

Über die Beeinflussung des Stickstoff-Stoffwechsels durch Fütterung von Natriumnitrat.

Von
E. Grafe und H. Wintz.

(Aus der medizinischen Klinik in Heidelberg.)
(Der Redaktion zugegangen am 12. Juni 1913.)

Die Feststellung der merkwürdigen Tatsache,¹⁾ daß sich durch Verfütterung von Ammoniaksalzen zu einer abundanten, aber nahezu eiweißfreien Kost sehr erhebliche Stickstoffretentionen erzielen lassen und damit eine Eiweißersparnis wahrscheinlich gemacht worden war, wie sie in dem Maße kaum beim Leim früher gefunden wurde, brachte eine Menge neuer Fragestellungen mit sich.

Vor allem galt es, den Mechanismus dieser merkwürdig günstigen Beeinflussung der Stickstoffbilanz aufzuklären. Dies mußte auf den verschiedensten Wegen versucht werden.

Zunächst erhob sich die Frage, welcher Art eine Stickstoffverbindung sein muß, um die Eiweißersparnis hervorzurufen.

Nur für NH_2 -Verbindungen war der Nachweis bisher erbracht worden.

Wie steht es in der Richtung mit den NO- und CN-Verbindungen?

Der Prüfung derartiger Substanzen standen von vornherein dadurch große Schwierigkeiten im Wege, daß diese Verbindungen in großen Dosen eine ausgesprochene Giftwirkung entfalten, eine weit größere wie bei den früher untersuchten Stoffen (Ammoniak und Harnstoff).

Es lag nahe, als ersten Stoff für die Prüfung den Salpeter zu nehmen, da dieses Salz im Pflanzenreich eine sehr ähnliche Rolle wie das Ammoniak spielt.

¹⁾ 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. — Weitere Arbeiten von Abderhalden und Grafe, sowie deren Mitarbeitern über die gleiche Frage in Bd. 78—84 dieser Zeitschrift.

Auch das Studium der bisher vorliegenden Beobachtungen über das Schicksal der Nitrates im tierischen Organismus schien die Möglichkeit, daß sich unter bestimmten Bedingungen auch mit Nitraten Stickstoffretentionen erzielen lassen, an die Hand zu geben. Schönbein¹⁾ hatte zuerst 1864 das Vorhandensein von Salpeter und salpetrigsauren Salzen im Harn nachgewiesen und auf das Vorhandensein dieser Stoffe in einem großen Teil der gewöhnlichen Nahrungsmittel zurückgeführt. Er beobachtete auch bereits die Reduktion von Nitraten zu Nitriten in tierischen Flüssigkeiten, z. B. durch Zusatz von Blutkörperchen.²⁾

Barth³⁾ stellte auf Grund seiner Versuche zuerst die Behauptung auf, daß das Nitrat im Organismus ganz allgemein und wahrscheinlich schon im Magendarmkanal in Nitrit übergeführt wird.

Die ersten exakten Stoffwechselversuche mit Nitraten stammen von Röhmann,⁴⁾ der vor allem mit Hilfe der Schulzeschen Methode (Überführung der Nitrates in NO mit konz. Salzsäure und Eisenchlorür und volumetrische Bestimmung über Kalilauge) das Schicksal von per os und subcutan eingegebenem Salpeter studierte.

Dabei wurde die merkwürdige Tatsache festgestellt, daß stets nur ein Teil (im Durchschnitt ca. 40%) des aufgenommenen Salpeters im Harn wiedergefunden wurde, und es zeigte sich, daß selbst bei Einführung der sehr kleinen Mengen Salpeter (maximal 0,539 g N_2O_5) die Ausscheidung über mehrere Tage sich erstreckte. Das Gleiche galt nicht nur für das Kaninchen, sondern auch für den Hund.

Ein ganz analoges Verhalten wie für den Salpeter wurde auch für Nitrite festgestellt. Die Angaben von Barth und Röhmann wurden von Neuffer⁵⁾ und Binz und Gerlinger⁶⁾

¹⁾ Journ. f. prakt. Chem., Bd. 92, S. 156, 1864.

²⁾ Zeitschr. f. Biol., Bd. 3, S. 334.

³⁾ Toxikologische Untersuchungen über Chilisalpeter. Dissertation. Bonn 1879.

⁴⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 5, S. 94 und S. 232, 1881.

⁵⁾ Über das Verschwinden von Salpetersäure im Stoffwechsel. Dissert., Würzburg 1898.

⁶⁾ Die Reduktion des Natriumnitrats im Tierkörper. Arch. internat. de Pharmacodyn. et de Thérap., Bd. 2, 1901.

mit einer etwas andersartigen Methodik in vollem Umfange bestätigte. Neuffer konnte auch zeigen, daß das Verschwinden von Salpeter und salpetrigsauren Salzen nicht etwa durch Tätigkeit von Darmbakterien bedingt ist, da auch das intravenös einverleibte und nicht durch den Darm ausgeschiedene Nitrat und Nitrit nur zum Teil im Harn wiedererscheint. Versuche mit Organsubstanzextrakten von Gescheidlen,¹⁾ Neuffer, Stepanow,²⁾ Abelous und Gérard,³⁾ sowie Vogelsohn⁴⁾ zeigten schließlich, daß vor allem die lebende Leber, ferner in geringerem Maße Blut und Muskeln den zugesetzten Salpeter zersetzten, die Organextrakte erwiesen sich dabei weit weniger wirksam als die lebenden Organe. Die Einwirkung von Organextrakten auf Nitrate und Nitrite wurde später vor allem von Vogelsohn (unter Heffter) eingehend studiert, und auch hier zeigte sich wieder, daß ein Teil der Nitrate zu Nitriten reduziert war, und daß auch von den letzteren ein großer Teil dem Nachweis sich entzogen hatte, d. h. also von der Zelle weiter verarbeitet worden war. Schließlich zeigte Mazé,⁵⁾ daß auch in der lebenden Zelle salpetrige Säure gebildet werden kann.

Nach diesen übereinstimmenden Angaben der verschiedensten Autoren kann also kein Zweifel darüber bestehen, daß der Organismus die Fähigkeit hat, Nitrate zu Nitriten zu reduzieren. Dementsprechend wird von den verschiedensten Seiten, so z. B. vor allem von Wind⁶⁾ die Salpetervergiftung direkt als eine Nitritvergiftung aufgefaßt, eine Anschauung, die durch den direkten Nachweis der Nitrite im Blut in den Vergiftungsfällen eine Stütze erhalten hat.

Es fragt sich nun, ob die reduzierende Kraft des Organismus noch weiter geht. Die vorher schon zum Teil erwähnten

¹⁾ Pflügers Arch., Bd. 8, S. 506.

²⁾ Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmak., Bd. 47, S. 411 (1902).

³⁾ Compt. rend., Bd. 129, S. 56—58, S. 164—166.

⁴⁾ Über die Einwirkung von Organextrakten auf Nitrate u. Nitrite. Dissertation, Bern 1907.

⁵⁾ Compt. rend., Bd. 152, S. 1624 u. Bd. 153, S. 373.

⁶⁾ Deutsch. Mediz. Wochenschr., Nr. 37, S. 843, 1911.

Beobachtungen von Röhmann, Grüter,¹⁾ Spiegel²⁾, Neuffer, Vogelsohn und andern sprechen außerordentlich stark für diese Annahme, und schon Röhmann hat die Vermutung ausgesprochen, daß das in seinen Versuchen nicht wiedergefundene Nitrit weiter reduziert worden ist, entweder zu Ammoniak oder durch Vermittlung von salpetrigsaurem Ammoniak zu gasförmigem Stickstoff. Der letztere Prozeß dürfte allerdings nach allem, was wir inzwischen über die Beteiligung des gasförmigen Stickstoffs erfahren haben (vgl. vor allem durch Krogh und Oppenheimer), etwas unwahrscheinlich sein. Weitere Umwandlungsmöglichkeiten sollen später noch besprochen werden. Für die Annahme, daß die Nitrite zu Ammoniak weiter oxidiert werden, sprechen auch die pharmakologischen und pathologischen Erfahrungen bei akuter Alkalinitritvergiftung beim Warmblüter. Wie vor allem Harnack³⁾ gezeigt hat, läßt sich in solchen Fällen Nitrit nur selten in Spuren im Harn nachweisen, und die Organe bieten die gleichen Veränderungen, wie sie bei schwerer interner Ammoniakvergiftung beobachtet werden (diffuse hämorrhagische Gastritis, rapide Leberverfettung).

Harnack neigt daher der Annahme zu, daß die Nitritvergiftung zum großen Teil eine Ammoniakvergiftung ist.

Allerdings handelt es sich zunächst bei der Annahme einer Reduktion von Nitraten zu Ammoniak im Warmblüterorganismus nur um eine gut gestützte Hypothese, da der sichere Nachweis größerer Mengen von Ammoniak, bezw. von Zwischenstufen zwischen Nitriten und Ammoniak bisher unseres Wissens noch nicht einwandfrei geliefert worden ist. Aber immerhin ist nach den vorliegenden Beobachtungen die Wahrscheinlichkeit, daß auch bei Fütterung von Salpeter intermediär Ammoniak oder Aminverbindungen auftreten können, sehr groß, und demnach mußte auch mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß auch

¹⁾ Über das Schicksal der salpetersauren Salze im Tierkörper. Dissertation, Würzburg 1895.

