beim Erwachsenen — (oder beim Kinde) nach vorhergegangener Abmagerung ein Wiederersatz stattfindet. Diese Rekonstruktion, die unter dem regulierenden Einfluß eines uns bis jetzt im einzelnen nicht näher bekannten Zellbestandteiles (des Kernes oder eines Teiles desselben) steht, macht, nachdem ein Optimum der Ernährung eingetreten ist, halt.

Der Bestand der Zelle an lebender Substanz ist übrigens nicht ein durch die Organisation selbst bedingter, sondern in vielen, vielleicht allen Fällen nur durch die richtige Arbeitsbelastung auf den optimalen Zustand zu bringen, wie wir dies wenigstens aus Erfahrung von der Muskulatur wissen.

Wir haben für diese Art der Rekonstruktion eines optimalen Eiweißbestandes der Zellen keinen besonderen Namen, der Ausdruck Organeiweißbildung ist zu allgemein, da doch auch der Wachstumsvorgang unter diesen Begriff fällt, am ehesten würde sich mit der Aufgabe dieser Art von Eiweiß der Ausdruck Meliorationseiweiß decken.

Die Möglichkeit, Eiweiß in diesem Sinne zur Melioration der Zelle abzulegen, besteht nur so lange, als das Maximum des N-Bestandes noch nicht erreicht ist; je weiter die Zelle von diesem absteht, um so reichlicher wird Organeiweiß gebildet und um so günstiger wird das Nährmaterial dafür ausgenutzt.¹ Im allgemeinen darf man den optimalen Eiweißbestand der Zellen wohl als etwas ungemein Seltenes betrachten, da solche Fälle, in denen gleich von Anfang an bei günstiger Ernährung kein N-Ansatz eintritt, meines Wissens nicht beobachtet und beschrieben worden sind.

Es dürfte nach dem Gesagten zweckmäßig sein, nicht immer bei der Betrachtung der N-Bilanzen sich mit der Tatsache des N-Ansatzes oder Fleischansatzes zu befriedigen, sondern die Art der Verwendung des Eiweißes mit in Erwägung zu ziehen. Die Melioration umfaßt natürlich in aller mannigfaltigster Weise die verschiedensten Organgebiete des Körpers. Die

¹ Rubner, *Zeitschrift für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 43 ff.

Art der Organverluste bei Hunger ist bekannt, bei Körpergewichtseinbuße im Verlauf von Krankheiten wird nicht immer nur das Bild der Organverluste im Hunger wiederkehren, wir können voraussetzen, daß manche Organe besonders gelitten haben, also die Rekonstruktion in erster Linie nötig haben und vollziehen. Wenn man auch vorläufig die universelle Verwendung von „Eiweiß“ für jedwede Art der Organbildung zugeben will, so ist doch sicher, daß hinsichtlich der gleichzeitig zum Aufbau verwendeten Salze verschiedene Bedürfnisse vorliegen müssen.

Hier müssen wir aber sofort versuchen, den Begriff Organeiweiß schärfer zu präzisieren; es ist bekannt, und darauf komme ich später noch zurück, nicht jeder N-Ansatz beim Erwachsenen ist Organeiweiß, jedenfalls kommt noch eine zweite Form der N-Ablagerung vor, die man „zirkulierendes“ Eiweiß genannt hat.

Ich will also unter Meliorationseiweiß nur eine Zustandsverbesserung des Organeiweißes verstehen, an der alle Zellgebiete teilnehmen können, wenn vermehrte Eiweißmengen unter sonst geeigneten Bedingungen geboten werden. Dieser Zellbestand bleibt auch erhalten, wenn man die N-Zufuhr auf das tiefste N-Minimum durch geeignete Nahrung herabdrückt.

Die Bedingungen, unter denen das Organeiweiß sich leicht ersetzt und vermehrt wird, sind im wesentlichen bekannt, und in der Tierzucht praktisch verwertet worden.

Nach allgemeiner Erfahrung der Tierphysiologie, die auf eingehende Versuche begründet ist, gelingen die Verbesserungen des Ernährungszustandes am nachhaltigsten nicht durch Zufuhr von Eiweiß allein, sondern durch letzteres unter Beigabe von Fetten und Kohlehydraten. Das gleiche Resultat haben die Beobachtungen am Menschen ergeben.

Wir haben auch kennen gelernt, warum es nicht anders sein kann, man kann sagen, so paradox es klingt: „es ist nie so wenig Eiweiß für den Ansatz vorhanden als bei reiner Eiweißkost“,¹ wie bei ausschließlicher Eiweißkost, wo das Eiweiß vor allem zur Deckung des energetischen Bedürfnisses in Anspruch genommen wird, und die Größe dieses Bedürfnisses überhaupt durch die Eiweißnahrung in spezifischer Weise gesteigert wird.²

Charakteristisch für Versuchsreihen, in denen Meliorationseiweiß abgelagert wird, ist die lange Dauer eines solchen Ansatzes, der in fast derselben Größe sich oft wochenlang hinzieht.

Zwischen Wachstum und Meliorationseiweiß besteht schon biologisch ein wesentlicher Unterschied, aber auch die ernährungsphysiologischen Bedingungen für das Zustandekommen des Eiweißansatzes decken sich nicht.

¹ Rubner, *Archiv für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 70.

² Derselbe, *Gesetze des Energieverbrauchs*. S. 347.

Es kann vorkommen (z. B. beim Hund), daß in der ersten Periode des Wachstums der N-Ansatz viel größer ist, als man bei Erwachsenen *et. par.* eine Organeiweißbildung durch günstige Mischungen von Eiweiß und Fett erzielen kann.¹ Dann wird also in der Jugend nach Stoffverlusten das Wachstum allein die Melioration besorgen können. Später, wenn die Wachstumsintensität nachläßt, ist dann quantitativ die Melioration der leistungsfähigere Vorgang.

