

# Über Stickstoffansatz bei Fütterung kleiner Eiweißgaben und größerer Mengen von Ammoniaksalzen und Harnstoff.

Von  
**E. Grafe.**

(Aus der medizinischen Klinik in Heidelberg.)  
(Der Redaktion zugegangen am 31. Januar 1912.)

Als übereinstimmendes Ergebnis der bisherigen Versuche<sup>1)</sup> über die Beeinflussung des Stickstoffstoffwechsels durch Fütterung von Ammoniaksalzen zu einer sonst fast eiweißfreien Kost ist festzustellen, daß die Darreichung von Ammoniaksalzen zu sehr erheblichen N-Retentionen führt, in sehr günstigen Fällen auch ganz oder nahezu ganz zu einem N-Gleichgewicht, daß aber ein dauernder N-Ansatz mit Ammoniaksalzen allein bisher nicht erzielt werden konnte.

Es entstand nun die weitere Frage, ob und unter welchen Umständen sich mit Ammoniaksalzen oder Harnstoff ein N-Ansatz erreichen läßt, der ohne diese Zulage ausbleibt.

Der Gedanke lag nahe, in dieser Richtung den Einfluß kleiner Eiweißzulagen zu den Ammoniaksalzen zu untersuchen.

Es liegen bereits in der Literatur einige Versuche von Völtz<sup>2)</sup> und Pescheck<sup>3)</sup> vor, die zu dieser Frage Beziehung haben.

Die beiden Autoren fanden nämlich, daß unter geeigneten Bedingungen Ammoniakzulagen zu einer eiweißhaltigen Kost,

<sup>1)</sup> E. Grafe und V. Schläpfer, Diese Zeitschrift, Bd. 77, S. 1; E. Abderhalden, ebenda, Bd. 78, S. 1, 1912; E. Grafe, ebenda, Bd. 78, S. 485 u. ff.; E. Abderhalden und P. Hirsch, ebenda, Bd. 80, S. 136; E. Abderhalden und A. E. Lampé, ebenda, Bd. 80, S. 160; E. Abderhalden und P. Hirsch, ebenda, Bd. 81, S. 323 und Bd. 82, S. 1; E. Abderhalden und A. E. Lampé, ebenda, Bd. 82, S. 21; E. Grafe, ebenda, Bd. 82, S. 347; E. Grafe und K. Turban, Bd. 83, S. 25.

<sup>2)</sup> Pflügers Archiv, Bd. 121, S. 117—149, 1908.

<sup>3)</sup> Ebenda, Bd. 142, S. 143 u. ff., 1911; Biochem. Zeitschr., Bd. 45, S. 244 u. ff., 1912.

mit der allein sich die Tiere im N-Gleichgewicht hielten, einen N-Ansatz bewirken können.

Wie schon an anderer Stelle<sup>1)</sup> auseinandergesetzt wurde, besitzen diese Untersuchungen für das in Frage stehende Problem darum keine beweisende Kraft, weil die Mengen von Eiweiß, welche den Tieren gegeben wurden, erheblich über der Abnutzungsquote lagen, sodaß man nicht weiß, wie weit das über die Abnutzungsquote hinausgegebene Eiweiß oder das verfütterte Ammoniak an den an und für sich nur geringfügigen N-Ansätzen beteiligt gewesen ist. Eindeutigere Resultate waren von einer Versuchsanordnung zu erwarten, der folgende Fragestellung zugrunde gelegt wurde:

Gelingt es, bei einem Tiere bei Zulage von einer die Abnutzungsquote erheblich unterschreitenden Eiweißmenge mit einer kalorien- und kohlenhydratreichen Nahrung durch gleichzeitige Verfütterung größerer Mengen von Ammoniaksalzen oder Harnstoff einen deutlichen Stickstoffansatz zu erzielen?

Mit dieser Formulierung war der Gang der Versuche gegeben. In einer mehrtägigen Hungerperiode (Vorperiode I) wird die Stickstoffausscheidung herabgedrückt, in einer II. Vorperiode wird durch Verfütterung einer nahezu eiweißfreien, aber an Kohlenhydraten und Kalorien überreichen Kost der Stickstoffzerfall weiter eingeschränkt und so für den gegebenen Ernährungszustand das Eiweißminimum oder die Abnutzungsquote festgestellt.

Eine III. Vorperiode hat dann zu bestimmen, wie groß der N-Verlust des Körpers ist, wenn der in der Hauptperiode verfütterte Bruchteil der Abnutzungsquote in Form von Eiweiß allein zur Standardkost hinzugelegt wird.

Die Hauptperiode mußte dann zeigen, wie die N-Bilanz durch Zulagen großer Mengen von Ammoniak- oder Harnstoffstickstoff zu der in der III. Vorperiode gereichten Nahrung sich gestaltete.

Da das Eiweißminimum keine konstante Größe ist, sondern

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. 77, S. 1 u. ff., 1912, und Bd. 81, S. 280 u. ff., 1912.

sich im Verlauf der Versuche meist ändert,<sup>1)</sup> muß noch eine Nachperiode folgen, die entweder der II. oder III. Vorperiode entsprach. Nach diesem Prinzip wurden die Versuche angelegt.

Bezüglich der Methodik im einzelnen sei noch folgendes bemerkt:

Als Versuchsobjekte wurden Hunde und Schweine verwandt. Die Bereitung, Zusammensetzung und Darreichung der Nahrung war genau die gleiche, wie sie schon früher mehrfach geschildert wurde. Die Nahrungsmittel wurden stets von einem großen homogenen Vorrat genommen, indem mehrfach N-Bestimmungen vorgenommen wurden. Von Ammoniak und Harnstoff wurden stark konzentrierte Lösungen in größeren Mengen hergestellt, diese schwach angesäuert und im Eisschrank fest verschlossen aufbewahrt. Täglich wurden je nach Bedarf 25—50 ccm der Nahrung zugesetzt und mit dieser in ca. 3stündigen kleinen Dosen den Versuchstieren gereicht.

Die Lösungen enthielten für Ammoniumcitrat gewöhnlich 730 g des Salzes ad 1000, für Harnstoff 200 g ad 1000 Wasser.

Der Gesamtstickstoffgehalt der Einfuhr wurde auf Grund der Bestimmungen in der Standardkost und in den Zulagen ermittelt. In den ganz vereinzelt Fällen, in denen die Tiere ihre Nahrung nicht restlos auffraßen, wurde der gesamte Nahrungsrückstand schwach angesäuert und in einem aliquoten Teil der eingedampften und fein pulverisierten Masse N direkt bestimmt. Nur auf diese Weise läßt sich der Einwand, daß direkte und indirekte N-Bestimmung in der Nahrung sich nicht immer zu decken brauchen, entkräften. Als eiweißhaltige Substanzen wurden: Hapan,<sup>2)</sup> Fleisch, Reis und kondensierte Milch verwandt.

Das Fleisch wurde gebraten und fein gewiegt gut durchgemischt, und die einzelnen Tagesportionen sofort für mehrere Tage in kleinen, luftdicht abschließenden Wiegegläsern genau abgewogen und im Eisschrank aufbewahrt. Gleichzeitig wurden Mengen zur N-Analyse abgewogen. In ähnlicher Weise wurde auch bei den anderen Nahrungsstoffen vorgegangen. Die anderen eiweißhaltigen Nahrungsmittel wurden von einem großen Vorrat genommen, dessen N-Gehalt fortlaufend kontrolliert wurde.

Der Urin wurde wie früher sorgfältig gesammelt, der Käfig mit größeren Mengen Wasser gründlich ausgespült und N in dem Gemisch von Spülwasser und Urin bestimmt.

Der Kot wurde möglichst getrennt von dem Urin gesammelt, was

---

<sup>1)</sup> Ältere Literatur und eigene Versuche vgl. bei Michaud, Diese Zeitschrift, Bd. 59, S. 405 u. ff., 1909.

<sup>2)</sup> Ein mir von der Theinhardtschen Fabrik für Nährstoffe lebenswürdigerweise zur Verfügung gestelltes Präparat von abgebautem pflanzlichem und tierischem Eiweiß.

bei dem nur ganz seltenen Auftreten von Durchfall bei den Schweinen fast immer gut gelingt, beim Hunde dagegen oft unmöglich ist.