²⁾ Über die Ausscheidung der Salpetersäure. Dissertation, Würzburg 1894.

³⁾ Arch. internation. de pharmacodyn., Bd. 12, S. 185, 1903.

durch Fütterung von Nitrat auf dem Umwege über das Ammoniak Stickstoffretentionen sich erzielen lassen. Dabei war es natürlich von vornherein kaum zu erwarten, daß die Stickstoffretentionen sehr erheblich sein würden, da nach dem oben Ausgeführten die Nitrate, wenn überhaupt, so nur auf dem Wege über die äußerst giftigen Nitrite in Ammoniak umgewandelt werden konnten.

Stoffwechselversuche in der gleichen Anordnung, wie der eine von uns¹⁾ (G.) sie zum Nachweis der Stickstoffretentionen mit Ammoniaksalzen benutzt hatte, mußten zeigen, ob und in welchem Umfange eine Stickstoffretention mit Nitraten eintrat und ob und wie der Eiweißumsatz durch Salpeter beeinflusst wird. Die ersten derartigen Versuche wurden bereits im Februar 1912 an Hunden angestellt, und Grafe erwähnte schon in seinem Vortrag auf dem XXIX. Kongreß für Innere Medizin (April 1912),²⁾ daß auch mit Nitraten tatsächlich Stickstoffretentionen erhalten werden können.

Da weitere Hunderversuche in mehrfacher Richtung auf Schwierigkeiten stießen, vor allem hinsichtlich der Einverleibung größerer Mengen von Salpeter, wurden die weiteren Versuche mit anderer Analysetechnik bei Schweinen angestellt, die auch für diese Zwecke sich als außerordentlich brauchbar erwiesen.

Als die Versuche gerade abgeschlossen waren, erschien eine Arbeit von Abderhalden und Hirsch,³⁾ die sich gleichfalls mit dem Studium der Wirkung des Salpeters (Natriumnitrats) auf den Stickstoffwechsel befaßten. Es sollen diese Versuche nachher in Zusammenhang mit unseren eigenen Resultaten besprochen werden.

Die Anlage unserer Stoffwechselversuche war im Prinzip genau die gleiche, wie sie mehrfach bei den Arbeiten des einen von uns über Stickstoffretentionen mit Ammoniaksalzen und Harnstoff auseinandergesetzt worden ist. Betont sei nur, daß der Salpeter (Natriumnitrat puriss. pro analysi Merck)

¹⁾ Vgl. die früheren Arbeiten in Bd. 77—84 dieser Zeitschrift.

²⁾ Verhandlungen, S. 513.

³⁾ Diese Zeitschrift. Bd. 84, S. 189 u. ff., 1913.

stets in Lösung der Nahrung zugesetzt wurde, und daß zumal bei Verfütterung großer Mengen des leicht giftig wirkenden Salzes darauf geachtet wurde, daß die Nahrung in mehrfachen kleinen Portionen verteilt über 16 Stunden gegeben wurde. Die Methodik der Analyse des Salpeters war in den Versuchen beim Hunde eine andere, wie beim Schweine.

Gestützt auf die zahlreichen günstigen Erfahrungen, welche frühere Autoren, wie z. B. Röhmann, mit der Schultzeschen-Tiemannschen Methode der quantitativen Nitratbestimmung als Stickoxyd gemacht hatten, verwandten wir bei den Versuchen am Hunde diese Methode. Das Prinzip der Methode besteht in folgendem:

Der Urin wird in ein kleines Rundkölbchen gebracht, das nach der einen Seite durch ein Glasrohr zu einem unter Natronlauge aufgestellten und mit Natronlauge gefällten Endiometer (Nitrometer) endet, nach der andern Seite durch ein längeres Glasrohr mit der Außenwelt kommuniziert. Beide Glasrohre sind durch ein eingeschaltetes Gummizwischenstück mit Quetschhähnen abschließbar. Zu Beginn der Bestimmung wird durch Kochen der zur Analyse bestimmten Flüssigkeit alle Luft aus dem Apparat durch Wasserdampf ausgetrieben und dann durch Abkühlung von dem frei mündenden Rohr Eisenchlorür und konz. Salzsäure in den Kolben eingesogen und von neuem erhitzt. Hierbei wird alles N_2O_5 quantitativ in NO übergeführt und dies Gas entweicht in den Eudiometer, wo es nach den üblichen Methoden der Gasanalyse unter genauer Kontrolle von Temperatur und Druck gemessen wird, 1 ccm NO entspricht 0,002414 g Salpetersäureanhydrid. Bezüglich aller Einzelheiten der Methodik und Apparatur sei auf die genaue Beschreibung der Methode in Tiemann-Gärtners Handbuch der Untersuchung und Beurteilung der Wässer¹⁾ verwiesen. Die dort gegebenen Vorschriften wurden genau befolgt.

Bestimmungen in reinen Salpeterlösungen und im Harn, dem eine bestimmte Menge Salpeter zugesetzt war, lieferten die gleichen guten Resultate, wie sie auch von den früheren

¹⁾ IV. Aufl., S. 154 u. ff. Braunschweig 1895.

Untersuchern gefunden sind, so daß nicht noch neue Zahlenbelege für die Leistungsfähigkeit der Methode gegeben zu werden brauchen.

Die zur Analyse verwandte Flüssigkeitsmenge (Teile von Urin + Spülwasser eines Tages) richtete sich je nach der Größe der verfütterten Nitratmenge und wechselte zwischen 10 und 100 cem.

Außer dem Nitrat-N wurde im Urin stets auch der Kjeldahl-N nach der Kjeldahlschen Methode bestimmt. Obwohl ganz allgemein angenommen wird, daß bei der Veraschung nach Kjeldahl niemals kleine Mengen von Nitraten reduziert werden, verfahren wir doch, um ganz sicher zu gehen, entweder so, daß wir die zur Nitratbestimmung benutzte Menge von Urin und Spülwasser weiter zur Kjeldahlveraschung benutzten, oder vor Beginn der Veraschung nach Kjeldahl im Kolben mit Eisenchlorür und konzentrierter Salzsäure die Nitrate in NO überführten und so aus der Flüssigkeit quantitativ entfernten. In der skizzierten Weise verfahren wir bei den Hunderversuchen.

In den Versuchsreihen bei Schweinen entschlossen wir uns dazu, das zwar viel zeitraubendere, aber an Exaktheit der Resultate unübertroffene Verfahren der Bestimmung des Gesamtstickstoffs nach Dumas anzuwenden.

Die Gründe waren folgende: Einmal gestattet das Verfahren von Schulze-Tiemann nur eine quantitative Bestimmung der Nitrate, nicht aber der Nitrite gleichzeitig. Wenn auch vermutlich die Menge von Nitrit eine sehr geringe war (die Nitritproben im Harn fielen meist nur schwach positiv aus), so blieb doch eine gewisse Unsicherheit bestehen. Vor allem aber kam es uns darauf an, durch eine Bestimmung des Gesamtstickstoffs auch alle etwa vorhandenen Abbauprodukte, bezw. Umwandlungsstufen der eingeführten Nitrate im Urin bei ihrer Ausscheidung zu fassen.

Da im normalen Urin bei gewöhnlicher Ernährung mit einer salpeterfreien Nahrung die Kjeldahlbestimmungen zu den gleichen Stickstoffzahlen führen wie die Veraschungen nach Dumas, so durften wir die Differenz zwischen den Zahlen für den Gesamtstickstoff im Harn, wie sie nach der Dumaschen Elementaranalyse gefunden wurden, und den Werten

bei der Veraschung nach Kjeldahl als Nitrat-N bezeichnen. In dieser Differenz waren auch eventuell vorhandene Nitrite und Nitroverbindungen, die aus dem Nitrat entstanden sein könnten, mit einbegriffen.

Die Elementaranalyse wurde nach Dumas nach der guten Beschreibung von Brahm in Abderhaldens Handbuch der Biochemischen Arbeitsmethoden, Bd. I, ausgeführt.

Einer besonderen Beschreibung bedarf nur die Vorbehandlung der Flüssigkeiten für die Veraschung im Verbrennungsrohr.

160—190 ccm der Mischung von Urin und Spülwasser wurden in ganz genau bekannter Menge in einer genau abgewogenen Porzellanschale vorsichtig auf dem Wasserbad bei gelinder Flamme erwärmt, wobei streng darauf geachtet wurde, daß die Reaktion stets ganz schwach sauer blieb; ferner wurde die Schale häufig geschwenkt, um ein Eintrocknen des Urins an den Rändern der Schale zu verhindern.

Das Eindampfen wurde bis zum Auftreten einer dünn-sirupösen Flüssigkeit fortgesetzt. In einem etwas evakuierten Exsikkator blieb dann die Schale bei gewöhnlicher Temperatur so lange stehen, bis aus der Flüssigkeit eine dicksirupöse Konsistenz erhalten wurde. Dann wurde die Schale samt Inhalt gewogen, der Inhalt sofort mit einem Glasstab durcheinander gemischt und gleich drei Portionen zur Analyse in drei Verbrennungsschiffchen genau abgewogen. Die Schiffchen wurden dann fast bis zum Rande mit feinem, ausgeglühtem, pulverisiertem Kupferoxyd gefüllt und bei Zimmertemperatur im nicht evakuierten Exsikkator einige Stunden aufbewahrt.