Zu einer minimalen und schnellen Bildung von Meliorationseiweiß gehört ein reichlicher Prozentsatz von Eiweiß in der Kost (bestehend aus Eiweiß und Fett), während in der Muttermilch (der Tiere) der zum maximalsten Anwuchs führende Eiweißanteil weit geringer ist. Dieser Unterschied kann möglicherweise zum größten Teil seine Erklärung finden in der ungleichen Anziehung wachsender und nicht wachsender Gewebe für das Eiweiß.

Neben den stationären Formen des Eiweißansatzes kommen außerdem die alimentären in zweiter Linie in Betracht.

Zu den alimentären Formen rechne ich zunächst das Übergangseiweiß, das ich in einer vor kurzem erschienenen Arbeit näher geschildert habe.²

Wird in einem Nahrungsgemische eine Eiweißmenge gereicht, die das N-Minimum überschreitet, so tritt eine Einstellung auf diese höhere Stufe der N-Menge ein; unter Ablagerung von Eiweiß, das sofort wieder verloren geht, wenn man die Menge des Nahrungseiweißes reduziert. Es handelt sich also auch um die Bildung belebten Eiweißes, aber nur in beschränktem Maße, und für bestimmte Zwecke und Zustände des Organismus. Offenbar kommt diese Anlagerung nur isoliert für sich zustande, solange es sich um relativ kleine Zufuhren von Eiweiß in der Nähe des N-Minimums handelt.

Es scheint also auch, daß beim Wachstum nebenbei eine derartige Bildung von Übergangseiweiß in beschränktem Maße vorliegt.

Eine weitere Form einer alimentären Eiweißablagerung, welche aber als „totes“ Material betrachtet werden muß, ist das Vorratseiweiß (zirkulierendes Eiweiß, Voit).

Damit sind die wesentlichen uns bekannten Formen des N-Ansatzes erledigt, sie treten nicht alle getrennt für sich auf, sondern oft kombiniert, je nach den verschiedenen Ernährungsbedingungen. Es wird notwendig sein, die verschiedenen Möglichkeiten noch etwas eingehender zu behandeln.

Wachstum und Bildung von Meliorationseiweiß sind Vorgänge, die sich leicht ohne besondere experimentelle Mittel verfolgen lassen, die Gewichts-

¹ Rubner, *Archiv für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 122.

² *Dies Archiv*. 1911. Physiol. Abtlg. S. 61.

Veränderungen allein schon sind Zeugen der Natur dieser Umwandlungen im Organismus. Die rein alimentären Vorgänge sind dagegen nicht so direkt dem sinnenfälligen Beweise zugänglich. Die Anreicherung des Organismus mit der einen oder anderen Sorte von Eiweiß ist ziemlich verwickelt und etwas ungeklärt, so daß es nötig sein wird, noch genauer auf die Prozesse der Eiweißablagerung einzugehen. Es genügt nicht, wie es zumeist geschieht, nur die einfachen Bilanzen der Zu- und Ausfuhr N-haltiger Nahrungsstoffe und ihre Begleiter (Wasser, Salze) zu vergleichen, auch das Gesamtverhalten der Organismen, der wechselnde Energieverbrauch und manches andere spielt in die Fragen hinein.

Auch die neue Literatur zeigt, daß die Modalitäten der Eiweißzersetzung noch immer bezüglich der Auflösung in ihre einfachen Elementarvorgänge zu wünschen übrig lassen. Kaum eine andere Frage des Stoffwechsels ist so unübersichtlich wie die Vorgänge der Eiweißzersetzung, weil man sich bis jetzt nicht daran gewöhnt hat, ihr in der Darstellung eine einheitliche Form zu geben.

Die älteren Beobachtungen haben bei Eiweißfütterung¹ bewiesen, daß mindestens zwei Formen des Ansatzes in Betracht kommen, einmal Eiweiß, das bei nachfolgendem Hunger rasch zerstört wird und Eiweiß, das meist nur langsam und in kleinen Quoten zu Verlust geht. Ersteres wird man heute zumeist anknüpfend an den zuerst von Voit gewählten und später von ihm verlassenen Namen „Vorratseiweiß“ nennen, letzteres ist das Eiweiß der Organe, das wir im Hunger allmählich zugrunde gehen sehen.² Wir wissen heute, daß das erstere im wesentlichen vorhanden sein muß; um bei der zyklischen Nahrungsaufnahme als Ausgleichsfonds zu wirken, und in Perioden des Anschwellens des Nahrungsstromes den Eiweißmangel auszuschließen.³

Das Vorratseiweiß ist also nichts weiter als eine Durchgangsstufe des Nahrungsseiweißes, von dem ein Teil so weit angesammelt sein kann, daß er als selbständige, einige Zeit zurückgehaltene Masse erscheint.

Eine Reihe von Erscheinungen des Eiweißstoffwechsels entbehren einer verständlichen Auffassung, weil man sich nicht hat entschließen können, die Funktionen der Körpergröße für den Eiweißumsatz sich klar zu machen. Die früher von Voit für den Hund gemachte Annahme, das Vorratseiweiß betrage höchstens 5 Prozent des Organeiweißes⁴ und von letzterem werde nur etwa 1 Prozent genutzt, gilt nicht allgemein, sondern nur für die von ihm verwendeten großen Hunde.

¹ Siehe Voit, *Zeitschrift für Biologie*. Bd. III. S. 1 und Bd. V. S. 329.

² Siehe Voit, *ebenda*. Bd. II. S. 307.

³ Rubner, *Archiv für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 10.

⁴ Voit, *Zeitschrift für Biologie*. Bd. V. S. 330.

Das Eiweiß der Nahrung, gleichgültig, ob der Zersetzung oder dem Ansatz bestimmt, steht naturgemäß im Zusammenhang mit dem Energiebedürfnis der Tiere überhaupt und dieses wird von dem Oberflächengesetz beherrscht, das unter sinngemäßen Voraussetzungen überall sich bestätigt findet¹ und uns für die Auffassung der Lebenserscheinungen die größten Dienste geleistet hat.