Da die Betrachtung der täglichen N-Bilanz nur von untergeordnetem Interesse ist, und je nach dem Vorhandensein von viel oder wenig Urin oder viel oder wenig Kot stark schwankende Zahlen erhalten werden, wurde wie früher der Kot pro Periode durch 1,0 g Carmin abgegrenzt und bestimmt und daraus das Tagesmittel berechnet. So ist es manchmal in den klassischen Stoffwechselarbeiten früherer Jahrzehnte gehandhabt worden. Die dagegen vorgebrachten Gründe von Abderhalden und Lampé<sup>1)</sup> dürften gerade bezüglich der von mir gewählten Versuchsanordnung nicht stichhaltig sein. Der Kot wurde auf dem Wasserbad nach schwachem Ansäuern mit einigen Kubikzentimetern verdünnter Schwefelsäure unter Alkoholzusatz soweit getrocknet, bis er sich fein pulverisieren und mischen ließ. Die in den Tabellen Stab 13 angegebenen Mengen Trockenkot wurden auf diese Weise bestimmt, wobei zu bemerken ist, daß dies Kotpulver noch nicht absolut wasserfrei ist, sondern in der Regel noch etwa 10% Wasser enthält. Um jede Möglichkeit, Stickstoffverluste zu bekommen, zu vermeiden, haben wir auf die Trocknung bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank verzichtet.

Bei den ersten Versuchen, den Einfluß kleiner Eiweißmengen auf die Stickstoffbilanz bei Fütterung von Ammoniumsalzen zu prüfen, wurden sehr kleine Eiweißmengen verwandt. Ein derartiger kurzer Versuch (vom 24.—29. April 1912) bei Hund Fax wurde schon in der mit Turban<sup>2)</sup> veröffentlichten Untersuchung mitgeteilt.

Bei Verfütterung von täglich 0,221 g N in Form von Fleisch und 1,372 g N als Ammonicitrat zu einer sehr kalorienreichen Kohlenhydratkost gelang es nicht, den Hund vor N-Verlusten zu schützen, wenn diese auch sehr geringfügig waren, das Defizit betrug 0,161 g N pro die.

Andere gleich angelegte, kurzdauernde Versuche führten zu dem gleichen Ergebnis.

In Tabelle I ist ein etwas länger dauernder, derartiger Versuch bei Hund X mitgeteilt, indem erst etwa 30%, dann ca. 50% der Abnutzungsquote als Eiweißstickstoff verfüttert wurden. Einer 5tägigen Hungerperiode folgte eine 4tägige Periode, in der die Standardkost (Zusammensetzung s. Tab. Stab 5) allein gegeben wurde.

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. 82, S. 34 u. ff., 1912.

<sup>2)</sup> Vgl. diese Zeitschrift, Bd. 83, S. 25 u. ff., 1912.

Der durchschnittliche tägliche N-Verlust betrug — 1,415 g.

In der folgenden 5tägigen Vorperiode III erhielt das Tier zu der bisherigen Nahrung 0,4—0,45 g N in Form von Hapan. Diese Zulage bewirkte ein Herabgehen der N-Ausscheidung auf — 1,148 g N.

In der Hauptperiode I wurden dann ca. 1,5 g N in Form von Ammoncitrat hinzugefügt und vom 4. Tage ab noch 50 g Stärke der Nahrung zugelegt. Der tägliche Stickstoffverlust des Tieres sank auf 0,579 g N pro die, es wurde also weder ein Gleichgewicht noch erst recht ein Ansatz erzielt.

Die Versuchsbedingungen wurden daher im weiteren Verlaufe des Versuchs in doppelter Weise günstiger gestaltet. Einmal wurden 25 g Speck durch Stärke ersetzt (70 g), da Fett zur Erzielung einer günstigen N-Bilanz den Kohlenhydraten bei weitem nachsteht; ferner wurde der Eiweißgehalt der Nahrung etwas erhöht, statt Hapan wurde kondensierte Milch gegeben (50 g) mit einem N-Gehalt von 0,715 g.

Die Ammoniakzufuhr mußte leider dabei ziemlich unverändert bleiben.<sup>1)</sup>

Mit dieser Kost wurde in einer 9tägigen Versuchsperiode (Hauptperiode II) nahezu ein N-Gleichgewicht erreicht, der tägliche N-Verlust des Körpers betrug nur 0,137 g N im Durchschnitt, während das Tier in der 5tägigen Nachperiode mit dergleichen Kost ohne Ammoniakzulage täglich 0,393 g N verlor.

So zeigt auch dieser Versuch deutlich den günstigen Einfluß der Ammoniakzufuhr auf die N-Bilanz. Ein N-Ansatz war aber noch nicht erzwungen worden. Weitere Untersuchungen mußten nun lehren, ob durch eine weitere Steigerung der Eiweißzufuhr, die dabei natürlich stets erheblich unter der Abnutzungsquote bleiben mußte, und der Verfütterung von Ammoniaksalzen oder Harnstoff dies Ziel zu erreichen war.

Für derartige Versuche waren gemäß unseren früheren Beobachtungen junge Schweine am geeignetsten, da vor allem langdauernde Zufuhr großer Mengen von Kohlenhydraten, Am-

<sup>1)</sup> Die im Interesse der N-Bilanz dringend wünschenswerte Steigerung der Ammoniakdarreichung hätte die quantitative Bewältigung der Nahrung verhindert.

moniaksalzen und Harnstoff weder ihre Freßlust noch die Beschaffenheit ihrer Stuhlentleerung in störender Weise beeinträchtigt.

Tabelle II bringt einen 50tägigen Versuch an Schwein VIII, der die oben skizzierte Frage entscheiden sollte.

An eine 7tägige Hungerperiode schloß sich eine 5tägige Vorperiode I mit der außerordentlich kohlenhydratreichen Standartkost ohne alle Zulage.

Der tägliche N-Verlust des Körpers betrug im Durchschnitt 1,53 g N.

In einer 15tägigen III. Vorperiode wurde der Einfluß wechselnder Eiweißzulagen untersucht.<sup>1)</sup>

Bei einer Zugabe von 1,083 g N (in Form von Reis und kondensierter Milch) betrug der tägliche Stickstoffverlust noch 1,218 g, bei 1,27 g N in gleicher Form nur noch 0,743 g, während nahezu ein Gleichgewicht erreicht wurde, als das Tier 1,50 g N (entsprechend 80 g Reis und 40 g kondensierter Milch) bekam. Als dann die Eiweißzulage wieder auf 1,152 g N (50 g Reis und 40 g kondensierte Milch) ermäßigt wurde, verlor das Schwein täglich — 0,694 g N.

In der 12tägigen Hauptperiode wurde nun diese Eiweißzulage beibehalten und 4,7 g N in Form von Harnstoff zugegeben.

Die vorher stark negative Stickstoffbilanz wurde nun sofort deutlich positiv, und zwar gewann der Körper durch die Zulage an Harnstoff 9,744 g N, d. h. + 0,812 g pro die.

Noch größer waren die Retentionen in einer folgenden Periode von 3 Tagen, an denen eine Eiweißzulage von nur 0,92 g N gegeben wurde.

An diesen Tagen sind jedoch die Urinmengen so geringfügig, daß hier wohl sicher eine ungenügende Ausschwemmung des Stickstoffs vorliegt, ich möchte daher diesen Werten keine Bedeutung beilegen.

<sup>1)</sup> Der Kot wurde in diesem Falle für die Gesamtperiode analysiert. Da möglicherweise in den kurzen Teilperioden die N-Ausscheidung im Kot nicht immer die gleiche war, wäre eine Bestimmung in den Teilperioden vielleicht richtiger gewesen. Daß dadurch an dem Resultat der Perioden prinzipiell etwas geändert worden wäre, ist jedoch nach dem Verhalten der Bilanzen nicht anzunehmen.

In der Schlußperiode wurde dann die Harnstoffzulage fortgelassen und zugleich mit der Standardkost wie vorher 0,92 g N (40 g kondensierte Milch + 30 g Reis) verfüttert.

In den 5 ersten Tagen der Periode verlor der Körper im Durchschnitt 0,37 g N. Diese Zahl ist im Vergleich mit der III. Vorperiode auffallend niedrig, zumal wenn man bedenkt, daß am ersten (43.) Tag der Schlußperiode wahrscheinlich noch ein Teil des vorher retinierten Stickstoffs zur Ausscheidung kam. Die niedrigen N-Zahlen im Urin sind wohl wahrscheinlich durch eine bei der sehr schlechten Diurese leicht eintretende mangelhafte Ausschwemmung bedingt, gegenüber Werten von 4—600 ccm vorher war die Urinmenge auf 100 bis 180 ccm abgesunken.

Da das Tier schlecht fraß, mußte der Versuch am 50. Tage abgebrochen werden. Aber auch dann, wenn man die zu niedrigen Werte in Rechnung stellt, ergibt sich, daß nicht nur verglichen mit der Vorperiode, sondern auch mit der Nachperiode die während der Hauptperiode verfütterte Eiweißmenge erheblich unter der Abnutzungsquote lag. Das Ergebnis des mitgeteilten Versuches bei Schwein VIII läßt sich dahin zusammenfassen, daß es durch Zulage reichlicher Stickstoffmengen in Form von Harnstoff gelang, mit einer Kost, deren Eiweißgehalt unterhalb der Abnutzungsquote lag und die allein zu erheblichen Stickstoffverlusten führte, in einer 12tägigen Periode deutlichen Stickstoffansatz zu erzielen.