Durch mehrere Vorversuche mit einer Salpeterlösung, deren Gehalt an N genau bekannt war, haben wir uns überzeugt, daß bei dieser Art des Verfahrens keinerlei Verlust von N eintritt.

Die Beschickung des Verbrennungsrohrs sowie die Vornahme der Verbrennung war die übliche. Die Kohlensäureentwicklung wurde in einem Kippschen Apparate vorgenommen, von dem aus das Gas erst eine mit Natronbicarbonat gefüllte und dann eine zweite leere Waschflasche zu passieren hatte.

Mit der Verbrennung wurde erst angefangen, wenn in dem mit 40%iger Kalilauge gefüllten Gattermannschen Azoto-

meter keine Gasblasen mehr, sondern nur noch ein feiner Schaum aufstieg. Da die eingedampfte Mischung von Urin und Spülwasser absichtlich nie bis zur Trockene eingengt war, sondern noch immer kleine Mengen Wasser enthielt, mußte bei der Erhitzung der Röhre sehr vorsichtig vorgegangen werden, da jede Anhäufung von Kondenswasser im heißen Rohr zum Platzen des Rohres und damit zum Verlust der Analyse führen konnte. Zum Sammeln des Kondenswassers wurde direkt hinter das Verbrennungsrohr eine Glasröhre mit kugeliger Auftreibung eingeschaltet. Die Erhitzung des Glasrohres bis zur Rotglut und die Durchleitung von Kohlensäure wurde so lange fortgesetzt, bis $\frac{1}{4}$ Stunde lang das Gasvolumen im Azotometer konstant blieb. Die Kalilauge wurde für jede Bestimmung frisch hergestellt und ausgekocht. Bei dem geschilderten Verfahren erhielten wir ausgezeichnet übereinstimmende Werte, stets wurden zwei Analysen vorgenommen; sobald diese um mehr als 0,2% differierten, wurde noch eine dritte, eventuell eine vierte vorgenommen.

Als Beispiel für die Genauigkeit der Resultate seien folgende Analysen angegeben: Es wurde eine genau 40%ige Lösung von chemisch reinem Natriumnitrat purissimum pro analysi Merck angefertigt. Auf Grund der Formel betrug der N-Gehalt von 1 g des gelösten Salpeters 16,47% N.

Von der Lösung wurden zwei Proben entnommen und in der oben beschriebenen Art eingedampft und verascht.

Die eine Probe enthielt 0,4370 g Natriumnitrat, der durch Verbrennung festgestellte Prozentgehalt an N war 16,55%.

Eine zweite enthielt 0,3952 g N, der N-Gehalt des Salpeters nach der Verbrennung betrug 16,53%. Bei der N-Bestimmung im Kote wurden 0,5—0,8 g des gut gemischten, fein pulverisierten Trockenkots erhalten, wie er durch vorsichtiges Trocknen¹⁾ der feuchten Faeces nach Zusatz von einigen Kubikzentimetern verdünnter Schwefelsäure auf dem Wasserbad gewonnen wird.

Die nach der skizzierten Methodik angestellten Versuche und deren Resultate sind in den Tabellen I—IV registriert.

¹⁾ Das Trocknen wurde wie früher niemals bis zur Gewichtskonstanz vorgenommen, sondern nur soweit, daß eine Pulverisierung möglich war.

Die Anlage ist genau die gleiche wie in den früheren Arbeiten des einen von uns. Der Hauptperiode (Zufuhr von Nitraten) gehen zwei Vorperioden voraus, eine Hungerperiode von ca. 8—10tägiger Dauer und eine Vorperiode von ca. 6—8tägiger Dauer, in der die Standartkost allein verfüttert wurde. Eine Nachperiode von gleicher Anlage wie die zweite Vorperiode schloß den Versuch.

Versuchsreihe an Hund Ami. (Tabelle I.)

In der Hungerperiode verlor das Tier 1,4 kg an Gewicht, mit der sehr kalorienreichen, fast ausschließlich aus Kohlenhydraten bestehenden Standartkost allein 0,8 kg.

Der tägliche N-Verlust des Körpers mit dieser Kost betrug 0,785 g.

Während der 10tägigen Hauptperiode wurden täglich ca. 10 g chemisch reiner Natriumsalpeter in Wasser gelöst gegeben, die Gesamtnitrateinfuhr betrug 12,407 g N, d. h. 1,2407 g N als Nitrat-N pro die.

Von der eingeführten Nitratmenge wurden an 9 Versuchstagen¹⁾ in der Hauptperiode retiniert 1,891 g N, d. h. 0,21 g Nitrat-N pro die.

Die Hauptnitratretentionen fanden an den ersten Versuchstagen statt, erst gegen Ende der Periode trat eine vermehrte Ausschwemmung vorher retinierten Nitratstickstoffs ein. Diese dauerte auch noch während der ersten 4 Tage der Nachperiode an, so daß in dieser Zeit nochmals 0,413 g Nitrat-N den Körper verließen. Die im Körper anscheinend dauernd retinierte oder dort weiter verarbeitete Menge an Nitrat-N betrug mithin in 9 Versuchstagen $(1,891 - 0,413) = 1,478$ g N, d. h. 0,164 g Nitrat-N pro die, das sind 14,3% des eingeführten Salpeterstickstoffs.

Sehr interessant ist, daß während der Fütterung mit Salpeter der Verlust an Kjeldahl-N deutlich geringer geworden ist, wie bei der gleichen Kost ohne diese Zulage. Während in der Vorperiode II der tägliche N-Verlust im Durchschnitt — 0,785 g und in der ganz gleich angelegten Nachperiode

¹⁾ Der 10. Versuchstag mußte für die Berechnung leider fortfallen, da ein Teil des Urins verloren ging.

- 0,766 g N betrug, ist der Verlust bei Salpeterfütterung nur
- 0,689 g N, d. h. also um fast 0,1 g N geringer.

Wenn diese Differenz auch nicht sehr groß ist, so fällt sie wohl doch außerhalb der Fehlergrenzen, vor allem aber beweist sie, daß sicher kein nennenswerter Teil des retinierten Nitratstickstoffs als Kjeldahlstickstoff im Harn wiedererschienen ist.

Am deutlichsten ergibt sich die Sparwirkung des verfütterten Salpeters, wenn man den Gesamtstickstoffverlust der Hauptperiode mit den Werten von Vorperiode II und Nachperiode vergleicht.¹⁾

Einem Gesamt-N-Verlust in Vorperiode II von 0,785 g pro die und in der Nachperiode von 0,848 g pro die steht in der Hauptperiode nur ein Verlust von 0,479 g gegenüber.

In ähnlicher Weise fielen auch andere Hunderversuche aus. Da die Tiere jedoch ziemlich rasch die quantitative Bewältigung der Nahrung verweigerten, sind sie nicht voll beweiskräftig, so daß wir von ihrer Mitteilung absehen. Auch gegen den in Tabelle I wiedergegebenen Versuch läßt sich einwenden, daß das Tier an zahlreichen Tagen die vorgesezte Nahrung nicht quantitativ bewältigte, so daß Rückbestimmungen notwendig wurden.²⁾ Ferner fiel der 17. Versuchstag infolge Verlust eines Teils des Urins aus.

Unter diesen Umständen schien es bei der Wichtigkeit der Frage dringend notwendig, die Versuche weiter fortzusetzen, und zwar unter Steigerung der Nitratmengen, da möglicherweise je nach der verfütterten Menge die Wirkung auf den N-Umsatz eine andere sein konnte. Da es nicht gelang, bei Hunden mit Darreichung größerer Mengen von Nitraten und Kohlenhydratüberernährung bessere Versuche zu bekommen, gingen wir dazu über, an Schweinen die Frage zu studieren, da diese Tiere für Versuche mit Ammoniaksalzen sich als sehr geeignet erwiesen hatten.

¹⁾ Hierbei ist als Gesamtstickstoff für Vorperiode II der Kjeldahl-N, für die beiden anderen Perioden Kjeldahl + Nitrat-N in Rechnung gezogen.

²⁾ In diesem Versuche wurde die N-Bestimmung indirekt aus dem Gewicht der Nahrung vorgenommen.

In diesen Versuchen wurde die abundante Kohlenhydratnahrung stets quantitativ bewältigt, und es gelang ohne sichtbare Störung des Allgemeinbefindens sehr erhebliche Salpetermengen, bis zu 3,449 g Nitrat-N pro die, entsprechend ca. 21 g Salpeter, tagelang zu verfüttern. Sämtliche Tiere wie auch der Hund blieben am Leben und wurden zum Teil später für weitere Versuche benutzt.

In den Schweineversuchen wurde der Salpeter stets in großen Mengen in Wasser gelöst und von den Lösungen ca. 30 bis 50 ccm der Nahrung täglich zugesetzt. Der Stickstoffgehalt der Lösungen wurde stets durch Elementaranalyse festgestellt. Auch im Urin von Haupt- und Nachperiode wurde der Stickstoff einmal durch Elementaranalyse, ferner nach Kjeldahl bestimmt und die Differenz in den Bestimmungen als Nitrat-N bezeichnet.

Versuch an Schwein IX (Tabelle II).

Dauer 47 Tage. In der 7tägigen Vorperiode I trat ein Gewichtsverlust von 3760 g ein, in den ersten Tagen der Vorperiode II (Fütterung mit Standartkost allein) nahm das Tier 1360 g zu und blieb dann während des ganzen übrigen Versuchs annähernd auf dem gleichen Gewichte stehn.