Daraus folgt, daß wie der Energieverbrauch selbst, so auch der Eiweißverbrauch irgendwelche allgemeine konstante Beziehung zur Körpermasse, also zum Eiweißbestand des Körpers gar nicht haben kann, sondern mit der Kleinheit der Tiere alle durch Eiweiß zu deckenden Bedürfnisse und Leistungen, Umsatz von Nahrung und Organeiweiß, Bildung von Vorratseiweiß, Meliorationseiweiß usw. relativ zur Körpermasse zunehmen müssen.

Da für die Fragen des Eiweißstoffwechsels wie des Stoffwechsels sonstiger Nahrungsstoffe überhaupt sowohl Beobachtungen an verschiedenen großen Individuen, wie der Wunsch, Ergebnisse an verschiedenen Spezies vergleichend zu untersuchen, eine große Bedeutung besitzen, wird man sich die Frage vorlegen müssen, auf welcher Basis solche Vergleiche überhaupt am besten vorgenommen werden können.

In dieser Hinsicht lassen sich zwei Wege als gangbar und übersichtlich bezeichnen; der eine nimmt als Ausgangspunkt den Nahrungsbedarf, d. h. jene Menge der Kalorien, welche zur Erhaltung des betreffenden Organismus unbedingt notwendig ist; da der Bedarf wechselt, je nach verschiedenen äußeren Einflüssen und je nach den funktionellen Leistungen, habe ich als Bedarf gewöhnlich jenen eines hungernden, ruhenden Organismus bei mittlerer Lufttemperatur angenommen.

Die Nahrung läßt sich dann durch die Proportionen der einzelnen Nahrungsstoffe in Kalorien zum Ausdruck bringen, wie ich dies zuerst vorgeschlagen habe.² Die reine Eiweißernährung wird also mit = 100 Prozent Eiweißkalorien bezeichnet. Die unterste Grenze muß jene Eiweißproportion darstellen, welche dem Eiweißminimum entspricht; diese Größe ist experimentell bewiesen für das Kind, den Erwachsenen, für große Säuger und kleine Säuger, für Vögel zu rund 4 Prozent Eiweißkalorien im Verhältnis zu den Gesamtkalorien.

Alle beliebigen Gemische von Eiweiß + Fett, oder Eiweiß + Kohlehydraten oder der Vereinigung der drei Hauptstoffe lassen sich in analoger Weise zum Ausdruck bringen, und können bei den verschiedenen Organis-

¹ Rubner, *Gesetze des Energieverbrauchs*. S. 253.

² *Zeitschrift für Biologie*. Bd. XXI. S. 399.

men als Vergleichsmasse dienen. Proportionale Verhältnisse haben dieselben Wirkungen im ernährungsphysiologischen Sinne. Bis jetzt haben sich keine Zweifel für die Zulässigkeit einer solchen Anschauung ergeben.

Auch die Wirkungen des Eiweißansatzes lassen sich sehr wohl prozentualiter auf den Bedarf beziehen.

Im Hunger wird der Körper selbst zur Nahrung, die proportionalen Verhältnisse der Zusammensetzung des Körpers werden daher selbst für die Verhältnisse des Stoffverbrauches entscheidend.

An der Deckung des Energiebedürfnisses im Hunger beteiligen sich Eiweiß und Fett in Relationen, die ihrerseits von dem Fettgehalt des Körpers abhängig sind. Drückt man die Beteiligung von Eiweiß und Fett an dem Energieumsatz im Hunger prozentisch aus, so gilt dasselbe Schema für alle Organismen (gleichen Fettgehalts) beliebiger Größe.¹

Lassen sich also durch die Angaben über die prozentige Zusammensetzung des Umsatzes oder des Nahrungsgemisches die Wirkungen der Nahrung schon viel durchsichtiger zum Ausdruck bringen, und Ergebnisse vergleichend behandeln, so muß unter Umständen bei Überfütterung (abundanter Kost) das Verhältnis von Nahrung zum Bedarf als erläuternd noch hinzugefügt werden.

Auf die Bedeutung des Ernährungszustandes für den Verlauf des Ernährungserfolges habe ich schon früher hingewiesen, so daß sich seine nochmalige Besprechung in diesem Zusammenhange erledigt. Die Art des verfütterten Eiweißes, das Verhältnis von Fett und Kohlehydraten braucht als bedeutungsvoll nur kurz angedeutet zu werden.

Durch eine derartige systematische Betrachtung des Stoffwechsels wird auch die Möglichkeit geboten, die Erfahrungen am Menschen in die richtige Parallele zu den Erfahrungen am Fleischfresser z. B., an dem wir über ein so reichliches experimentelles Tatsachenmaterial verfügen, zu bringen.

Der Darstellung der Ernährungsvorgänge auf Grund der Betrachtung der proportionalen Verhältnisse (und zum Bedarf) kann man, wenn dies auch noch ungewohnter wäre, die Reduktion der Vorgänge auf die Oberflächeneinheit auch für die Prozesse des Stoffwechsels ergänzend hinzufügen; man gewinnt so auch wieder die Möglichkeit eines direkten Vergleiches der Stoffwechselforgänge bei Organismen verschiedener Größe und Spezies.

Ein Beispiel dieser Art habe ich bereits anderenorts gegeben.¹

¹ Rubner, *Zeitschrift für Physiologie*. Bd. XIX. S. 560.

² *Archiv für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 122.

Es beträgt pro 1 ^{qm} Oberfläche:	
der größtmögliche N-Verlust bei Hunger (und ausschließlicher Eiweißzersetzung)	40.0 gr ^m täglich,
der mittlere bei Fettverbrauch	4.0 „ „
der größte N-Ansatz als Organeiweiß	8.0 „ „
und der minimalste Wachstumsansatz	12.0 „ „
der niedrigste Eiweißverbrauch bei Kohlehydratbeigabe etwa	1.6 „ „

Bei dieser Betrachtung scheidet das Körpergewicht ganz aus der Rechnung, mit anderen Worten, die N-Masse des Körpers ist für die N-Zersetzung und für den N-Ansatz in irgend einer Form nicht das Maßgebende, sondern die Gesamtfunktion, welche der lebenden Substanz funktionell, d. h. durch die Körpergröße und die relative Oberflächenwirkung auferlegt wird, ist das einzig Bestimmende.