Die verfütterte Eiweißmenge betrug etwa  $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$  der Abnutzungsquote.

Bei der Beurteilung der Gewichtsverhältnisse ist in Betracht zu ziehen, daß beim Schweine große Schwankungen im Wasserhaushalt vorkommen können und daß bei mangelnder Eiweißzufuhr der Fettansatz anscheinend nicht so geschädigt ist wie beim Hunde.

Somit geben die Gewichtsverhältnisse für die Beurteilung der Frage, in welcher Form der Stickstoff im Körper retiniert worden ist, keinen zuverlässigen Maßstab ab.

Der Gewichtsverlust in der Hungerperiode war verhältnis-

mäßig gering (1850 g), da das Schwein ziemlich viel Wasser soff. Dem entsprechend war die Zunahme in Vorperiode II auch nur gering (300 g).

In der Vorperiode III schwankte das Gewicht ziemlich stark, vergleicht man Anfang und Ende, so ergibt sich eine Zunahme von 350 g in 15 Tagen, in dem gleichlangen Zeitraum der Hauptperiode (mit Fütterung von Harnstoff) betrug der Gewichtsgewinn 700 g, wobei für die letzten Tage wohl sicherlich Wasserretentionen in Betracht kommen. In der Schlußperiode verlor das Tier 400 g an Gewicht, hatte aber 2 Tage gehungert. Somit lassen sich keine irgend sicheren Schlüsse aus dem Verhalten des Gewichts für die Natur des angesetzten Stickstoffs ziehen.

Der in Tab. III an Schwein IV mitgeteilte 65 tägige Versuch stellt eine etwas modifizierte Wiederholung des eben besprochenen dar und führte, wie schon im voraus bemerkt sei, auch zu dem gleichen Resultate. Nach einer einleitenden Hungerperiode von 8 Tagen bekam das Tier 5 Tage lang eine außerordentlich kohlenhydratreiche (380 g pro die) Kost; der tägliche N-Verlust in den letzten 4 Versuchstagen der Periode betrug im Durchschnitt — 1,717 g N.

An diese 2. Vorperiode wurde gleich die 1. Hauptperiode angeschlossen, bei der das Schwein 80 g Stärke weniger, dafür aber eine kalorisch annähernd entsprechende Zulage von 100 g Reis mit 1,155 N, ferner 4,7 g N in Form von Harnstoff erhielt.

Die vorher stark negative Bilanz wurde schwach positiv.

In der 7 tägigen Periode wurden im ganzen 0,825 g N retiniert, d. h. 0,118 g N pro die, eine Zahl, die man vielleicht noch als ins Bereich des Gleichgewichtes fallend ansehen könnte.

In der folgenden 16 tägigen Hauptperiode II wurden der Standardkost 20 g Zucker zugelegt und die 100 g Reis durch 20 g Fleisch und 20 g kondensierte Milch mit einem N-Gehalt von 1,275 g ersetzt. Die Stickstoffzulage in Form von Harnstoff blieb annähernd die gleiche (4,7 g N). Bei dieser Kost war der N-Ansatz ein recht erheblicher, er betrug 8,149 g, d. h. 0,51 g N pro die. Gleichzeitig stieg das Körpergewicht

um 1100 g. Bei der gleichen Nahrung ohne die Harnstoffzulage verlor das Schwein in einer 5 tägigen Nachperiode I 0,242 g N pro die und im ganzen 100 g an Gewicht. Bei dieser Berechnung ist jedoch zu bedenken, daß offenbar am letzten Tage der Hauptperiode II eine erhebliche Stickstoffmenge retiniert wurde (2,3 g), die am ersten Tage der Nachperiode wieder ausgeschieden wurde. Berücksichtigt man diesen Faktor, was ich im Hinblick auf die übrigen Tagesbilanzen von Nachperiode I für richtiger halte, so beträgt die tägliche Bilanz für Hauptperiode II + 0,39 g N pro die, für die Nachperiode I + 0,218 g N. Es bleibt also auch so eine deutliche, wenn auch geringe Differenz bestehen, zumal wenn man bedenkt, daß zu Anfang der Hauptperiode II die Abnutzungsquote, beurteilt nach Vorperiode II, erheblich höher wäre wie am Ende.

Im weiteren Verlaufe der Versuchsreihe sollte festgestellt werden, ob auch mit kleineren Eiweißmengen und einer Mischung von Ammoncitrat und Harnstoff sich ein Stickstoffansatz erzielen ließ. Bei einer Zulage von 0,704 g Eiweiß-N (10 g Fleisch + 20 g kondens. Milch) zur Standartkost verlor das Tier in einer 6 tägigen Vorperiode III täglich 0,291 g N.

Als dieser Kost dann in der III. Hauptperiode von 10 Tagen 3,009 g N in Form von Ammoncitrat und 1,888 g N in Form von Harnstoff zugelegt wurden, wurde die Bilanz sofort stark positiv und blieb es mit Ausnahme eines Tages (51.) Der Gesamt-N-Ansatz betrug 13,057 g, d. h. 1,306 g pro die.

Das Körpergewicht nahm dabei um 300 g zu.

In einer 7 tägigen Schlußperiode wurde dann noch einmal bei Darreichung der Standartkost der 1. Vorperiode das N-Minimum festgestellt. Unter Mitberücksichtigung des 1. Tages, an dem die hohe Stickstoffausscheidung im Urin auf eine sekundäre Ausschwemmung vorher retinierten Stickstoffs hindeutet, betrug der tägliche N-Verlust — 0,951 g. Läßt man den Tag fort, wie es für den Vergleich mit der vorhergehenden Periode vielleicht richtiger ist, so erhält man für das N-Minimum die Zahl 0,689 g.

In Anbetracht dieser letzteren Zahl erscheint die in der Hauptperiode III gegebene Eiweißmenge von 0,70—0,76 als

etwas zu groß, d. h. sie entspricht etwa der Abnutzungsquote, und ist kein Bruchteil von ihr. Es ist daher anzunehmen, daß der Organismus sich mit 0,76 g Eiweiß-N allein etwa ins Gleichgewicht eingestellt hätte. Vielleicht ist auf diese Weise der außerordentlich hohe N-Ansatz in der Hauptperiode III verständlich.

Selbst wenn man annimmt, daß am 1. Tage der Schlußperiode noch  $(2,259 - 0,689) = 1,57$  g N, der in der Hauptperiode III retiniert war, nachträglich ausgeschwemmt wurde, ergibt sich ein Stickstoffansatz, der etwas größer ist (ca. 1,15 g N pro die), als dem gesamten eingeführten Eiweißstickstoff (0,9 bis 0,96 g)<sup>1)</sup> entspräche.

Aber diese Differenzen sind wohl doch zu geringfügig, um aus dieser Periode den weittragenden Schluß ziehen zu wollen, daß hier Ammoniakstickstoff nicht nur retiniert, sondern zum Ansatz gekommen ist. Hier müßten wohl weitere Versuche Klarheit schaffen, auch wäre noch festzustellen, ob nicht eine die Darreichung außerordentlich hoher Dosen von Harnstoff oder Ammoniaksalzen die N-Bilanz günstiger zu gestalten vermag wie die bisherigen mittleren Mengen.

Die Gewichtsabnahme in der Schlußperiode war sehr beträchtlich, das Tier verlor in 7 Tagen 850 g. Das wesentliche sichere Ergebnis des 65tägigen Versuches bei Schwein IV, in dem niemals eine Rückbestimmung von Nahrung notwendig war, ist das gleiche wie in der Reihe bei Schwein VIII. Es gelang, bei Darreichung einer die Abnutzungsquote erheblich unterschreitenden Eiweißmenge durch Zusätze von großen Mengen Ammoniak oder Harnstoffstickstoff erhebliche Stickstoff- und Gewichtsansätze zu erzielen.

Das Verhältnis des angesetzten Stickstoffs zum verfütterten Eiweißstickstoff verhält sich in den verschiedenen Perioden der beiden Versuche verschieden und ist offenbar abhängig von dem Verhältnis des verfütterten Eiweißes zur Abnutzungsquote. Je

<sup>1)</sup> Bei dieser Berechnung ist angenommen, daß der sämtliche N-Gehalt der Standardkost aus Eiweiß besteht. Das ist jedoch tatsächlich nicht der Fall, da ein großer Teil des Stärkestickstoffs Asparaginstickstoff ist und in Cibils Fleischextrakt ein großer Teil Kreatinin-N ist.

mehr beide Werte einander sich nähern, desto höher werden die N-Ansätze. In der III. Hauptperiode bei Schwein IV, in der eine der Abnutzungsquote etwa entsprechende Eiweißmenge gegeben wurde, betrug der N-Ansatz mindestens den vollen Wert des Eiweißminimums. Nur 10% des eingeführten Eiweißstickstoffs wurden in der I. Hauptperiode bei Schwein IV angesetzt. In diesem Falle war nur ca.  $\frac{2}{3}$  der Abnutzungsquote verfüttert worden.