Bei der Fütterung mit der Standartkost in Vorperiode I verlor das Tier täglich — 1,252 g an Stickstoff, bei gleicher Ernährung in der Nachperiode 0,94 g an Kjeldahl-N. In der 21tägigen Hauptperiode (Zulagen von Salpeter) wurde an das Tier 20,811 g N in Form von Salpeter verfüttert, mithin täglich 0,991 g.

Von diesem Nitratstickstoff wurden in der Hauptperiode 3,099 g N (= 0,148 g pro die) retiniert. Auch in diesem Falle zog sich die Nitratausscheidung noch erheblich bis in die Nachperiode hinein, sodaß hier nochmals 2,626 g N in Form von Nitrat-N zur Ausscheidung kamen.

Die dauernd retinierte Menge Nitrat-N (0,473 g pro Periode = 0,022 g pro die) ist mithin in diesem Falle ganz minimal und fällt vollkommen in den Bereich der Versuchsfehler.

Eine günstige Beeinflussung der Kjeldahl-N-Bilanz durch den Salpeter ließ sich gleichfalls in diesem Falle nicht kon-

statieren (— 1,19 g Kjeldahl-N in der Salpeterperiode gegenüber — 1,252 g und — 0,94 g bei Standartkost allein).

Versuch bei Schwein VII (Tabelle III).

Da im letzten Versuche das Fehlen jeder Beeinflussung des N-Stoffwechsels durch die Nitratsfütterung vielleicht im Zusammenhang mit der geringen Menge des verfütterten Salzes stand, wurden in diesem 35tägigen Versuch außerordentlich große Mengen Salpeter gegeben: in 10 Tagen insgesamt ca. 200 g mit einem N-Gehalt von 34,061 g, also Gaben, die den toxischen zum mindesten sehr nahe standen.

Die großen Mengen Salpeter wurden quantitativ wieder ausgeschieden. In der Hauptperiode wurden zwar 0,667 g Nitrat-N retiniert, dafür aber in der Nachperiode 0,746 g weiter ausgeschieden, so daß die Bilanz mit — 0,08 g schwach negativ wird.

Sehr interessant ist das Verhalten der Bilanz für Kjeldahl-N.

Der Verlust in der 9tägigen Hungerperiode betrug täglich — 2,815 g, in der ersten Fütterungsperiode mit der Standartkost allein (Vorperiode) II — 1,221 g, in der abschließenden Nachperiode mit gleicher Nahrung jedoch — 1,548 g N, dieser letzteren Zahl nähert sich auch der Wert für die Hauptperiode (Salpeterzulagen) von — 1,477. Da wir in unseren sehr zahlreichen Versuchen an Hunden und Schweinen niemals ein so erhebliches Ansteigen des Eiweißminimums wie in diesem Versuche gefunden haben, da im Gegenteil in der Nachperiode die Werte fast ausnahmslos niedriger liegen wie in der Vorperiode, so haben wir in dieser Steigerung der Eiweißverbrennung mit großer Wahrscheinlichkeit den Einfluß einer toxischen Schädigung durch die großen Salpeterdosen vor uns, und es scheint diese Schädigung auch nach Fortfall der Nitratsfütterung und vollständiger Eliminierung des Salpeters aus dem Körper zunächst noch einige Zeit weiter zu bestehen.

Somatisch fiel an dem Tiere nur eine außerordentlich hartnäckige Verstopfung auf, im übrigen machte es einen ge-

sunden Eindruck, erholte sich rasch von dem Versuch und nahm in den nächsten Wochen über 20 kg zu.

Das Verhalten des Körpergewichts während des Versuchs bot keine Besonderheiten. Auffallend war nur, daß in der Salpeterperiode ein Gewichtsansatz von 700 g stattfand, der auch in der Nachperiode nicht wieder verloren ging. Bei der Annahme einer toxischen Schädigung des Eiweißstoffwechsels wäre eher eine Gewichtsabnahme zu erwarten gewesen. Wahrscheinlich handelte es sich wohl lediglich um eine Zunahme an Wasser.

Versuchsreihe bei Schwein XIV (Tabelle IV).

Nachdem im letzten Versuch für eine Retention von Stickstoff anscheinend zu große Dosen Salpeter gegeben worden waren, kamen in dem 32tägigen Versuch bei Schwein XIV mittlere Mengen zur Verwendung: 1,986 g Nitrat-N pro die. Die Gesamteinfuhr an Salpeterstickstoff in der 11tägigen Hauptperiode betrug 21,846 g. Davon wurden in der Hauptperiode retiniert 3,563 g N (= + 0,324 g N), in der Nachperiode kamen noch 1,276 g Nitrat-N zum Vorschein, sodaß die Menge des dauernd retinierten oder anderweitig verarbeiteten Nitratstickstoffs 2,287 g N pro Periode = 0,208 g N pro die betrug, d. h. ca. 11% der Einfuhr. Die Sparwirkung des Salpeters prägte sich in der Gesamtstickstoffbilanz der Hauptperiode gegenüber den beiden anschließenden Fütterungsperioden mit der Standardkost allein darum nicht so stark aus, weil auch in diesem Falle der Salpeter eine sehr erhebliche Steigerung des Eiweißumsatzes hervorgerufen hatte. Gegenüber einem täglichen N-Verlust von — 1,761 g in Vorperiode I verlor das Schwein in der Hauptperiode — 2,326 g Kjeldahl-N, in der Nachperiode sogar — 3,06 g. Auffallend ist, daß die Eiweißschmelzung in der Nachperiode soviel größer war als in der Hauptperiode.

Es ist dieser Befund schwer zu deuten, jedenfalls aber spricht er sehr zugunsten einer Retention des nicht in Nitratform wiedergefundenen Salpeterstickstoffs. Im anderen Falle hätte die Bilanz im Gegenteil in der Hauptperiode viel stärker

negativ ausfallen müssen. Die Steigerung des Eiweißumsatzes muß wohl auch in diesem Falle als eine toxische aufgefaßt werden.

Merkwürdigerweise war in diesem Falle im Gegensatz zum vorigen Versuch die Wirkung auf den Darm eine ganz andere. Diesmal waren die Stuhlentleerungen außerordentlich voluminös, in den letzten Tagen auch etwas durchfällig. Die im Kot entleerten Stickstoffmengen waren mit durchschnittlich 0,869 g pro die so groß, wie wir es sonst noch nie beim Schwein beobachtet haben. So scheint die toxische Wirkung des Salpeters in diesem Falle sich in erster, wenn nicht einziger Richtung, auf den Darm erstreckt zu haben. Vergleicht man den im Harn ausgeschiedenen Kjeldahl-N in Vorperiode II und Hauptperiode miteinander, so sind die Differenzen sehr gering: — 1,747 g N pro die in der Vorperiode II mit Standardkost allein gegenüber — 1,908 g N in der Hauptperiode, während andererseits für die Nachperiode die gleiche Berechnung einen N-Verlust von — 2,795 g N pro die ergibt. In der Nachperiode war also anscheinend auch eine erhebliche Schädigung des Zellprotoplasmas vorhanden.

Zusammenfassend läßt sich über die mitgeteilten 4 Versuche sagen, daß ihre Ergebnisse außerordentlich widersprechend sind. Während in einem Versuch (Nr. 2) bei Verfütterung von 0,991 g Nitrat-N die eingeführte Menge quantitativ eliminiert wurde und ohne irgend erkennbaren Einfluß auf den Eiweißumsatz blieb, waren in den 3 anderen Versuchen deutliche Veränderungen da. Sowohl in Versuch Nr. 1 (1,267 g Nitrat-N pro die), als in Versuch Nr. 4 (1,986 g Nitrat-N pro die) wurden 10—15% des eingeführten Nitrat-Stickstoffs anscheinend dauernd retiniert, es konnte dieser Stickstoff auch nicht in anderer Form wieder gefunden werden. Demgegenüber wurden in Versuch Nr. 3 die sehr großen Nitratmengen (3,4 g Nitrat-N) pro die quantitativ wieder ausgeschieden.

Während im Versuch Nr. 1 durch die Salpeterzulage eine deutliche, wenn auch geringe Einschrän-

kung des Eiweißumsatzes stattfand, wurden in den Versuchen 3 und 4 Steigerungen gefunden, die anscheinend toxische Wirkung erstreckte sich in Versuch 4 in erster Linie auf den Darm, im Versuch Nr. 3 besonders auf den intermediären Eiweißumsatz. In keinem Falle wurden dauernde Schädigungen durch die Nitratzufuhr hervorgerufen. Sämtliche Tiere entwickelten sich normal weiter.

In allen Fällen dauerte, entsprechend den Angaben früherer Autoren, die Nitratausscheidung sehr lange.

Die Ursache für den verschiedenen Ausfall der einzelnen Versuche ist vermutlich die verschiedene Menge des verfütterten Nitrats. Geringe Mengen bleiben anscheinend ohne jede Wirkung, während größere Schädigungen hervorrufen. Ob noch weitere Momente dabei eine Rolle spielen, muß durch weitere Versuche festgestellt werden. Die Retention von Nitrat-N steht in vollem Einklang mit den oben mitgeteilten Beobachtungen anderer Autoren, die jedoch niemals die Kjeldahl-N-Bilanz mitbestimmten.