Vergleichende Untersuchungen werden mit einer Erscheinung von ziemlicher Tragweite zu rechnen haben, mit der Schnelligkeit des Ablaufs der Prozesse. Die allgemeinen Verhältnisse haben wir schon erwähnt. Der Kraftwechsel hängt mit der relativen Oberflächenentwicklung zusammen. Der Verfall im Hunger ist um so größer, wie die Kleinheit der Tiere zunimmt. Daraus folgt logischerweise aus dem Gesetz des proportionalen Verhaltens, daß die Funktion des Ansatzes, die Regeneration wie die Intensität des Kraftwechsels selbst verschieden ist. Bei kleinen Tieren fällt nach Eiweißfütterung der Eiweißumsatz rapid bei Hunger ab, und der Ansatz von Eiweiß steigt nach Eiweißzufuhr rapider, als bei großen Tieren. Die länger gedehnten Kurven großer Tiere bieten viel mehr Gelegenheit, Details des Eiweißansatzes und der Eiweißabgabe wahrzunehmen, als jene kleiner Säuger.

Die Nutzenwendungen des Gesagten sind also für den menschlichen Stoffwechsel leicht zu ziehen, man muß sie beachten, da wir ja in der Entwicklungszeit der Säuglinge fortwährend auf ihre Anwendung hingewiesen werden. Die Variationen von Vorratseiweiß in der Jugend und beim Erwachsenen, des N-Ansatzes bei Rekonstruktion von Geweben, Eiweißverluste beim Hunger, all diese Prozesse ergeben sich aus den allgemeinen Betrachtungen.

Nur hinsichtlich der maximalen Grenzen des Wiederaufbaues herabgekommener Organe herrscht bei groß und klein dasselbe Bild, weil nach dem Chossatschen Gesetz die maximalsten Körpergewichtsverluste bei hungernden Tieren gleichen Ernährungszustandes dieselben sind.

Die Eiweißzufuhr an sich entscheidet nicht darüber, ob Vorratseiweiß oder Organeiweiß gebildet wird, sondern nur der Umstand, ob Eiweiß allein

oder Eiweiß zusammen mit N-freien Stoffen aufgenommen wird. Voit hat auf diesen Unterschied für die Zwecke der Mast aufmerksam gemacht¹ und gemeint, daß bei reiner Eiweißzufuhr nur Vorratseiweiß gebildet werde. Ich komme darauf noch zu sprechen.

Die Erklärung dieses gegensätzlichen Verhaltens unterliegt heute keinen besonderen Schwierigkeiten. Jede Zugabe von Kohlehydraten oder Fett zur Eiweißnahrung verdrängt letztere mehr oder minder aus der Funktion, die Energiebedürfnisse zu decken. Organeiweiß kann dann leicht gebildet werden, eine vorherige Unterernährung vorausgesetzt. Die das Ansatzbedürfnis überschreitende Eiweißmenge bei großer Kohlehydratbeigabe fällt der Spaltung anheim, denn sie kann im Körper sich nicht ansammeln. Nicht einmal Vorratseiweiß entsteht dann² unter diesen Umständen auch bei noch so großer Eiweißgabe; es liegt für dieses auch gar kein Bedürfnis vor. Bei der menschlichen Ernährung, die zumeist mit Nahrungsgemischen N-haltiger und N-freier Natur erfolgt, sind also die eben geschilderten Verhältnisse ohne Bildung großer Mengen von Vorratseiweiß die maßgebenden.

Die maximalen täglichen Werte des N-Ansatzes sind dabei — je nach der Wahl der Eiweißmenge und ihrem Verhältnis zu den N-freien Stoffen — verschieden, doch dauert der Ansatz viele Tage und Wochen.³

Der Spielraum für die Möglichkeit des Eiweißansatzes ist sehr weit gezogen. Heubner und ich haben beim Säugling gezeigt, daß dieser sofort Wachstum zeigt, wenn nur etwas mehr Eiweiß gegeben wird, als die Abnutzungsquote (etwa 4 Prozent Eiweißkalorien berechnet auf den Gesamtenergieverbrauch) ausmacht, und beim Erwachsenen liegt die Sache nach neuen Versuchen meines Laboratoriums nicht anders. Bei den Tieren gilt dasselbe, eine Kost mit 30 Prozent Eiweißkalorien (Eiweiß + Fett) kann schon einen starken Ansatz bedingen, ja sogar 60 Prozent Eiweißkalorien können noch nutzbringend für den Ansatz sein. Darüber hinaus versagt das Eiweiß mehr und mehr für einen dauernden Ansatz.⁴

Auch für die Verhältnisse des Ansatzes liegt kein Beweis vor, daß etwas anderes über den Erfolg entscheidet, als (vom Körperzustand abgesehen) die Relation der Nahrungsstoffe und die Beziehung der Zufuhr zum Bedarf (abundante oder nicht abundante Kost).

Werden rationelle Verhältnisse einer Nahrungsmischung zum Zwecke des Ansatzes von Eiweiß gegeben und zwar längere Zeit, so tritt allmählich ein Gleichgewicht der Einnahme und Ausgabe ein.

¹ *Zeitschrift für Biologie*. Bd. V. S. 340.

² Rubner, *Archiv für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 18.

³ Voit, *Zeitschrift für Biologie*. Bd. V. S. 340. Rubner, *Archiv für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 73.

⁴ Rubner, *Archiv für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 119.

Dann kann eine Ansammlung von Vorratseiweiß in einem dem Prozentgehalt der Eiweißmenge der Nahrung entsprechenden Verhältnis zum Vorschein kommen.