In Hauptperiode II kam N zum Ansatz entsprechend 40% des verfütterten Eiweißes, das fast  $\frac{3}{4}$  der Abnutzungsquote betrug.

Für die bei Schwein VIII erhaltenen Zahlen wird die Feststellung der Abnutzungsquote durch einen verhältnismäßig langen Zeitraum von der Fütterung mit Harnstoff getrennt, da in Vorperiode III der Einfluß wechselnder Eiweißmengen auf die N-Bilanz geprüft wurde. Unter der Annahme, daß sich in dieser Zeit die Abnutzungsquote nicht nennenswert geändert hat, wurden in der Hauptperiode etwas mehr als  $\frac{2}{3}$  der Abnutzungsquote als Eiweiß gegeben. Im Vergleiche zu diesem Werte wurden 70% angesetzt, also etwas mehr wie beim Schwein IV.

Nach dem Ausfall der bisher vorliegenden Reihen wird ein Stickstoffansatz bei gleichzeitiger Verfütterung sehr großer Mengen von Ammoniaksalzen und Harnstoff nur dann beim Schweine erreicht, wenn die Menge des Nahrungseiweißes mindestens  $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$  der Abnutzungsquote beträgt.

Es entsteht nun die weitere Frage, welcher Art dieser Stickstoffansatz ist.

Der Ausdruck Stickstoffansatz an sich soll dabei nichts präjudizieren.

Die Bezeichnung Stickstoffretention wäre weniger verhänglich gewesen, aber ich habe ebenso wie Abderhalden und seine Mitarbeiter mit diesem Worte bisher stets die Menge Stickstoff belegt, um die durch Zulage von Ammoniak usw. -Stickstoff der N-Verlust mit der gleichen Nahrung ohne diese Zulage herabgemindert wurde.

Die Natur des angesetzten Stickstoffs kann eine sehr verschiedene sein.

Tabelle I  
(Versuche mit Ammoniumcitrat + Zulagen

1	2	3	4	5	6	7
Ver- suchs- tag	Periode	Datum	Ge- wicht	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg (Kalorien bezogen auf 7 kg Gewicht)	N-Gehalt der Standart- nahrung g
Nr.		1912	kg			
1-5	Vor- periode I	5.—10. IX.	8500	Hunger, Wasser nach Belieben	0	0
6	Vor- periode II	10.—11. IX.	7200	Täglich: 100 g Stärke	ca. 125	0,07
7	Standart- kost	11.—12.	—	50 „ Speck	„ 125	0,07
8	ohne	12.—13.	—	25 „ Zucker	„ 125	0,07
9	Zulage	13.—14.	—	1 ccm Cibils Fleischextrakt	„ 125	0,07
				5 „ verd. Eisenchloridlösung	„ 125	0,07
				2 g Kochsalz	„ 125	0,07
				1 „ Knochenasche	„ 125	0,07
				0,02 g Lecithin	„ 125	0,07
				500 ccm Wasser	„ 125	0,07
10	Vor- periode III	14.—15. IX.	7100	Nahrung wie vorher	„ 125	0,07
11	Zulagen	15.—16.	—	„ „ „	„ 125	0,07
12	von	16.—17.	—	„ „ „	„ 125	0,07
13	Hapan	17.—18.	—	„ „ „	„ 125	0,07
14	zur Standart- kost	18.—19.	—	„ „ „	„ 125	0,07
15		19.—20. IX.	7100	„ „ „	„ 125	0,07
16	Haupt- periode I	20.—21.	—	„ „ „	„ 125	0,07
17	Zulagen	21.—22.	—	„ „ „	„ 125	0,07
18	von	22.—23.	—	„ „ „	„ 125	0,07
19	Hapan	23.—24.	7400	wie vorher, dazu 50 g Stärke	„ 150	0,09
20	+ Am- moniak- salzen	24.—25.	—	desgl.	„ 150	0,09
21		25.—26.	—	„	„ 150	0,09
22		26.—27.	—	„	„ 150	0,09
23		27.—28.	—	„	„ 150	0,09
24		28.—29.	—	„	„ 150	0,09

## Tabelle X.

(kleiner Mengen von Hapan und kondensierter Milch.)

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
N-Gehalt der Eiweiß- zulagen g	N-Gehalt der Zulagen an Ammon- citrat g	Ge- samt- N-Ein- fuhr g	Urin- menge ccm	N-Ge- halt des Urins g	Kot pro Periode g	N im Kot pro die g	N- Bilanz pro die	N-Bilanz pro Periode	Bemer- kungen
0	0	0	—	8,923	—	—	—	—	
0	0	0,07	270	2,845	59 g	0,048	— 2,823	Gesamt-N- Einfuhr = 0,28 g,	
0	0	0,07	290	0,903	feucht 11 g	0,048	— 0,881	Gesamt-N- Ausfuhr = 5,930 g.	
0	0	0,07	540	1,269	trocken mit	0,048	— 1,247	Täglicher N-Verlust = — 1,415 g	
0	0	0,07	450	0,720	0,193 g N	0,048	— 0,692		
0,413 g (als Hapan)	0	0,483	460	1,165	432 g	0,283	— 0,965	Gesamt-N- Einfuhr = 2,484 g.	
0,423 g (als Hapan)	0	0,493	300	0,963	feucht	0,283	— 0,753	Gesamt-N- Ausfuhr = 8,223 g.	
0,426 g (als Hapan)	0	0,496	430	1,284	136 g	0,283	— 1,071	Täglicher N-Verlust = — 1,145 g	
0,426 g (als Hapan)	0	0,496	290	2,009	trocken mit	0,283	— 1,796		
0,446 g (als Hapan)	0	0,516	390	1,389	1,413 g N	0,283	— 1,156		
0,476 g (als Hapan)	1,044 g N als Ammon- citrat desgl.	1,590	435	2,317		0,188	— 0,915		
0,496 g (als Hapan)	„	1,610	400	2,279		0,188	— 0,857	Gesamt-N- Einfuhr = 18,373 g.	
0,500 g (als Hapan)	„	1,614	330	1,892	734 g Kot	0,188	— 0,466	Gesamt-N- Ausfuhr = 24,071 g.	
0,488 g (als Hapan)	„	1,602	420	1,983	feucht	0,188	— 0,569	N-Verlust = 5,698 g	
0,456 g (als Hapan)	1,462 g N als Ammon- citrat desgl.	1,590	360	1,932	320 g	0,188	— 0,530	pro die	
0,525 g (als Hapan)	„	2,075	470	2,439	trocken mit	0,188	— 0,552		
0,489 g (als Hapan)	„	2,041	400	2,065	1,876 g N	0,188	— 0,212		
0,489 g (als Hapan)	„	2,041	470	2,623		0,188	— 0,770		
0,561 g (als Hapan)	„	2,113	395	1,993		0,188	— 0,068		
0,535 g (als Hapan)	„	2,097	440	2,672		0,188	— 0,763		

Tabelle I. Fortsetzung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ver- suchs- tag Nr.	Periode	Datum 1912	Ge- wicht kg	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg Kalorien (bezogen auf 7 kg Gewicht)	N-Gehalt der Standart- nahrung g	N-Gehalt der Eiweiß- zulagen g	N-Gehalt der Zulagen an Ammon- citrat g	Ge- samt- N- Ein- fuhr g	Urin- menge ccm	N-Ge- halt des Urins g	Kot pro Periode g	N im Kot pro die g	N- Bilanz pro die	N-Bilanz pro Periode	Bemer- kungen
25	Haupt- periode II	29.—30. IX.	7000	Wie in Vorperiode II, jedoch 25 g Speck weniger, dafür 70 g Stärke	ca. 140	0,10	50 g kond. Milch mit 0,715 g N	1,462 g N als Ammon- citrat	2,277	470	1,882		0,416	— 0,021	Gesamt-N- Einfuhr	
26	Zulagen von	30. IX. bis 1. X.	—	desgl.	› 140	0,10	0,715	desgl.	2,277	400	2,013		0,416	— 0,152	in 8 Versuchs- tagen	Uringlas wurde ver- sehtlich umgestoßen
27	konden- sierter	1.—2. X.	—	›	› 140	0,10	0,715	›	2,277	?	?	1540 g Kot	0,416	—	18,436 g,	
28	Milch und	2.—3.	7450	›	› 140	0,10	0,715	›	2,277	440	2,214	742 g Kot	0,416	— 0,353	Gesamt-N- Ausfuhr	
29	Ammon- salzen	3.—4.	—	›	› 140	0,10	0,715	›	2,277	430	1,963	742 g Kot	0,416	— 0,102	19,530 g.	
30	zur	4.—5.	—	›	› 140	0,10	0,715	›	2,277	350	1,943	trocken mit	0,416	— 0,082	N-Verlust des Körpers	
31	Standart- nahrung	5.—6.	—	›	› 140	0,10	0,715	›	2,277	400	1,922	3,744 g N	0,416	— 0,061	= 1,094 g,	
32		6.—7.	—	›	› 140	0,10	0,715	1,572 g N als Ammon- citrat	2,387	290	1,897		0,416	+ 0,074	= — 0,137 g N	
33		7.—8.	—	›	› 140	0,10	0,715	desgl.	2,387	330	2,368		0,416	— 0,397	pro die	
34	Nach- periode wie Haupt- periode II	8.—9. X.	7350	Nahrung wie vorher	ca. 150	0,10	50 g kondensierte Milch mit 0,715 g N	0	0,815	310	0,984		0,339	— 0,508	An 5 Tagen <sup>1)</sup>	
35		9.—10.	—	›	› 150	0,10	0,715	0	0,815	390	0,796	1223 g feucht	0,339	— 0,320	N-Einfuhr = 4,075 g,	
36		10.—11.	—	›	› 150	0,10	0,715	0	0,815	340	0,879	468 g	0,339	— 0,403	N-Ausfuhr = 6,039 g.	
37		11.—12.	—	›	› 150	0,10	0,715	0	0,815	375	0,951	trocken mit	0,339	— 0,475	N-Verlust = 1,964 g N	
38		12.—13.	—	›	› 150	0,10	0,715	0	0,815	365	0,742	2,036 g N	0,339	— 0,266	= — 0,393 g	
39		13.—14.	6900	statt 50g kondens. Milch 50g Stärke nur <sup>170</sup> / <sub>135</sub> der Nahrung gefressen	› 30	ca. 0,02	—	0	ca. 0,02	160	0,329		0,339	— 0,648		