Wie schon oben erwähnt, haben vor kurzem auch Abderhalden und Hirsch¹⁾ Versuche über die Wirkung des Salpeters auf den Stickstoffwechsel mitgeteilt.

Die Nitratbestimmungen wurden teils nach dem Devardaschen teils nach dem Ulschischen Verfahren vorgenommen. Die Versuche wurden an 3 Hunden und an 1 Schweine ausgeführt. Verfüttert wurden immer nur sehr kleine Mengen Salpeter (5 g mit 0,82 g N), sämtliche Tiere starben trotzdem an den Folgen einer Salpetervergiftung.

Vergleicht man die von Abderhalden und Hirsch gefundenen Resultate mit den unsrigen, so ergibt sich in drei wesentlichen Punkten eine Übereinstimmung. Die beiden Autoren fanden in einem Teil ihrer Fälle (2), wie wir, keinerlei Beeinflussung von Eiweißumsatz und eine quantitative Ausscheidung der Nitrate. In 2 Fällen wurde durch Nitratverfütterung eine deutliche Verminderung des Umsatzes an Kjeldahl-N hervorgerufen. Sie war sehr viel ausgesprochener wie in unserem Versuch I, vor allem galt das für den Fall gleichzeitiger Fleisch-

¹⁾ Diese Zeitschr., Bd. 84, S. 189 u. ffg.

fütterung (Bilanz bei Fütterung von 34,8 g Fleischpulver — 0,29 g bei Zulage von 0,82 g Nitrat-N Bilanz + 0,61 g N).

In einem Fall (II) trat eine deutliche Retention von Nitratstickstoff ein: von 5,74 g eingeführtem Nitrat-N wurden 0,84 g = 14,6% dauernd retiniert. Es entspricht also dieser Versuch vollkommen den Resultaten, welche wir bei unseren Versuchen I und IV erhalten haben, auch in diesen Versuchen waren 10 bis 15% des eingeführten Nitrates retiniert worden. Aus dem angeführten Versuch von Abderhalden und Hirsch geht auch sehr deutlich hervor, daß der retinierte Nitratstickstoff nicht in anderer Weise (als Kjeldahl-N) zutage kam, da in der Salpeterperiode die Kjeldahl-N-Bilanz von — 2,34 N auf — 0,70 g N zurückging.

Abderhalden und Hirsch scheinen allerdings diesen Versuch als nicht beweiskräftig¹⁾ im Sinne einer Retention von Nitrat-N anzusehn, denn sonst könnten sie bei der summarischen Besprechung ihrer Resultate nicht schreiben: «Der in Form von Salpeter zugeführte Stickstoff erscheint quantitativ im Harn wieder. Er nimmt somit sicher keinen direkten Anteil am Eiweißstoffwechsel». ²⁾

Die ungünstige Einwirkung des Salpeters auf den Eiweißumsatz, wie wir ihn in den Versuchen III und IV fanden, konnte in den Versuchen von Abderhalden und Hirsch darum nicht in Erscheinung treten, da stets nur kleine Mengen von Nitraten gegeben wurden. Die Mengenverhältnisse scheinen aber hier eine entscheidende Rolle zu spielen.

Die vorliegenden Beobachtungen von Abderhalden und Hirsch sowie von uns selbst lassen eine 4fache Wirkung verfütterten Salpeters erkennen:

1. Eine Beeinflussung des N-Umsatzes findet überhaupt nicht statt, der Salpeter wird quantitativ wieder ausgeschieden.

2. Der Salpeter wird quantitativ ausgeschieden, führt aber zu einer deutlichen Verminderung des Verlustes an Kjeldahl-N.

¹⁾ Eine Nitrat-N-Bestimmung in den Faeces war nicht vorgenommen worden, das gleiche gilt aber auch anscheinend für alle anderen Versuche.

²⁾ l. c., S. 189 u. 190.

3. 10—15% des eingeführten Nitrat-N werden dauernd retiniert, ohne in anderer Form den Körper zu verlassen. Eine günstige Beeinflussung des Umsatzes an Kjeldahl-N kann gleichzeitig vorhanden sein oder fehlen.

4. Hohe Dosen von Salpeter steigern die Abgabe des Körpers an Kjeldahl-N. (Toxische Wirkung auf den Eiweißstoffwechsel?) Die Verschiedenheit des Ausfalls der Versuche scheint in erster Linie von der Dosierung des Salpeters abhängig zu sein.

Ist somit durch die übereinstimmenden Versuche die Wirkung des Salpeters auf den Stickstoffumsatz in den wesentlichsten Punkten festgestellt, so erhebt sich die Frage, wie die Wirkungen zu deuten sind.

Am schwierigsten ist es, eine Erklärung dafür zu finden, daß das Natriumnitrat, obwohl es quantitativ wieder ausgeschieden wird, den Eiweißumsatz einschränken kann. Die gleiche Beobachtung hat Pescheck¹⁾ schon kürzlich für das Natriumacetat mitgeteilt. Zurzeit ist es wohl überhaupt nicht möglich, von dem Mechanismus sich eine Vorstellung zu machen. Jedenfalls aber ist angesichts dieser Tatsache die Mahnung von Abderhalden und Hirsch,²⁾ Stickstoffretentionen nicht ohne weiteres mit der Synthese im Eiweißstoffwechsel in Beziehung zu bringen, berechtigt. Auf der anderen Seite erscheint es uns aber unrichtig, wenn man z. B. die Stickstoffretentionen mit NH_2 - und NH_3 -Verbindungen ohne weiteres in Parallele zu den N-Retentionen mit Salpeter, bei denen dieser quantitativ wieder ausgeschieden wird, setzen wollte. Wir können daher der Ansicht von Abderhalden und Hirsch,³⁾ daß die Versuche mit Salpeter geeignet sind, den Mechanismus der Stickstoffretention nach Ammonsalzfütterung klarzustellen, nicht beipflichten. Der Mechanismus der Stickstoffretentionen ist offenbar ein sehr viel komplizierterer und mannigfaltigerer, als man bisher angenommen hatte. Die Stickstoffersparnis durch

¹⁾ Biochem. Zeitschr., Bd. 45, S. 244 u. ff., 1912.

²⁾ l. c., S. 190.

³⁾ l. c., S. 189.

Leim z. B. ist doch sicher ein ganz anderer Vorgang wie diejenige mit Natriumsalzen, und uns scheint, daß die Retentionen mit NH_3 sich sehr wohl mit denen des Leims analogisieren lassen. Natürlich müssen hier noch weitere Versuche Klärung schaffen.

Eine weitere Frage ist die, was geschieht mit dem retinierten Nitratstickstoff?

Daß er in der gleichen Form im Körper gespeichert wird, ist angesichts der durch zahlreiche obenerwähnte Untersuchungen festgestellten reduzierenden Kraft des Organismus äußerst unwahrscheinlich. Als sicher darf man wohl annehmen, daß aus den Nitraten Nitrite geworden sind, die dann sehr rasch weiter von der Zelle umgewandelt werden.

Folgende Wege sind z. B. hier denkbar:

Es wird das Nitrat weiter zu Ammoniak reduziert, wie es zuerst Röhmann¹⁾ und nach ihm andere Autoren vermutet haben.

Diese Reduktion könnte z. B. folgenden Weg einschlagen:



H. Franzen und E. Löhmann²⁾ haben die Möglichkeit eines derartigen Umwandlungsprozesses eingehend diskutiert. Allerdings sind bisher weder im Organismus noch bei bakterieller Reduktion der Salpetersäure Dioxyammoniak und Hydroxylamin gefunden worden.

Weiter wäre denkbar, daß die salpetrige Säure im Organismus mit organischen Säuren oder Aldehyden Nitroverbindungen bildet und daß diese NO_2 -Verbindungen zu NH_2 -Verbindungen reduziert werden. Daß diese Fähigkeit dem tierischen Organismus innewohnt, hat Cohn³⁾ durch sehr interessante Versuche sicher bewiesen. Er fand nämlich verfüttertes m-Nitrobenzaldehyd im Harn von Kaninchen als m-Acetylamidobenzoessäure wieder, gleichgültig, ob es per os oder subcutan gegeben worden war. Nach den Untersuchungen von Cohn

¹⁾ l. c.

²⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 63, S. 100, 1909.

³⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 17, S. 274, Bd. 18, S. 133. Auf diese wichtigen Untersuchungen hat F. Knoop, Diese Zeitschrift, Bd. 71, S. 263, Anm., von neuem aufmerksam gemacht.