Der Eiweißansatz ist also, biologisch betrachtet, je nach den Ernährungsbedingungen ganz verschiedenen Charakters.

Wir müssen nochmals bei der reinen Eiweißernährung anknüpfen, von der man behauptet, sie führe nur zur Bildung von Vorratseiweiß, und wollen mit der Ernährung des Menschen die Betrachtung beginnen. Die Fälle reiner Eiweißernährung beim Menschen sind recht selten, vor allem erschweren gewisse technische Hindernisse, wie die Mühseligkeit der Nahrungsaufnahme, ihre Ausführung. Die ersten Experimente finden sich bei Ranke, der allerdings nur je einen Tag mit reiner Fleischkost durchgeführt hat,¹ dann sind von mir mehrtägige Reihen mit reiner Fleischkost ausgeführt worden, die nach Zugrundelegung moderner Analysen für den N-Gehalt des Fleisches erhebliche N-Ansätze erkennen lassen, in einem Falle Einfuhr 169.4, 145.3 g^{mm} als Ausfuhr = 24.1 g^{mm} N als Ansatz, und dann 141.5 g^{mm} N als Einfuhr und 116.2 als Ausfuhr = 25.3 g^{mm} N als Ansatz für je drei Tage.²

Die Größe der N-Retention läßt sich aber leicht steigern, wenn man darauf achtet, daß der Körper vorher keine eiweißreiche Kost erhält und dann die Eiweißzufuhr beginnt, oder wenn vegetabilische Kost mit eiweißarmen Nahrungsmitteln (am leichtesten mit Reis oder Kartoffeln zu machen) vorausgeht. So habe ich bei einer Person gelegentlich einer Zufuhr von 69.9 g^{mm} N in Fleisch nur einen Umsatz von 36.5 g^{mm} N gefunden, so daß an einem Tage 33 g^{mm} N zur Retention kamen.³

Man hat ähnliche Ergebnisse früher immer dahin gedeutet, daß der Fettreichtum des Körpers über die Größe des N-Ansatzes nach Fleischzufuhr entscheide, es kann dies bis zu einem gewissen Grade der Fall sein, es muß aber nicht so sein. Auf diese Verhältnisse aufmerksam geworden, habe ich in einem anderen Falle mich eines Kunstgriffes bedient und die N-Ausscheidung vor der Fleischgabe zu sehr niedrig gehalten, letztere aber sehr gesteigert mit dem Effekt, daß nunmehr sehr bedeutende N-Mengen zum Ansatz kamen.

Bei sehr viel Eiweiß I. Reihe 58.13 + 51.8 = 109.0 g^{mm} für 2 Tage,

„ weniger „ II. „ 30.8 + 25.0 = 55.8 „ „ 2 „

In Versuchen, die K. Thomas vor kurzem in meinem Laboratorium ausgeführt hat, wurde bei reiner Fleischkost in 3 Tagen (42.9 + 25.2 + 8.3) 76.4 g^{mm} N zum Ansatz gebracht.

¹ *Dies Archiv*. 1862. Physiol. Abtlg. S. 311.

² *Zeitschrift für Biologie*. 1897. Bd. XV. S. 121.

³ *Ebenda*. Bd. XLII. N. F. XXIV. S. 272.

Dabei war Thomas vorher durch reine Zuckerfütterung vor der Fleischzufuhr geradezu auf ein Eiweißminimum heruntergegangen.

Die eben angeführten Versuche geben Zeugnis von der Möglichkeit, bei reiner Fleischkost rapide und erhebliche Ansätze von Eiweiß zu erzielen.

Es wird also viel Eiweiß zurückbehalten, wenn man den Körper vorher auf einen niedrigen Eiweißgehalt gebracht hat. Das ist aber nicht so zu verstehen, als wenn durch eine künstliche Eiweißverarmung sich etwa das Verhältnis von Eiweiß und Fett am Körper zugunsten des letzteren geändert hätte. So groß sind diese N-Abgaben, die dem Versuche vorangehen, gar nicht.

Auch die N-Abnahme, welche bis zur Erniedrigung des N-Umsatzes auf die Stufe eiweißarmer Gemische vom Körper erfolgt, kann nicht als eine starke Einbuße von Körpersubstanz angesehen werden.

Es läßt sich zunächst leicht beweisen, daß bei Eiweißzufuhr keineswegs nur eine Bildung von Vorratseiweiß zustande kommt, sondern daneben auch eine Bildung von Organeiweiß. Nach einer Eiweißfütterung ergibt sich ein Körpergewichtszuwachs und der Gesamtenergieverbrauch des Tieres ist bei nachfolgendem Hunger, mit einer Hungerperiode vor dem Eiweißversuch verglichen, zwar gesteigert, aber nur in dem Maße der Gewichtszunahme.¹

Es wäre auch ziemlich unverständlich, warum die Zellen gerade bei Eiweißkost nicht die Tendenz haben sollten, ihren Eiweißreichtum zu erhöhen, nur wird bei ausschließlicher Eiweißkost im Effekt der Tagesbilanz dieser Ansatz natürlich bescheidener in den Vordergrund treten und vielleicht selbst in einzelnen Stunden als Organeiweiß angesetztes in anderen Tagesstunden wieder zur Zersetzung bereit gestellt werden müssen. Die Größe der N-Anspeicherung kann also auch bei Tieren bei reiner Fleischkost erheblich sein.²

Die Intensität, mit welcher diese Organbildung erfolgt, ist abhängig vom Ernährungszustand des Tieres. Ein je höheres Körpergewicht ein Tier durch Eiweißansatz allmählich erreicht hat, desto geringer ist bei einer auf Hunger folgenden Eiweißernährung der Eiweißansatz, d. h. desto schneller kommt es in das N-Gleichgewicht,³ was mit der von mir nachgewiesenen Eigenschaft der verschiedenen Anziehung gut und schlecht genährter Organe für Eiweiß seine Erklärung findet.⁴ Ist ein Maximum des Ernährungszustandes vorhanden, so kann das zugeführte Eiweißmaterial nur der Zersetzung anheimfallen.