<sup>1)</sup> Für die Durchschnittsberechnung ist der letzte Tag fortgelassen, weil an diesem wurde. Ferner deutet die niedrigere Urinmenge auf eine nicht vollständige Ausscheidung

die kondensierte Milch fortgelassen und die Nahrung nicht quantitativ aufgenommen des Stickstoffs hin.

Tabelle II. Schwein VIII.  
(Versuche mit Fütterung sehr kleiner Eiweißmengen und Zulagen von Harnstoff.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Versuchs- tag Nr.	Periode	Datum 1912	Ge- wicht kg	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg Körpergew. (bezogen auf 10 kg) Kal.	N-Gehalt der Nahrung der Standart- kost g	N-Gehalt der Eiweiß- zulagen g	N-Gehalt der Zulagen von Harnstoff g	Ge- samt- N-Ein- fuhr g	Urin- menge ccm	N-Ge- halt des Urins g	Kot pro Periode g	N im Kot pro die g	N-Bilanz pro die	N-Bilanz pro Periode	Bemerkungen
1	Vor- periode I.  Hunger- periode	21.—22.IX.	10 500	Hunger, täglich 1 1/2 l	0	0	0	0	0	280	1,978					
2		22.—23.	—	Wasser gegeben, das	0	0	0	0	0	640	2,211					
3		23.—24.	—	jedoch nur zum Teil	0	0	0	0	0	250	1,661					
4		24.—25.	—	gesoffen wurde	0	0	0	0	0	340	2,568	—	—	—	—	
5		25.—26.	—		0	0	0	0	0	440	2,688					
6		26.—27.	—		0	0	0	0	0	600	3,200					
7		27.—28.	—		0	0	0	0	0	400	2,701					
8	Vor- periode II.  Standart- kost ohne Zulagen	28.—29.	8650	Täglich: 250 g Stärke,	ca. 150 Kal.	0,21	0	0	0,21	670	1,640	291 g	0,325	— 1,755	Ges.-N-Einfuhr	
9		29.—30.	—	80 g Zucker, 40 g But- ter, 5g Knochenasche, 0,02 g Lecithin, 1 ccm Cibils Fleischextr., 5 Tropfen verdünnte Eisenchloridlösung, 1000 ccm Wasser, nur vom 2. X. ab 500 ccm	150	0,21	0	0	0,21	460	1,482	feucht, 70 g trocken	0,325	— 1,597	= 1,05 g N, Ges.-N-Ausfuhr	
10		30.IX.—1.X.	—		150	0,21	0	0	0,21	730	1,396	mit	0,325	— 1,511	= 8,686 g N, N-Verlust	
11		1.—2.	—		150	0,21	0	0	0,21	190	1,043	1,626 g N	0,325	— 1,158	= 7,636 g N = — 1,53 g N	
12		2.—3.	—		150	0,21	0	0	0,21	305	1,499		0,325	— 1,614	pro die	
13	Vor- periode III.  Ver- fütterung wechse- nder Eiweiß- mengen zur Standart- kost	3.—4.	8950	Tägliche Nahrung	150	0,18	40 g Reis + 40 g kond. Milch mit 1,083 g N	0	1,263	510	1,732		0,67	— 1,139	Vorperiode III a: Ges.-N-Einfuhr	
14		4.—5.	—	wie vorher, nur	150	0,18	desgl.	0	1,263	380	1,366	Iu	0,67	— 0,773	= 6,315 g N, Ges.-N-Ausfuhr	
15		5.—6.	—	80 g Stärke täglich	150	0,18		0	1,263	570	2,429	Haupt- periode III	0,67	— 1,836	= 12,407 g N, Ges.-N-Verlust	
16		6.—7.	—	weniger	150	0,18		0	1,263	320	1,762	1182 g	0,67	— 1,169	= 6,092 g N	
17		7.—8.	—		150	0,18		0	1,263	465	1,768	feuchter Kot,	0,67	— 1,175	= — 1,218 g N pro die	
18		8.—9.	—	Nahrung wie vorher	150	0,18	60 g Reis + 40 g kond. Milch mit 1,268 g N	0	1,448	500	1,664	348 g	0,67	— 0,886	Vorperiode III b: Gesamt-N-Einfuhr	
19		9.—10.	—		150	0,18	desgl.	0	1,448	490	1,331	Trocken- gewicht mit	0,67	— 0,553	= 5,792 g N, Gesamt-N-Ausfuhr	
20	10.—11.	—		150	0,18		0	1,448	515	1,700		0,67	— 0,922	= 8,764 g N, Verlust = 2,972 g N		
21	11.—12.	—		150	0,18		0	1,448	450	1,389		0,67	— 0,611	= — 0,743 g N pro die		
22	Standart- kost	12.—13.	9000	Standart- nahrung wie vorher	160	0,18	80 g Reis + 40 g kond. Milch mit 1,500 g N	0	1,680	575	1,127	10,65 g N	0,67	— 0,117	Vorperiode III c: Ges.-N-Einfuhr	
23		13.—14.	—		160	0,18	desgl.	0	1,680	540	1,091		0,67	— 0,081	= 5,040 g N, Ges.-N-Ausfuhr	
24		14.—15.	—		160	0,18		0	1,680	580	1,256		0,67	— 0,246	= 5,484 g N. Tägl. N-Verlust	