Tabelle I

1	2	3	4	5	6	7	8
Ver- suchs- tag Nr.	Periode	Datum 1912	Ge- wicht kg	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg berechnet für ein Gewicht von 6 kg	N-Gehalt der Standart- nahrung g	N-Gehalt der Zulagen von Salpeter g
1—8	Vor- periode I Hunger	6.—14. II.	7,6	Hunger, Wasser nach Bedarf	—	—	—
9	Vor- periode II (Standart- kost allein)	14.—15. II.	6,2	Täglich: 170 g Stärke, 30g Zucker, 10g Butter, 2 g Kochsalz, 50 ccm Bouillon, 10 Tropfen Cibils Fleischextrakt, 3 g Knochenasche, 450 ccm Wasser	ca.150Kal.	0,12	0
10		15.—16.	—		> 150 >	0,12	0
11		16.—17.	—		> 150 >	0,12	0
12		17.—18.	—		> 150 >	0,12	0
13		18.—19.	—		> 150 >	0,12	0
14	19.—20.	—	—	> 150 >	0,12	0	
15	Haupt- periode (Zulagen von Natrium- nitrat zur Standart- kost)	20.—21. II.	5,4	Täglich die gleiche Nahrungszufuhr wie in Vorperiode II ^{430/724} der Nahrung gefressen ganze Nahrung gefress. > > > ^{439/724} der Nahrung gefressen desgl. ^{451/724} > ^{570/724} > ^{233/724} > ^{276/724} >	ca.150Kal.	0,12	10 g Natrium- nitrat, gelöst in dem Wasser der Nahrung mit 1,647 g N
16		21.—22.	—		> 150 >	0,12	desgl.
17		22.—23.	—		> 90 >	0,073	0,9986 g Nitrat-N
18		23.—24.	—		> 150 >	0,12	1,647 g Nitrat-N
19		24.—25.	—		> 150 >	0,12	desgl.
20		25.—26.	—		> 100 >	0,08	1,113
21		26.—27.	5,1		> 93 >	0,075	1,026
22		27.—28.	—		> 120 >	0,095	1,296 g Nitrat-N
23		28.—29.	—		> 50 >	0,039	0,530 g Nitrat-N
24	29. II.-1. III.	—	—	> 80 >	0,062	0,855 g Nitrat-N	
25	Nach- periode, wie Vor- periode II	1.—2. III.	5 480	^{543/714} der Nahrung gefressen desgl. Nahrung ganz gefress. > > > ^{374/714} der Nahrung gefressen	ca.120Kal.	0,091	0
26		2.—3.	—		> 80 >	0,064	0
27		3.—4.	—		> 150 >	0,12	0
28		4.—5.	—		> 150 >	0,12	0
29		5.—6.	5 500		> 80 >	0,06	0

Versuch am Hund Ami.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Urin- menge ccm	Kjel- dahl- N im Urin g	Nitrat- N im Urin g	Kot pro Periode g	N im Kot pro die (durch- schnitt- lich) g	Ge- samt-N Bilanz pro die g	Sal- peter-N- Bilanz pro die g	Kjel- dahl-N- Bilanz pro die g	N-Bilanzen pro Periode	Bemer- kungen
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	0,249	—	478 g	0,085	—	—	0,284	Gesamt-N- Einfuhr 0,72 g N, Gesamt-N- Verlust des Körpers = 4,7115 g N = — 0,785 g N pro die	
590	0,882	—	Kot feucht, 84 g	0,085	—	—	0,917		
530	0,9095	—	trocken	0,085	—	—	0,9445		
400	0,750	—	mit 0,512 g N	0,085	—	—	0,785		
475	0,967	—		0,085	—	—	1,002		
435	0,744	—		0,087	—	—	0,779		
750	1,047	0,970		0,0603	— 0,310	+ 0,677	— 0,987	In 9 Tagen: Gesamt-N-Einfuhr 12,239 g N, Gesamt-N-Verlust = 4,302 g, N-Verlust = — 0,479 g pro die. Gesamt-Nitrat-N- Einfuhr = 11,408 g N = 1,267 g N pro die Gesamt-Nitrat-N- Ausfuhr, = 9,517 g. Nitrat-N-Retention = 1,891 g N, pro die = + 0,21 g N. Gesamt-Kjeldahl- N-Einfuhr, = 0,831 g N Gesamt-Verlust des Körpers an Kjeldahl-N, = 6,200 g N = — 0,689 g pro die	1 g Carmin
680	1,162	0,898		0,0603	— 0,297	+ 0,749	— 1,102		
Urin z. T. verloren gegangen	Urin verloren ?	Nitrat-N ?	Kot: 536 g	0,0603	?	?	?		
500	0,539	1,263	feucht, 81 g	0,0603	— 0,095	+ 0,384	— 0,479		
540	0,743	1,709	trocken mit 0,603 g N	0,0603	— 0,745	— 0,062	— 0,683		
300	0,267	0,997		0,0603	— 0,131	+ 0,116	— 0,247		
295	0,705	0,985		0,0603	— 0,649	+ 0,041	— 0,690		
280	0,421	0,989		0,0603	— 0,079	+ 0,307	— 0,386		
110	0,851	0,858		0,0603	— 1,200	— 0,321	— 0,830		
175	0,798	0,855		0,0603	— 0,796	+ 0	— 0,796		
200	0,799	0,148	Kot III feucht, 225 g	0,087	— 0,943	— 0,148	— 0,795	Verlust an Kjeldahl-N = 3,827 g = — 0,766 g N pro die. Verlust an Nitrat-N = 0,413 g	1 g Carmin zur Kot- Ab- grenzung
70	0,715	0,038	trocken = 64 g	0,087	— 0,776	— 0,038	— 0,738		
300	0,704	0,134	mit 0,431 g N	0,087	— 0,805	— 0,134	— 0,671		
370	0,941	0,089		0,087	— 0,997	— 0,089	— 0,908		
280	0,688	0,004		0,087	— 0,719	— 0,004	— 0,715		

Tabelle II.

1	2	3	4	5	6	7	8	
Ver- suchs- tag	Periode	Datum	Ge- wicht	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg (berechnet für ein Gewicht von 12 kg)	N-Gehalt der Standart- kost	N-Gehalt der Zulagen an Salpeter	
Nr.		1912	g					
1—7	Vor- periode I	5.—12. X.	14 100	Hunger, Wasser nach Bedarf	0	0	0	
8—12	Vor- periode II Standart- nahrung ohne Zulagen	13.—17. X.	10 340	Täglich:	ca.140Kal.	0,20	0	
13		17.—18.	11 700	300 g Stärke,	› 140 ›	0,20	0	
14		18.—19.	—	120 › Zucker,	› 140 ›	0,20	0	
15		19.—20.	—	40 › Butter,	› 140 ›	0,20	0	
16		20.—21.	—	1 › Knochen- asche,	› 140 ›	0,20	0	
17		21.—22.	—	2 › Kochsalz, 0,01 g Lecithin,	› 140 ›	0,20	0	
18		22.—23.	—	5 Tr. Eisenchlorid, 750 ccm Wasser	› 140 ›	0,20	0	
19		23.—24.	—	—	› 140 ›	0,20	0	
20	24.—25.	—	—	› 140 ›	0,20	0		
21	Zulage	25.—26. X.	11 500	Die Standartkost ist die gleiche wie vorher, jedoch nur 580 ccm Wasser	ca.140Kal.	0,20	0,991 g N in Form von Salpeter	
22	von Natrium- nitrat zur Standart- kost	26.—27.	—	› 140 ›	› 140 ›	0,20	desgl.	
23		27.—28.	—	› 140 ›	› 140 ›	0,20	›	
24		28.—29.	—	—	› 140 ›	› 140 ›	0,20	›
25		29.—30.	—	—	› 140 ›	› 140 ›	0,20	›
26		30.—31.	—	—	› 140 ›	› 140 ›	0,20	›

Versuch an Schwein IX.

9	10	11	12	13	14	15	16	17
Urin- menge	Gesamt- N im Urin (nach Dumas)	N im Urin (nach Kjel- dahl)	N-Bilanz für Salpeter- stickstoff pro die	Kot pro Periode	N im Kot pro die	Gesamt- N-Bilanz pro die	Kjeldahl- N-Bilanz pro die	N-Bilanz pro Periode
ccm	g	g	g	g	g	g	g	g
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	Während der letzten 8 Tage der Vorperiode II Gesamt-N- Einfuhr 1,6 g. N-Ausfuhr im Harn 11,619 g N, Gesamt-N- Verlust im Harn 10,019 g == 1,252 g N pro die
730	—	2,075	—	—	—	—	—	—
690	—	1,954	—	—	—	—	—	—
710	—	1,071	—	—	—	—	—	—
500	—	1,400	—	—	—	—	—	—
730	—	1,725	—	—	—	—	—	—
440	—	1,935	—	—	—	—	—	—
550	—	1,192	—	—	—	—	—	—
505	—	1,267	—	—	—	—	—	—
295	1,672	1,666	+ 0,985	Kot: 1037 g feucht, 252 g trocken mit 8,589 g Gesamt-N und 8,019 g Kjel- dahl-N	0,382 g Kjeldahl-N + 0,027 g Nitrat-N desgl.	— 0,890	— 1,848	—
290	2,657	1,318	— 0,348	›	›	— 1,875	— 1,500	—
480	1,902	1,646	+ 0,735	›	›	— 1,120	— 1,828	—
410	2,330	1,166	— 0,173	›	›	— 1,548	— 1,348	—
360	1,870	0,920	+ 0,041	›	›	— 1,088	— 1,102	—
410	1,651	1,139	+ 0,470	›	›	— 0,869	— 1,321	—