¹ Rubner, *Gesetze des Energieverbrauchs*. S. 260.

² Siehe *ebenda*. S. 68.

³ *Ebenda*. S. 262.

⁴ Rubner, *Archiv für Hygiene*. Bd. LXVI. S. 50.

Ich habe in der vorherigen Abhandlung auseinandergesetzt, daß die Art des Eiweißansatzes hier neben Vorratseiweiß zum großen Teil aus Übergangseiweiß besteht.

Kehren wir zum Ausgangspunkt meiner Betrachtungen zurück, so habe ich gezeigt, daß die Möglichkeiten des Eiweißansatzes sich biologisch sehr ungleich verhalten und daß man nicht immer mit Bestimmtheit die Funktionen wird angeben können, denen das abgelagerte Eiweiß dienen wird. Der Vollständigkeit halber muß ich noch auf eine namentlich von klinischer Seite viel besprochene Frage: die sogenannten Eiweißmast eingehen.¹

Merkwürdigerweise hat eine Beobachtung, die an sich nicht geeignet war, eine besondere Eigenart des menschlichen Stoffwechsels zu begründen, sehr umfangreiche literarische Fehden und Diskussionen hervorgerufen. Man hatte gelegentlich gefunden, daß die Gewichtszunahme von Personen geringer war, als vorausgesetzt werden mußte, wenn das zur Ablagerung gekommene Eiweiß als wasserhaltig und aschehaltig berechnet wurde. Diese Beobachtungen hätten an sich nichts Befremdendes haben sollen, denn ganz die gleichen Erscheinungen waren bereits von Bischoff und Voit im Jahre 1861² beschrieben, und es war zur Erklärung auf die Rolle des Wassers für Körpergewichtsschwankungen hingewiesen worden. Das im Körper zurückbleibende Eiweiß kann manchmal auch dort das nötige Wasser zur Organbildung bereits vorfinden. Die Versuche am Menschen sind aber der Anlaß geworden, eine besondere Einlagerung von Eiweiß in den Zellen, wasserfrei, nach Art von Fett und Glykogen anzunehmen. Vorgänge wahrer Organbildung nannte man Fleischmast und die ebengenannte Ablagerung von (toten) Eiweißschlüsseln Eiweißmast. Zwischen beiden läge also das entscheidende Kriterium in der Wasserhaltigkeit oder Wasserfreiheit des zur Ablagerung gekommenen Eiweißes.

Die Annahme einer solchen Zweiteilung ist aber durch die Ergebnisse der bisher veröffentlichten Versuche keineswegs als erwiesen anzusehen.

Sie ist auf dem begangenen Wege, wie wir sehen werden, überhaupt kaum zu lösen. Klarer, dem entscheidenden Experiment zugänglicher liegt die Sache bei den einzelligen Organismen.

Ich habe vor zwei Jahren³ über die verschiedenen Ernährungs-

¹ Siehe die Veröffentlichungen von v. Noorden, *Deutsche Klinik*. Bd. III. S. 203; Lüthje, *Zeitschrift für klinische Medizin*. Bd. XXXIX. Heft 3 und 4, ebenso Bd. XLIII. Heft 3 und 4 und Bd. XLIV. S. 1 und *Deutsches Archiv für klinische Medizin*. Bd. LXXXI. S. 278; Bornstein, *Zentralblatt für die gesamte Physiologie und Pathologie des Stoffwechsels*. 1906. Nr. 9 und 10 usw.

² Bischoff und Voit, *Gesetze der Ernährung der Fleischfresser*. S. 57.

³ *Sitzungsberichte der königl. preuß. Akademie der Wissenschaften*. 1909. S. 164.

zustände von Hefezellen berichtet und gezeigt, daß bei diesen eine N-Retention vorkommt, selbst bei latentem Leben als ein fermentativer Prozeß verlaufen kann, und daß ferner die Aufspeicherung von Eiweißstoffen bis zu einer bestimmten Grenze — dem Schwellenwert des Wachstums — die Neubildung von Zellen anregt. Es wäre aber sehr verfrüht, wenn man solche an einzelligen Wesen, die in eine beliebige Nährflüssigkeit gebracht werden können, beobachteten Erscheinungen ohne weitere Beweise auf die komplizierten Verhältnisse des erwachsenen Warmblüters übertragen wollte.

Die Berechtigung der Annahme einer Eiweißmast hängt ganz von den Vorstellungen ab, die wir uns auf Grund von Versuchen von den Wasservorräten des Körpers machen müssen.

Ich habe erwähnt, daß schon in der Ära der ersten Entwicklung der Stoffwechsellehre auf die Schwankungen des Wassergehaltes der Tiere hingewiesen wurde. Nicht nur haben Bischoff und Voit sogar besondere Ernährungsformen wie Brot bezeichnet, die den Körper wasserreich machen können, während Eiweißnahrung diese Wasseranhäufung zur Abscheidung bringt; auch nach meinen Erfahrungen kann man sogar mit Eiweißfütterung allein den Körper so trocken machen, daß tagelang nachträglich z. B. trotz Hunger kein Gewichtsverlust entsteht, weil zunächst Wasser im Körper angesetzt wird. Der Umstand, daß den älteren Experimentatoren die große Variabilität des Wassergehaltes des Organismus weniger aufgefallen ist, liegt daran, daß die Versuchstiere, an denen man gewöhnlich experimentiert, bei der gewöhnlichen Temperatur sehr leicht ihre Wasserbilanz auf einem mittleren Niveau halten. Erst bei jenen Versuchen, bei denen ich Tiere bei so hoher Temperatur beobachtete, daß die physikalische Wärmeregulation lebhaft in die Erscheinung trat, und die Wasserverdunstung eine bedeutungsvolle Größe erreichte, sah ich den Wandel des Wassergehaltes häufig in ausgeprägter Weise zum Ausdruck kommen.