Tabelle II

Fortsetzung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ver- suchs- tag  Nr.	Periode	Datum  1912	Ge- wicht  kg	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg Körpergew. (bezogen auf 10 kg)  Kal.	N-Gehalt der Nahrung der Standart- kost g	N-Gehalt der Eiweiß- zulagen g	N-Gehalt der Zulagen von Harnstoff g	Ge- samt- N-Ein- fuhr g	Urin- menge ccm	N-Ge- halt des Urins g	Kot pro Periode g	N im Kot pro die g	N-Bilanz pro die	N-Bilanz pro Periode	Bemerkungen
25		15.—16.X.	9700	Standart- nahrung wie vorher	ca. 150	0,18	50 g Reis + 40 g kond. Milch mit 1,152 g N	0	1,332	785	1,360		0,67	-0,698	Vorperiode III d. Ges.-N-Einfuhr = 3,996 g N, Ges.-N-Ausfuhr = 6,07 g. Tägl. N-Verlust = -0,694 g	
26		16.—17.	—		> 150	0,18	desgl.	0	1,332	490	1,267		0,67	-0,605		
27		17.—18.	—		> 150	0,18	„	0	1,332	520	1,442		0,67	-0,780		
28	Haupt- periode Zulagen von Harnstoff zu der in Vor- periode III gereichten Nahrung	18.—19.X.	9300	Tägliche Standart- nahrung wie in Vorperiode III	> 150	0,18	50 g Reis + 40 g kond. Milch mit 1,152 g N	702 g N + als U	6,034	435	3,985		0,45	+1,599	Gesamt-N- Einfuhr = 67,234 g, Gesamt-N- Ausfuhr = 57,490 g. N-Gehalt des Nahrungs- restes 3,532 g N-Ansatz mithin = 9,744 g = + 0,812 g pro die N-Gehalt des Nahrungs- restes 1,614 g	
29		19.—20.	—		> 150	0,18	desgl.	desgl.	6,034	690	5,549		0,45	+0,035		
30		20.—21.	—	> 150	0,18	„	„	6,034	480	4,367		0,45	+1,217			
31		21.—22.	—	> 150	0,18	„	„	6,034	640	5,421	Kot:	0,45	+0,163			
32		22.—23.	—	> 150	0,18	„	„	6,034	460	4,983	652 g	0,45	+0,601			
33		23.—24.	—	> 150	0,18	„	„	6,034	550	4,076	feucht,	0,45	+1,508			
34		24.—25.	—	> 150	0,18	„	„	6,034	565	4,921	200 g	0,45	+0,663			
35		25.—26.	9800	nur ca. 5/12 d. Nahrung gefressen	> 60	—	—	—	-3,532 =2,502	335	2,920	trocken mit	0,45	-0,868		
36		26.—27.	—	Nahrung ganz gefressen	> 150	0,18	desgl. 1,152 g	702 als U	6,034	320	4,488	5,399 g N	0,45	+1,096		
37		27.—28.	—		> 150	0,18	„	„	6,034	335	4,236		0,45	+1,348		
38	28.—29.	9800	> 150		0,18	„	„	6,020	220	3,141		0,45	+2,429			
39	29.—30.	—	nur ca. 3/4 der Nahrung gefressen	> 120	—	—	—	6,020 -1,614 =4,406	410	4,004		0,45	-0,048			
40	30.—31.X.	9800	Die gleiche Nahrung wie vorher, jedoch 20 g Zucker mehr	> 150	0,18	30 g Reis + 40 g kond. Milch mit 0,920 g N	688 g N	5,788	240	3,852	Kot: 141 g feucht, 30 g trocken	0,29	+1,646			
41	31. X. bis 1. XI.	—	> 150	0,18	desgl.	desgl.	desgl.	5,788	140	0,431	mit 0,876 g N	0,29	+5,067			
42	1.—2.	—	nur ca. 7/9 gefressen	> 120	—	—	—	1,266 =4,522	130	1,232		0,29	+3,000		N im Nahrungsrest = 1,266 g	
43	Schluß- periode	2.—3. XI.	10 000	Nahrung wie am 30. und 31.	> 150	0,18	30 g Reis + 40 g kond. Milch mit 0,920 g N	0	1,10	340	2,293	Kot:	0,211	-1,404	Gesamt-N- Einfuhr = 5,500 g, Gesamt-N- Ausfuhr = 7,345 g, N-Verlust = 1,845 g = -0,369 g pro die	
44	Nahrung mit Eiweiß, aber ohne Harnstoff- zulagen	3.—4.	—	desgl.	> 150	0,18	desgl.	0	1,10	150	1,021	130 g	0,211	-0,132		
45	4.—5.	—	> 150	0,18	„	„	0	1,10	115	1,248	feucht,	0,211	-0,359			
46	5.—6.	—	> 150	0,18	„	„	0	1,10	180	1,179	34 g	0,211	-0,290			
47	6.—7.	—	> 150	0,18	„	„	0	1,10	100	0,548	trocken	0,211	+0,341			
48	7.—8.	—	Nahrungsaufnahme verweigert	—	—	—	0	—	—	—	1,056 g N	—	—	—		
49	8.—9.	—		—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—		
50	9. XI.	9600		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Tabelle III  
(Versuche mit Fütterung sehr kleiner Eiweiß-

1	2	3	4	5	6	7	8
Ver- suchs- tag	Periode	Datum	Ge- wicht	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg Gewicht (bezogen auf 12 kg) Kalorien	N-Gehalt der Standart- nahrung g	N-Gehalt der Zulagen (als Eiweiß) g
Nr.		1912	kg				
1-8	Vorperiode I (Hunger)	1.—8. XI.	15 000	Hunger, Wasser, soviel das Tier trinken wollte	0	0	0
9	Vor- periode II Standart- kost allein	9.—10. XI.	10 950	Täglich: 300 g Stärke, 80 g Zucker, 30 g Butter, 2 g Kochsalz, 5 g Knochen- asche, 0,01 g Lecithin.	ca. 140	0,23	0
10		10.—11.	—	1 g Cibi's Fleisch- extrakt, 5 Tropfen ver- dünnte Eisenchlorid- lösung, 600 ccm Wasser	> 140	0,23	0
11		11.—12.	—		> 140	0,23	0
12		12.—13.	—		> 140	0,23	0
13		13.—14.	—		> 140	0,23	0
14	Haupt- periode I (Zulagen von Reis und Harnstoff zur Standart- kost).	14.—15. XI.	—	Täglich: Standartnahrung wie vorher, nur 80 g Stärke weniger	ca. 140	0,20	100 g Reis m. 1,155 g N
15		15.—16.	—		> 140	0,20	desgl.
16		16.—17.	11 800		> 140	0,20	0
17		17.—18.	—		> 140	0,20	0
18		18.—19.	—		> 140	0,20	0
19		19.—20.	—		> 140	0,20	0
20		20.—21.	—		> 140	0,20	0
21	Haupt- periode II (Zulagen von Fleisch, kon- densierter Milch und Harnstoff zur Standart- kost).	21.—22. XI.	11 800	Die gleiche Nahrung wie in Hauptperiode I. + 20 g Zucker	ca. 130	0,20	20 g Fleisch + 20 g kond. Milch mit 1,275 g N
22		22.—23.	—	desgl.	> 130	0,20	desgl.
23		23.—24.	—		> 130	0,20	
24		24.—25.	—		> 130	0,20	
25		25.—26.	—		> 130	0,20	
26		26.—27.	—		> 130	0,20	
27		27.—28.	—		> 130	0,20	
28		28.—29.	—		> 130	0,20	
29		29.—30.	—		> 130	0,20	
30		30. XI.—1. XII.	12 000		> 130	0,20	
31		1.—2.	—		> 130	0,20	
32	2.—3.	—		> 130	0,20		
33	3.—4.	12 300		> 130	0,20		
34	4.—5.	—		> 130	0,20		
35	5.—6.	—		> 130	0,20		
36	6.—7.	—		> 130	0,20		

Schwein IV.  
Mengen und Zulagen von Harnstoff u. Ammoncitrat).

9	10	11	12	13	14	15	16	17
N-Gehalt der Zulagen (als Harnstoff) g	Gesamt- N- Gehalt der Einfuhr g	Urin- menge ccm	N-Ge- halt des Urins g	Kot pro Periode g	N im Kot pro g	N-Bilanz pro die	Bilanz pro Periode	Bemerkungen
0	0	—	—	—	—	—	—	
0	0,23	240	2,919	179 g Kot feucht,	0,256	— 2,945		N-Einnahme in den letzten 4 Tagen der Periode 0,92 g. N-Ausgabe 7,786 g N-Verlust mithin 6,866 g = — 1,717 g N pro die.
0	0,23	420	1,607	25 g Kot trocken	0,256	— 1,633		
0	0,23	575	2,198	mit	0,256	— 2,224		
0	0,23	620	1,569	1,280 g N	0,256	— 1,595		
0	0,23	680	1,388		0,256	— 1,414		
4,744 g + (als U)	6,099	720	4,737	Kot	0,353	+ 1,009	Gesamt-N- Einfuhr = 42,553 g N. Gesamt-N-Aus- fuhr = 41,728 g N-Ansatz mithin = 0,821 g. Täglicher Ansatz = + 0,118.	
desgl.	6,099	840	4,998	202 g feucht,	0,353	+ 0,748		
desgl.	6,099	800	4,657	45 g trocken	0,353	+ 1,089		
4,709 g in gleicher Form	6,064	820	5,893	mit	0,353	— 0,182		
desgl.	6,064	1000	6,577	2,473 g N	0,353	— 0,866		
desgl.	6,064	950	5,753		0,353	— 0,042		
desgl.	6,064	1200	6,640		0,353	— 0,929		
4,70 g N als U	6,184	800	6,374		0,176	— 0,366	Gesamt- N-Einnahme = 99,269 g N, Gesamt- N-Ausgabe = 91,113 g, mithin Gesamtansatz = 8,148 g = + 0,51 g N pro die	
desgl.	6,184	400	4,490		0,176	+ 1,518		
desgl.	6,184	420	6,489		0,176	— 0,481		
desgl.	6,184	500	5,102		0,176	+ 0,906		
desgl.	6,184	360	5,093	Kot:	0,176	+ 0,915		
4,731 g in Form von U	6,206	620	6,686	feucht	0,176	— 0,656		
desgl.	6,206	680	5,288	301 g, trocken	0,176	+ 0,742		
desgl.	6,206	550	4,922	73 g	0,176	+ 1,108		
desgl.	6,206	660	5,821	mit	0,176	+ 0,209		
desgl.	6,206	500	5,657		0,176	+ 0,373		
desgl.	6,206	575	5,543	2,899 g N	0,176	+ 0,487		
desgl.	6,206	620	6,273		0,176	— 0,243		
4,750	6,225	530	4,278		0,176	+ 1,771		
4,750	6,225	1050	7,185		0,176	— 1,136		
4,750	6,225	550	5,271		0,176	+ 0,778		
4,750	6,225	330	3,742		0,176	+ 2,307		

Tabelle III.