Tabelle II. Fortsetzung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ver- suchs- tag	Periode	Datum	Ge- wicht	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg (berechnet für ein Gewicht von 12 kg)	N-Gehalt der Standart- kost	N-Gehalt der Zulagen an Salpeter	Urin- menge	Gesamt- N im Urin (nach Dumas)	N im Urin (nach Kjeldahl)	N-Bilanz für Salpeter- stickstoff pro die	Kot pro Periode	N im Kot pro die	Gesamt- N-Bilanz pro die	Kjeldahl- N-Bilanz pro die	N-Bilanz pro Periode
Nr.		1912	g					ccm	g	g	g	g	g	g	g	
27		31. X.—1. XI.	—		ca. 140 Kal.	0,20	0,991 g N als Salpeter	430	1,685	1,291	+ 0,597		0,382 g Kjeldahl-N + 0,027 g Nitrat-N	— 0,903	— 1,473	Gesamt-N- Einfuhr in der Hauptperiode 25,911 g. Gesamt-N-Aus- fuhr = 46,861, Gesamt-N- Verlust. = 24,850 g N d. h. = 1,04 g N pro die. Einfuhr an Nitrat-N = 20,811 g N, Ausfuhr an Nitrat-N = 17,712 g N. Retiniert mithin 3,099 g Nitrat-N = + 0,148 g pro die. Einfuhr an Eiweiß-N = 4,4 g Gesamtverlust des Körpers an Kjeldahl-N = — 24,958 g = — 1,19 g N pro die.
28		1.—2. XI.	—		> 140 >	0,20	desgl.	320	1,509	0,672	+ 0,154	desgl.	— 0,727	— 0,854		
29		2.—3.	—		> 140 >	0,20	„	440	2,052	0,944	— 0,117	„	— 1,270	— 1,126		
30		3.—4.	—		> 140 >	0,20	„	450	2,248	0,768	— 0,489	„	— 1,466	— 0,950		
31		4.—5.	—		> 140 >	0,20	„	250	1,409	0,835	+ 0,417	„	— 0,627	— 1,017		
32		5.—6.	—		> 140 >	0,20	„	340	1,904	1,166	+ 0,253	siehe	„	— 1,122	— 1,348	
33	Haupt- periode	6.—7.	—	Nahrung wie vorher	> 140 >	0,20	„	280	1,984	0,952	— 0,041	vorige	„	— 1,202	— 1,134	
34		7.—8.	—		> 140 >	0,20	„	300	2,278	1,309	+ 0,022	Seite	„	— 1,496	— 1,491	
35		8.—9.	—		> 140 >	0,20	„	290	1,758	0,775	+ 0,008	„	„	— 0,976	— 0,957	
36		9.—10.	—		> 140 >	0,20	„	210	1,690	0,408	— 0,291	„	„	— 0,908	— 0,590	
37		10.—11.	—		> 140 >	0,20	„	320	1,542	0,927	+ 0,376	„	„	— 0,760	— 1,109	
38		11.—12.	—		> 140 >	0,20	„	310	1,630	0,777	+ 0,138	„	„	— 0,848	— 0,959	
39		12.—13.	—		> 140 >	0,20	„	150	1,555	0,590	+ 0,026	„	„	— 0,773	— 0,772	
40		13.—14.	—		> 140 >	0,20	„	220	1,492	0,987	+ 0,486	„	„	— 0,710	— 1,169	
41		14.—15.	—		> 140 >	0,20	„	220	1,454	0,880	+ 0,420	„	„	— 0,672	— 1,062	
42		15.—16. XI.	11 700		ca. 140 Kal.	0,20	0	195	1,423	0,607	— 0,816	Kot II	0,131	— 1,223	— 0,538	Gesamt- Kjeldahl-N- Einfuhr = 1,40 g N, Verlust an Kjeldahl-N = 6,575 g N = — 0,94 g N pro die. Verlust an Nitrat-N = 2,626 g N. Gesamt-N-Ver- lust pro die im Durchschnitt = — 1,314 g N.
43		16.—17.	—		> 140 >	0,20	0	220	1,452	0,625	— 0,827	220 g	0,131	— 1,252	— 0,556	
44	Nach- periode	17.—18.	—	Nahrung wie in den früheren Perioden	> 140 >	0,20	0	240	1,325	0,807	— 0,518	feucht,	0,131	— 1,125	— 0,738	
45		18.—19.	—		> 140 >	0,20	0	250	1,495	1,113	— 0,382	43 g	0,131	— 1,295	— 1,044	
46		19.—20.	—		> 140 >	0,20	0	140	1,318	1,246	— 0,072	trocken	0,131	— 1,118	— 1,177	
47		20.—21.	—		> 140 >	0,20	0	140	1,160	1,155	— 0,005	mit	0,131	— 0,960	— 1,086	
48		21.—22.	11 400		> 140 >	0,20	0	620	1,511	1,505	— 0,006	0,9113 g N	0,131	— 1,311	— 1,436	

Tabelle III Versuch bei Schwein VII.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ver- suchs- tag Nr.	Periode	Datum 1913	Ge- wicht kg	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg (berechnet für 21 kg Gewicht)	N-Gehalt der Standart- nahrung g	N-Gehalt der Zulagen an Salpeter g	Urin- menge ccm	Gesamt- N im Urin (nach Dumas) g	N im Urin (nach Kjel- dahl) g	Kot pro Periode g	N im Kot pro die (durch- schnitt- lich) g	Ge- samt-N- Bilanz pro die g	Sal- peter-N- Bilanz pro die g	Kjel- dahl- N- Bilanz pro die g	N-Bilanzen pro Periode	Bemer- kungen
1	Vor- periode I (Hunger)	15.—16. II.	25 300	Hunger, Wasser nach Bedarf	0	0	—	1000	—	5,100	348 g Kot feucht, 42 g Trocken- kot mit 0,9432 g N	0,105	—	—	— 5,205	Gesamt- N-Verlust im Hunger = — 25,334 g = — 2,815 g N pro die im Durchschnitt	
2		16.—17.	—		0	0	—	920	—	2,192		0,105	—	—	— 2,297		
3		17.—18.	—		0	0	—	1460	—	3,243		0,105	—	—	— 3,348		
4		18.—19.	—		0	0	—	1600	—	2,434		0,105	—	—	— 2,539		
5		19.—20.	—		0	0	—	700	—	1,478		0,105	—	—	— 1,583		
6		20.—21.	—		0	0	—	1230	—	1,321		0,105	—	—	— 1,426		
7		21.—22.	—		0	0	—	1480	—	3,530		0,105	—	—	— 3,635		
8		22.—23.	—		0	0	—	1640	—	1,318		0,105	—	—	— 1,423		
9		23.—24.	—		0	0	—	1360	—	3,775		0,103	—	—	— 3,878		
10	Vor- periode II (Standart- kost ohne Zulagen)	24.—25. II.	20 400	Täglich: 500 g Stärke, 150 » Zucker, 30 » Butter, 5 » Knochenasche, 3 » Kochsalz, 1 ccm Cibil, 10 Tr. verd. Eisen- chloridlösung, 1 l Wasser	ca.135 Kal.	0,28	0	100	—	0,745	235 g Kot feucht, 55 g trocken mit 1,873 g N	0,267	—	—	— 0,732	Bei 1,96 g N Einfuhr: N-Verlust: 8,549 g = — 1,221 g N pro die im Durchschnitt	
11		25.—26.	—		» 135 »	0,28	0	180	—	1,218		0,267	—	—	— 1,205		
12		26.—27.	—		» 135 »	0,28	0	600	—	2,010		0,267	—	—	— 1,997		
13		27.—28.	21 100		» 135 »	0,28	0	500	—	1,044		0,267	—	—	— 1,031		
14		28.II.—1.III.	—		» 135 »	0,28	0	1310	—	1,536		0,267	—	—	— 1,523		
15		1.—2.	—		» 135 »	0,28	0	1490	—	0,961		0,267	—	—	— 0,948		
16		2.—3.	—		» 135 »	0,28	0	1610	—	1,122		0,271	—	—	— 1,113		