Der Mensch lebt fast ausnahmslos unter solchen Lebensbedingungen, unter denen die Ansprüche an die Wasserverdunstung sehr wechselnde sind; Wärme, Feuchtigkeit, Kleidung, Trinkgewohnheit, Nahrungsweise, Arbeitsart, alle diese Faktoren bedingen Verschiedenheiten derselben. So folgen sich Perioden der Wasseranreicherungen und Wasserabgabe in buntem Wechsel. Nicht selten scheint die periodische Zurückhaltung von Wasser auch bei partieller Inanition und Entfettung zu sein, wobei dann nach Zurückhaltung von Wasser eines Tages ein ganz dünner blasser Harn in reichlichen Mengen abfließt unter starkem Fallen des Gewichts.

Die größte der möglichen Variationen des Wassergehaltes lebender Organismen läßt sich an der Hand von Analysen von Tieren gewinnen.

In Versuchen meines Laboratoriums, die im Jahre 1892 publiziert sind, ergab sich an Tauben, daß sowohl der Wassergehalt der Muskeln und der des ganzen Tieres auch bei völlig Gesunden Schwankungen unterliegt. Dabei war nicht etwa nur der Wassergehalt der Tiere untersucht worden, sondern auch der Fettgehalt, eine Vorsichtsmaßregel, die von vielen späteren Beobachtern wieder außer Betracht gelassen worden ist.

Wenn man die Variationsgrößen des Wassergehaltes eines Organismus beurteilen will, geht man am übersichtlichsten von dem Verhältnis zwischen N-Gehalt und Wassermenge aus.

Für Muskelsubstanz kann man im Durchschnitt auf 1^{grm} N 22 Teile Wasser rechnen. Tatsächlich schwankt aber auch die Muskelsubstanz etwas im Wassergehalt. Bei genauer untersuchten Tauben, bei denen alle Muskeln gesammelt und analysiert wurden, kamen im Mittel auf 1^{grm} N 22.0 Teile Wasser, bei einem Maximum von 1^{grm} N 23.2 Teile Wasser und bei einem Minimum auf 1^{grm} N 20.6 Teile Wasser. Wurde der Gesamtkörper analysiert (100 fettfreie Trockensubstanz = 11.9 Prozent N), so trafen auf 1^{grm} N im Maximum 25.1 Teile Wasser, im Minimum 21.0 Teile, im Mittel 22.7 Teile Wasser.

Da diese Werte für gesunde Tiere gelten, können sie als die physiologische Breite der Schwankungen angesehen werden. Wenn ein Tier vom Zustande geringster Trockenheit = 25.1 Teile Wasser pro 1^{grm} N auf den geringsten Wasserwert = 21 gelangt, so kann 1^{grm} N, mit 25.1 Teilen Wasser verbunden, zunehmen auf die Menge von 1.196^{grm} N, ohne obige Grenze zu überschreiten. Die nunmehrigen Verhältniszahlen werden $= \frac{25.1}{1.196} = 21$ Teile Wasser. Es würden also alle Zellen um diesen Wert ihren N-Reichtum ändern können und dann erst die oberste Grenze des normalen Trockengehaltes erreichen.

Rechnet man rund 30^{grm} N auf 1^{kg} lebend Gewicht und für den Menschen 70^{kg} Gewicht, so wären 2100^{grm} N vorhanden, die auf das 1.196 fache vermehrt, 2512^{grm} N ausmachen, ehe auf der Basis des gewählten Vergleiches die Minimalgrenze des normalen Wassergehaltes erreicht wäre. Somit fänden in einem Körper von maximalem Wassergehalt 412^{grm} N, als Eiweiß zum Ansatz gebracht, Platz, ohne einer Wasserzufuhr von außen zu bedürfen. Es liegt mir durchaus ferne, die an Tauben erhaltenen Resultate unmittelbar auf den Menschen übertragen zu wollen, nur so viel wolle man aus dem Gesagten ersehen, daß die zeitweilig verfügbaren Wasservorräte des Körpers eines Warmblüters wirklich sehr erhebliche sein können. Bei den verdursteten Tieren treffen auf 1^{grm} N nur 17.9 Teile Wasser im Mittel für alle Organe berechnet; die Muskeln geben weit mehr Wasser ab. Die Bedeutung der Muskeln als Wasserreservoir ist auch später von

Engels durch besondere Experimente noch bestätigt worden. Die Haut, gleichfalls ein Wasserdepot, hat quantitativ nicht die hervorragende Bedeutung wie die Muskeln.

Man muß nach dem Gesagten auch beim Menschen häufig damit rechnen, daß Vorrat von Wasser vorhanden ist, wie auch gelegentlich Eindickungen aller Organe vorkommen werden.

Unter den verschiedenen Nahrungsstoffen ist das Eiweiß am geeignetsten, den Wasserstand zu beeinflussen, weil es diuretisch wirkt, dann aber auch deshalb, weil es die Wärmebildung und damit meist die Wasserverdunstung steigert. So kann also gerade das Eiweiß selbst komplizierte Verhältnisse schaffen, unter denen retiniertes Eiweiß auf den inneren Vorrat des Körpers an Wasser angewiesen ist.

Für den Menschen, das läßt sich a priori sagen, können Retentionen von 20, 50, ja 150 ^{grm} N unter günstigen Voraussetzungen keine Schwierigkeiten zur Organbildung finden und größere Retentionen sind bis jetzt experimentell beim Menschen kaum erzeugt worden, obwohl es leicht wäre, unter geeigneten Verhältnissen diese angegebenen maximalsten Werte zu vergrößern. Die gleichzeitig mit einem Eiweißansatz erfolgende Zurückhaltung von Aschebestandteilen hat zuerst Voit¹ nachgewiesen. Man glaubte daher, über die Art der N-Retention beim Menschen einiges erfahren zu können, durch Kontrolle der neben Eiweiß zurückgehaltenen Bestandteile des Kalkes, der Phosphorsäure usw. Das Resultat der Untersuchungen war der Nachweis, daß die Aschebestandteile im Verhältnis zur Menge des retinierten Eiweißes qualitativ und quantitativ schwankend sein können. Dies hatte im Grunde genommen nichts Überraschendes an sich. Zur Zeit des jugendlichen Wachstums ist die Koinzidenz zwischen Eiweiß- und Ascheansatz am ausgeprägtesten; sie ist auch dann wohl kaum nennenswerten Differenzen unterworfen, wenn nach großen Organverlusten nach Hunger beim Gesunden, die Gewebe wieder rekonstruiert werden.