1	2	3	4	5	6	7	8
Ver- suchs- tag	Periode	Datum	Ge- wicht	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg Gewicht (bezogen auf 12 kg)	N-Gehalt der Standart- nahrung	N-Gehalt der Zulagen (als Eiweiß)
Nr.		1912—1913	kg		Kalorien	g	g
37	Nach- periode III	7.—8. XII.	12 900	Nahrung wie vorher	ca. 130	0,20	20 g Fleisch + 20 g kondens. Milch = 1,275 g N
38	Nahrung wie in	8.—9.	—		> 130	0,20	desgl.
39	Haupt- periode II	9.—10.	—		> 130	0,20	,
40	ohne Zulagen von Harnstoff	10.—11.	—		> 130	0,20	,
41		11.—12.	—		> 130	0,20	,
42	Vor- periode III	12.—13. XII.	12 800	Nahrung wie vorher, nur täg- lich 20 g Zucker mehr	> 140	0,20	10 g Fleisch + 20 g kondens. Milch = 0,704 g N
43	Standart- nahrung	13.—14.	—		> 140	0,20	desgl.
44	mit etwas kleineren	14.—15.	—		> 140	0,20	,
45	Eiweiß- zulagen	15.—16.	—		> 140	0,20	,
46		16.—17.	—		> 140	0,20	,
47		17.—18.	—		> 140	0,20	,
48	Haupt- periode III	18.—19. XII.	13 000	Nahrung wie in Vorperiode III	> 140	0,20	,
49	Zulagen von Am- moniak-	19.—20.	—		> 140	0,20	,
50	salzen und Harnstoff	20.—21.	—		> 140	0,20	10 g Fleisch + 20 g kondens. Milch mit 0,759 g N
51	zur Nahrung in Vor- periode III	21.—22.	—		> 140	0,20	desgl.
52		22.—23.	—		> 140	0,20	,
53		23.—24.	—		> 140	0,20	,
54		24.—25.	—		> 140	0,20	,
55		25.—26.	—		> 140	0,20	,
56		26.—27.	—		> 140	0,20	,
57		27.—28.	—		> 140	0,20	,
58	Nach- periode III	28.—29.	13 300	Nahrung genau wie in Vorperiode II	ca. 140	0,23	0
59	(genau wie Vor- periode II)	29.—30.	—		> 140	0,23	0
60	ohne alle Zulagen	30.—31.	—		> 140	0,23	0
61		31. XII.—1. I.	—	desgl.	> 140	0,23	0
62		1.—2.	—	,	> 140	0,23	0
63		2.—3.	—	,	> 140	0,23	0
64		3.—4.	—	,	> 140	0,23	0
65		4.—5.	12 450	—	—	—	—

Fortsetzung.

9	10	11	12	13	14	15	16	17
N-Gehalt der Zu- lagen (als Harnstoff u. Ammon- citrat)	Ges.-N- Gehalt der Ein- fuhr	Urin- menge	N-Ge- halt des Urins	Kot pro Periode	N im Kot pro die	N-Bilanz pro die	N-Bilanz pro Periode	Bemerkungen
g	g	ccm	g	g	g	g	g	
0	1,475	540	3,412	Kot: 70 g feucht, 22 g trocken mit 0,735 g N	0,147	— 2,084	Ges.-N-Ein- fuhr = 7,375 g, Ges.-N-Aus- fuhr = 8,587 g, N-Verlust = 1,212 g = — 0,242 g N pro die	
0	1,475	430	1,196		0,147	+ 0,132		
0	1,475	690	1,171		0,147	+ 0,157		
0	1,475	610	1,050		0,147	+ 0,278		
0	1,475	590	1,023		0,147	+ 0,305		
0	0,904	640	1,060	Kot: 75 g feucht, 39 g trocken mit 0,9835 g N	0,164	— 0,320	Ges.-N-Ein- fuhr = 5,424 g, Ges.-N-Aus- fuhr = 7,180 g, N-Verlust = 1,756 g = — 0,201 g N pro die	
0	0,904	420	0,904		0,164	— 0,164		
0	0,904	780	1,361		0,164	— 0,621		
0	0,904	530	1,056		0,164	— 0,316		
0	0,904	390	1,024		0,164	— 0,284		
0	0,904	450	0,791		0,164	— 0,051		
3,000 g als Ammonitr. 1,888 g N + als U	5,801	730	3,329		0,104	+ 2,368	Gesamt- N-Einnahme = 58,395 g N, Gesamt- N-Ausfuhr = 45,338 g N, N-Ansatz = 13,057 g = + 1,306 g N pro die	
desgl.	5,801	590	4,928	Kot: 161 g feucht, 27 g trocken	0,104	+ 0,769		
	5,801	600	4,995		0,104	+ 0,702		
	5,856	630	5,797		0,104	— 0,045		
	5,856	320	3,688		0,104	+ 2,064		
	5,856	800	4,907		0,104	+ 0,845		
	5,856	460	4,512	N-Gehalt = 1,039 g	0,104	+ 1,240		
	5,856	580	4,256		0,104	+ 1,496		
	5,856	390	3,627		0,104	+ 2,125		
	5,856	380	4,260		0,104	+ 1,492		
0	0,23	610	2,371	Kot: 216 g feucht, 41 g trocken mit 0,8273 g N	0,118	— 2,259	In 6 Tagen Gesamt- N-Einnahme = 1,38 g, Ges.-N-Aus- fuhr = 6,088 g N-Verlust = 5,708 g N = — 0,951 g N pro die	Ein Teil des Urins ging durch einen unglücklichen Zufall verloren.
0	0,23	540	0,668		0,118	— 0,556		
0	0,23	330	0,946		0,118	— 0,834		
0	0,23	560	1,703		0,118	— 1,479		
0	0,23	?	?		0,118	?		
0	0,23	300	0,692		0,118	— 0,580		

Zunächst interessiert am meisten die Frage: ist es Eiweiß oder nicht?

Geht man von der früher geäußerten, auch von Abderhalden vertretenen Ansicht aus, daß die früher beschriebenen Stickstoffretentionen auf Eiweißersparnis beruhen, so ist es nicht erstaunlich, daß bei kleinen Eiweißzulagen Stickstoffansätze eintreten können, und man könnte an einen Eiweißansatz denken.

Auf der anderen Seite aber läßt sich die Möglichkeit, daß die Zunahme des Körpers an Stickstoff keinen Gewinn an Eiweiß bedeutet, zunächst nicht ausschließen, besonders nicht im Hinblick darauf, daß bisher ganz allgemein angenommen wird, daß eine Zunahme des Körpers an Eiweiß nur dann eintritt, wenn die Zusätze an artfremdem Eiweiß der Abnutzungsquote mindestens gleich ist bzw. sie etwas überschreitet.<sup>1)</sup>

Eine sichere Entscheidung der Frage läßt sich auf Grund der mitgeteilten Versuche nicht treffen, da die Perioden mit Harnstoff oder Ammoniakfütterung noch etwas kurz waren und auch die dabei eintretenden Gewichtszunahmen beim Schweine nicht eindeutig sind.

Eine Erörterung der Argumente für und wider die Annahme eines Eiweißansatzes soll heute unterbleiben, da die Frage möglicherweise einer eindeutigen experimentellen Lösung zugänglich ist.

Handelt es sich um einen Protoplasmaansatz, so muß bei dem starken Wachstumstrieb junger Schweine der Wachstumsprozeß langsam fortschreiten, und zwar etwa in dem gleichen Maße wie bei einer Nahrung, bei der durch Eiweiß allein ein ähnlicher N-Ansatz erzielt wird.

Kommt es nicht zur Bildung von organisiertem Eiweiß, so muß das Wachstum still stehen und bei langer Versuchsdauer eventuell für immer unterdrückt werden.

Denkbar wäre auch, daß Eiweiß in anderer Form wie als organisiertes Protoplasma gebildet würde. Die wichtigen und

<sup>1)</sup> Vgl. Michaud, l. c. Voit und Zisterer, Zeitschr. f. Biol., Bd. 53, 1910. Frank und Schittenhelm, Diese Zeitschrift, Bd. 70, S. 98, 1910.

interessanten neueren Versuche von Osborne und Mendel<sup>1)</sup> deuten darauf hin, daß Eiweiß unter Umständen wohl das Leben zu erhalten, nicht aber das Wachstum zu fördern vermag.

Ob dieser Fall vorliegt, ist vermutlich ebenfalls durch lang dauernde Versuche an Schweinen, eventuell auch an Ratten festzustellen, vorausgesetzt, daß fortgesetzte Überernährung mit Kohlenhydraten, Harnstoff oder Ammoniaksalzen an sich für den Organismus nicht schädlich ist.