Anders liegen die Verhältnisse bei den immerhin nur mäßigen N-Retentionen Erwachsener. N-Retentionen schließen sich bei letzteren nur an vorübergehende Verluste von Zellbestandteilen an, die besonders bei Krankheiten sehr wechselnde Zellgebiete betreffen können. Somit ergeben sich schon hieraus schwankende Verhältnisse zwischen N- und Ascheansatz. Da weiterhin der Salzreichtum des Körpers, wie Forster zuerst gezeigt hat, kein konstanter ist, sondern zeitweilig auch „Vorräte“ frei verfügbarer Salze vorkommen, bedarf retiniertes Eiweiß nicht immer einer biologisch äquivalenten Salzmenge, sondern findet sie manchmal bereits im Körper vor.

¹ Zeitschrift für Biologie. Bd. II. S. 53 u. 240.

Wie schon erwähnt wurde, ist es mir bei Fütterung mit ausschließlich Eiweiß gelungen, beim Menschen sehr große N-Mengen zur Retention zu bringen. Bei einigen dieser Versuche sind zugleich genaue Bestimmungen des ganzen Stoffwechsels und aller Einnahmen und Ausgaben an Wasser und Wasserdampf gemacht worden. Da die erwähnten N-Retentionen wohl die größten sein dürften, die bisher in dem kurzen Zeitraum von je zwei Tagen erzielt worden sind, dürfte die genauere Analyse der Stoffwechselforgänge wohl von Interesse sein.

Bei reinem Eiweißverbrauch hatte die Versuchsperson an Wasser ausgeschieden:

im Harn	1930 ^{grm}
„ Kot	54
in der Respiration	1295

Summa 3279 ^{grm} im Tag.

Als Aufnahme standen gegenüber	3420 ^{grm} Wasser in der Nahrung,
dazu Wasser aus verbranntem Fett	333
aus verbranntem Eiweiß	62

Summa 3815 ^{grm}.

Somit war mehr Wasser vorhanden, als für die Ausscheidung nötig war, es konnte im Körper 3815 — 3279 = 536 ^{grm} verwendet werden = Ansatz. Die N-Retention betrug 58·13 ^{grm} pro Tag = 354 Teile organischer Substanz.

Wäre Muskelsubstanz angesetzt worden, so hätten für 354 Teile organischer Substanz, die zum Ansatz kamen, 1299 ^{grm} Wasser verfügbar sein müssen, es war aber nur vorhanden 437
somit waren zur Fleischmast 862 ^{grm} notwendig, die aus sonstigen Körpervorräten gedeckt werden konnten.

Der nächste Tag dieser Versuchsreihe brachte 51·8 ^{grm} N-Ansatz. Die Lage war so, daß auch an diesem Tage eine Fleischmast nur mit Hilfe der Wasservorräte des Körpers eintreten konnte.

Für 316 ^{grm} Ansatz von Eiweiß wird gefordert 1150 ^{grm} Wasser, dazu kam außerdem eine Mehrausgabe von Wasser im Harn, Kot und Respiration von 513 ^{grm}. Demnach betrug die Wasserbindung im Körper an den beiden Tagen 862 + 1150 ^{grm} Wasser, dazu 513 für sonstige Abgaben = 2525 ^{grm} im ganzen.

Diese erforderliche Wasserbindung war nicht so bedeutend, als daß der Körper sie nicht hätte bestreiten können. Daß nunmehr ein erhöhtes Wasserbedürfnis im Organismus vorhanden war, zeigte der auf die Fleischkost folgende Tag mit reiner Zuckerkost, an welchem 780 ^{grm} Wasser im Körper zurückgehalten wurden, am nächsten Tage wurde eine weitere Wasserretention

nicht beobachtet; es bestand Gleichgewicht. Diese Versuchstage mit größter N-Retention gaben also keinen Beweis, daß eine Eiweißmast habe stattfinden müssen.

In einer zweiten Versuchsreihe mit genauen Analysen der Wasserbilanz war die N-Retention 30.8 grm im Tag, sie erfolgte ohne alle Störung der Wasserbilanz, es waren für Fleischmast 684 grm notwendig, die durch einen Überschuß der Einnahmen um 845 grm genügend gedeckt waren und ebenso verhielt es sich am darauffolgenden Tage bei 25 grm N-Ansatz, wo die geforderten 555 grm Wasser durch 734 grm disponibles vollkommen gedeckt waren.

Übersieht man die Ergebnisse, so sind also 2 Tage zu verzeichnen, bei denen man nach üblicher Auffassung von einer Eiweißmast hätte sprechen müssen, diese unterschieden sich aber hinsichtlich der Zersetzung gar nicht von den Tagen, an denen rechnerisch zur Fleischmast genügend Wasser vorhanden war; auch an den dem Eiweißansatz folgenden Tagen war die Mehrzusetzung genau so, wie sie auch sonst zu erwarten ist. Somit hat sich trotz sehr beträchtlicher N-Retention zeigen lassen, daß bei Berücksichtigung aller einschlägigen Stoffwechselfaktoren der Organismus genügend über Wasservorräte verfügte, um das, was man Fleischmast nennt, zu vollziehen. Die Unmöglichkeit einer Eiweißmast ist damit nicht ausgesprochen, wohl aber dargetan, wie man etwa auf diesem Wege der Stoffwechselbilanzen vorgehen müßte, um derartige Fälle der N-Retention in einwandfreier Weise zu prüfen.