Wenn es weder gelingt, das Leben zu erhalten noch das Wachstum zu fördern, so ist es am wahrscheinlichsten, daß der angesetzte Stickstoff nicht zu Eiweiß geworden ist.

Versuche zur Entscheidung dieser Frage sind bereits in Angriff genommen.

Anmerkung bei der Revision: Soeben erscheint eine Arbeit von E. Abderhalden und A. E. Lampé,<sup>2)</sup> in der die Autoren nun auch dazu übergegangen sind, beim Schweine den Einfluß von Ammoniaksalzen auf die N-Bilanz bei gleichzeitiger Fütterung sehr reichlicher Mengen von Kohlenhydraten zu studieren. Obwohl verglichen mit der Vorperiode die Sparwirkung des Ammoniaks, wie Abderhalden und Lampé schreiben, «eine ganz beträchtliche»<sup>3)</sup> war, finden die Autoren, daß ihre Versuche mit den früher von mir mitgeteilten<sup>4)</sup> sich nicht decken. Eine Ursache der abweichenden Resultate vermögen sie nicht anzugeben, schreiben aber trotzdem: «Immerhin dürfte auch hier die Technik der Durchführung der Versuche in letzter Linie ausschlaggebend sein». Das kann doch wohl nur so verstanden werden, daß A. und L. an meinen Versuchen zwar keine Fehler finden können, aber ohne weiteres solche als vorhanden annehmen. Diese Art und Weise, Versuche zu verdächtigen, ohne Beweise für eine nicht einwandfreie Methodik anzugeben, verdient allgemeine Beachtung, denn sie scheint mir wichtig zu sein für die Bewertung einer derartigen

<sup>1)</sup> Vgl. z. B. diese Zeitschrift, Bd. 80, S. 307, 1912; ferner Journ. of biol. Chemistr., Vol. 12, p. 476, 1912.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. 83, S. 409 u. ff., 1913.

<sup>3)</sup> l. c., S. 410.

<sup>4)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. 82, S. 347, 1912.

Kritik, die sonst in der wissenschaftlichen Literatur nicht üblich ist. Da Abderhalden und Lampé Wert darauf legen, festzustellen, daß ihre Tiere stets aus dem Gefäße selbst fraßen und unter Aufsicht gefüttert wurden, möchte ich betonen, daß genau das gleiche auch bei meinen Schweinen der Fall war. Die Beaufsichtigung des Fressens ist beim Schweine darum besonders leicht, weil sie, zumal wenn man sie lange hungern läßt, sofort die ihnen vorgesetzte Nahrung gierig auffressen. Bei der Wahl der Dimensionen der Tröge waren für mich die großen Erfahrungen Meissls<sup>1)</sup> maßgebend. Die Gefahr des Verzetteln der Nahrung<sup>2)</sup> beim jungen Schwein ist allerdings anscheinend viel geringer wie beim erwachsenen Tier.

Abderhalden und Lampé hätten der Sache einen besseren Dienst erwiesen, wenn sie, statt unbewiesene und falsche Verdächtigungen gegen meine Versuche zu erheben, sich die Frage vorgelegt hätten, ob bei ihrer Versuchsanordnung überhaupt günstigere Stickstoffbilanzen, als sie tatsächlich gefunden wurden, bzw. mehrfache tägliche positive Bilanzen erwartet werden konnten.

Diese Frage ist durchaus zu verneinen.

Abderhalden und Lampé haben zwar nun den einen Hauptpunkt, den ich für die Erzielung möglichst günstiger N-Bilanzen stets hervorgehoben habe,<sup>3)</sup> nämlich Überernährung mit Kohlenhydraten, berücksichtigt, aber die andere Bedingung, Zufuhr großer Mengen von Stickstoff in Form von Ammoniaksalzen, außer acht gelassen.

Bei diesen Mengen kommt es nicht nur auf die absolute Größe, sondern vor allem auf das Verhältnis zur Größe des Eiweißminimums an.

<sup>1)</sup> Meissl, Zeitschr. f. Biol., Bd. 22, 1886.

<sup>2)</sup> Tiere, die häufiger die Nahrung verzetteln, habe ich nie im Versuch behalten. Gewöhnlich pflegt sich, wenn überhaupt, diese Erscheinung in den letzten Tagen langer Versuche einzustellen.

<sup>3)</sup> Vgl. z. B., l. c., S. 351: «Die N-Bilanzen bei Fütterung von Ammonsalzen fallen um so günstiger aus, je reichlicher die Mengen verfütterten Stickstoffs und die Überernährung mit Kohlenhydraten ist;» (Im Original gesperrt gedruckt).

Abderhalden und Lampé verfütterten bei ihren Schweinen zwar annähernd die gleiche Menge N in Form von Ammoniak wie ich, beachteten aber nicht, daß in meinen Versuchen das Eiweißminimum durch die vorausgegangene Hungerperiode auf 1,0 g N herabgedrückt war, während es z. B. bei Schwein I der Versuchsreihe von Abderhalden und Lampé bei 2,68 g lag, also mehr als  $2\frac{1}{2}$ fach höher.

Während ich also stets das  $3\frac{1}{2}$ fache der Abnutzungsquote in Form von Ammoniakstickstoff verfütterte, waren es bei Abderhalden und Lampé (Schwein I) im maximo  $1\frac{1}{3}$ , im Durchschnitt der ganzen 28tägigen Periode sogar noch erheblich viel weniger (2,83 g  $\text{NH}_3\text{-N}$  bei 2,68 g N des Eiweißminimums).

Ich glaube, es ist klar, daß bei derartig geringen Ammoniaksalzzufuhren weder annähernd ein Gleichgewicht noch gar häufige positive Bilanzen<sup>1)</sup> möglich waren; selbst mit Eiweiß wären unter diesen Umständen wohl nur geringe Ansätze zu erzielen gewesen.

Leider ist es nicht möglich, bei Schwein I von Abderhalden und Lampé die Größe der bei Fütterung von Ammoniaksalzen eingetretenen N-Retentionen genau zu bestimmen, da eine der Vorperiode genau entsprechende Nachperiode nicht vorhanden ist. An den 3 Tagen, die an die 28 tägige Periode der Ammoniaksalzfüterung sich anschlossen, waren die Urinmengen so außerordentlich geringfügig (100—350 ccm gegenüber durchschnittlich ca. 1100 ccm der vorangehenden Periode), daß hier möglicherweise eine N-Retention vorlag, die nach meinen Erfahrungen gerade beim Schweine mit schlechter Diurese sehr häufig sich einstellt. Legt man für die Berechnung der Größe der durch die Ammoniakdarreichung erzielten N-Retentionen bei Schwein Foops<sup>2)</sup> den Durchschnittswert der

<sup>1)</sup> M. E. haben die täglichen Bilanzen beim Schweine weit weniger Wert als die größerer Perioden, da Schweine nicht katheterisiert werden können und nicht täglich Kot absetzen.

<sup>2)</sup> Bei Schwein II (Droll) ist eine derartige Berechnung überhaupt nicht möglich, weil eine Vorperiode mit Fütterung der gleichen Nahrung ohne Ammoniakzulagen nicht existiert.

Vorperiode 2,68 g<sup>1)</sup> zugrunde, so ergibt sich eine tägliche N-Retention von 1,3 g N, benutzt man den Mittelwert zwischen Vorperiode und den vielleicht zu niedrigen Zahlen der dreitägigen Nachperiode (41.—43. Versuchstag), so erhält man die Zahl 0,8 g N.

Da in meinen Versuchsreihen die durchschnittliche N-Retention pro die ca. 0,9—1,0 g N betrug, so ergibt sich, daß in dem langen Versuche von Abderhalden und Lampé die tägliche Stickstoffersparnis durch Ammoniaksalze etwa die gleiche ist wie in meinen Versuchen. Da jedoch in meinen Versuchen infolge der vorausgehenden Hungerperiode das Niveau der Eiweißverbrennung 2<sup>1/2</sup> mal tiefer lag wie in dem Versuche von Abderhalden und Lampé, und die Autoren bei der Zumessung der Ammoniakmengen diesem Umstand keine Rechnung trugen, so näherten sich meine Bilanzen dem Gleichgewicht,<sup>2)</sup> während das bei den Versuchen von Abderhalden und Lampé nicht möglich war.

Daß trotz der geringen Ammoniakmengen in den Versuchen dieser Autoren die Retentionen so erheblich waren, ist der beste Beweis für den von mir stets hervorgehobenen, außerordentlich günstigen Einfluß abundanter Kohlenhydratfütterung in derartigen Versuchen.

---

<sup>1)</sup> vgl. l. c., Tabelle S. 421.

<sup>2)</sup> Ob das im Einzelfalle in geringerem oder stärkerem Maße der Fall ist, hängt natürlich oft von individuellen Unterschieden ab.

---