Tabelle III. Fortsetzung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ver- suchs- tag Nr.	Periode	Datum 1913	Ge- wicht kg	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg (berechnet für 21 kg Gewicht)	N-Gehalt der Standart- nahrung g	N-Gehalt der Zulagen an Salpeter g	Urin- menge ccm	Gesamt- N im Urin (nach Dumas) g	N im Urin (nach Kjeldahl) g	Kot pro Periode g	N im Kot pro die (durch- schnitt- lich) g	Ge- samt-N- Bilanz pro die g	Sal- peter-N- Bilanz pro die g	Kjel- dahl- N- Bilanz pro die g	N-Bilanzen pro Periode	Bemer- kungen
17		3.—4. III.	20 800	Standartnahrung, wie vorher	ca. 135 Kal.	0,28	50 ccm einer Nitratlösung (200/500,0) mit 3,449 g Nitrat-N	1590	2,725	0.801		Kjeldahl- N 0,151 g (+ 0,076 g Nitrat-N)	+ 0,777	+ 1,449	- 0,681	Bei einer Gesamt- N-Einfuhr von 36,861 g N in der Haupt- periode: Gesamt-N-Verlust = - 14,100 g N = - 1,41 g N pro die.	Stuhl während der ganzen Haupt- periode sehr spärlich.
18	Haupt- periode	4.—5.	—	desgl.	» 135 »	0,28	desgl.	1190	1.966	1,331	Kot: 215 g feucht, 60 g	desgl.	+ 1,536	+ 2,738	- 1,202		
19		5.—6.	—	»	» 135 »	0,28	»	1330	4.669	1,843	60 g	»	- 1,167	- 0,452	- 0,714		
20	(Zulagen von	6.—7.	—	»	» 135 »	0,28	»	1350	4.650	1,002	trocken mit	»	- 1,148	- 0,275	- 0,873		
21		7.—8.	—	»	» 135 »	0,28	»	1050	6.698	1,223	2,271 g	»	- 3,196	- 2,102	- 1,094		
22	Salpeter zur	8.—9.	—	»	» 135 »	0,28	»	600	5.272	3,027	Gesamt- N, bezw.	»	- 1,770	+ 1,128	- 2,898		
23		9.—10.	—	»	» 135 »	0,28	»	950	5.922	0,991	1,508 g	»	- 2,420	- 1,558	- 0,862		
24	Standart- kost)	10.—11.	—	»	» 135 »	0,28	Gehalt an Nitrat-N = 3,306	740	5.478	2,749	Kjel- dahl- N.	»	- 2,119	+ 0,501	- 2,620		
25		11.—12.	—	»	» 135 »	0,28	desgl.	1130	4.563	2,488		»	- 1,204	+ 1,155	- 2,359		
26		12.—13.	—	»	» 135 »	0,28	»	2150	6.747	1,603		0,149 g Kjeldahl- N (+ 0,079 g Nitrat-N)	- 3,389	- 1,917	- 1,472		
27		13.—14. III.	21 500	Standartnahrung, wie vorher	ca. 135 Kal.	0,28	0	1660	1.898	1,822		0,219	- 1,837	- 0,076	- 1,761		
28	Nach- periode	14.—15.	—	desgl.	» 135 »	0,28	0	1200	1.578	1,407	Kot: 300 g	0,219	- 1,517	- 0,171	- 1,346		
29	(Standart- kost	15.—16.	—	»	» 135 »	0,28	0	1280	1.866	1,700	feucht, 108 g	0,219	- 1,805	- 0,166	- 1,639		
30		16.—17.	—	»	» 135 »	0,28	0	760	1.878	1,543	108 g	0,219	- 1,817	- 0,335	- 1,482		
31	allein, wie	17.—18.	20 900	»	» 135 »	0,28	0	1300	1.497	1,499	trocken mit	0,219	- 1,436	+ 0,002	- 1,438		
32		18.—19.	—	»	» 135 »	0,28	0	1100	—	1,629	1,976 g N	0,219	—	—	- 1,568		
33	Vor- periode II)	19.—20.	—	»	» 135 »	0,28	0	970	—	1,348		0,219	—	—	- 1,287		
34		20.—21.	—	»	» 135 »	0,28	0	1310	—	2,010		0,219	—	—	- 1,949		
35		21.—22.	21 500	»	» 135 »	0,28	0	1060	—	1,522		0,224	—	—	- 1,466		

Tabelle IV. Versuch an Schwein XIV.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
Ver- suchs- tag	Periode	Datum	Ge- wicht	Standartnahrung	Brutto- kalorien pro 1 kg (berechnet für ein Gewicht von 18 kg)	N-Gehalt der Standart- nahrung	N-Gehalt der Zulagen an Salpeter	Urin- menge	Gesamt-N im Urin (nach Du- mas)	N im Urin (nach Kjel- dahl)	Kot pro Periode	N im Kot pro die (durch- schnitt- lich)	Gesamt- N-Bilanz pro die	Sal- peter- N-Bilanz pro die	Kjel- dahl- N- Bilanz pro die	N-Bilanzen pro Periode	Bemer- kungen			
Nr.		1913	kg			g	g	ccm	g	g	g	g	g	g	g					
1	Vor- periode I (Hunger- periode)	4.—5. III.	22,200	Hunger, Wasser nach Belieben	0	0	—	730	—	4,203	Kot I	0,194	—	—	—	Gesamtverlust des Körpers in der Hunger- periode = 27,887 g N = — 3,611 g N pro die				
2		5.—6.	—	desgl.	0	0	—	1750	—	2,232	326 g	0,194	—	—	—		—	—		
3		6.—7.	—	—	»	0	0	—	480	—	5,347	feucht,	0,194	—	—		—	—	—	
4		7.—8.	—	—	»	0	0	—	550	—	1,960	41 g	0,194	—	—		—	—	—	
5		8.—9.	—	—	»	0	0	—	380	—	2,375	trocken	0,194	—	—		—	—	—	
6		9.—10.	—	—	»	0	0	—	200	—	3,362	mit	0,194	—	—		—	—	—	
7		10.—11.	—	—	»	0	0	—	320	—	3,651	1,555 g N	0,194	—	—		—	—	—	
8		11.—12.	—	—	»	0	0	—	170	—	3,205		0,194	—	—		—	—	—	
9	Vor- periode II Standart- kost ohne Zulagen)	12.—13. III.	17,000	Täglich: 510 g Stärke, 150 g Zucker, 30 g Butter,	ca. 160 Kal.	0,29	—	480	—	3,005	Kot II	0,285	—	—	—	Bei 1,74 g N- Einfuhr Gesamtverlust = 10,567 g = — 1,761 g N pro die				
10		13.—14.	—	5 g Knochenasche, 3 g Kochsalz, 1 ccm Cibil.,	» 160 »	0,29	—	480	—	1,330	275 g	0,285	—	—	—		—	—		
11		14.—15.	—	10 Tropfen Eisenchlorid,	» 160 »	0,29	—	1120	—	1,415	feucht,	0,285	—	—	—		—	—	—	
12		15.—16.	—	1250 ccm Wasser,	» 160 »	0,29	—	880	—	1,358	55 g	0,285	—	—	—		—	—	—	
13		16.—17.	—	pro Woche 0,3 g Lecithin	» 160 »	0,29	—	770	—	1,341	trocken mit	0,285	—	—	—		—	—	—	
14		17.—18.	—	—	» 160 »	0,29	—	960	—	2,148	1,708 g N	0,285	—	—	—		—	—	—	
15	Haupt- periode (Zulagen von Salpeter zur Standart- kost)	18.—19. III.	18,100	Standartkost wie vorher	ca. 160 Kal.	0,29	30 ccm einer Lo- sung von NaNO ₃ (200/500) mit 1,986 g N desgl.	630	2,228	1,048	Kot III	0,703 (+ 0,1541 g Nitrat-N)	— 0,809	+ 0,652	— 1,461	Gesamt-N-Einfuhr = 25,036 g N, Gesamt-N-Verlust = 21,896 g = — 1,99 g N pro die. Nitrateinfuhr = 21,846 g Nitrat-N, Nitratenausfuhr = 18,283 g N, mithin retiniert 3,563 g N = + 0,324 g N pro die. Einfuhr an Kjel- dahl-N = 3,19 g N, Verlust d. Körpers an Kjeldahl-N = 25,589 g N = — 2,326 g N pro die.				
16		19.—20.	—	—	» 160 »	0,29	desgl.	1210	2,971	1,269	840 g	desgl.	— 1,552	+ 0,130	— 1,682					
17		20.—21.	—	—	» 160 »	0,29	»	1340	2,970	1,344	275 g	»	— 1,551	+ 0,206	— 1,857					
18		21.—22.	—	—	» 160 »	0,29	»	1445	3,175	1,727	trocken mit	»	— 1,756	+ 0,384	— 2,140					
19		22.—23.	—	—	» 160 »	0,29	»	1800	3,445	2,017	9,439 g	»	— 2,026	+ 0,404	— 2,430					
20		23.—24.	—	—	» 160 »	0,29	»	1490	2,901	1,780	Gesamt- N,	»	— 1,482	+ 0,711	— 2,193					
21		24.—25.	—	—	» 160 »	0,29	»	830	2,935	1,598	1,701 g	»	— 1,516	+ 0,495	— 2,011					
22		25.—26.	—	—	» 160 »	0,29	»	1150	3,262	2,525	Nitrat-N	»	— 1,843	— 1,095	— 2,938					
23		26.—27.	—	—	» 160 »	0,29	»	1530	5,336	2,453	und	»	— 3,917	— 1,052	— 2,866					
24		27.—28.	—	—	» 160 »	0,29	»	1430	5,164	2,543	7,738 g	»	— 3,745	— 0,789	— 2,956					
25	28.—29.	—	—	» 160 »	0,29	»	1350	3,130	2,637	Kjel- dahl-N	0,708 g (+ 0,161 g Nitrat-N)	— 1,699	+ 1,327	— 3,055		Stuhl etwas durchfällig				
26	Nach- periode wie Vor- periode II	29.—30. III.	18,000	wie vorher	ca. 160 Kal.	0,29	0	800	2,925	2,153	Kot IV	0,555	— 3,190	— 0,772	— 2,418	Einfuhr an Kjel- dahl-N = 2,03 g. Verlust d. Körpers an Kjeldahl-N = 21,418 g = — 3,06 g N pro die, Verlust d. Körpers an Nitrat-N = — 1,276 g.				
27		30.—31.	—	—	» 160 »	0,29	0	920	2,959	2,578	375 g	0,555	— 3,224	— 0,381	— 2,843					
28		31. III.—1. IV.	—	—	» 160 »	0,29	0	900	2,533	2,447	feucht,	0,555	— 2,798	— 0,086	— 2,712					
29		1.—2. IV.	—	—	» 160 »	0,29	0	710	6,272	1,993	132 g	0,555	— 6,802	— 0,017	— 2,258					
30		2.—3.	—	—	» 160 »	0,29	0	1100	4,262	trocken	0,555	— 4,527								
31		3.—4.	—	—	» 160 »	0,29	0	630	5,150	3,244	mit	0,555	— 5,680	— 0,02	— 3,509					
32		4.—5.	17,000	—	» 160 »	0,29	0	210	1,886	3,885 g N	0,555	— 3,151								

scheint zur Vollziehung dieses Reduktionsvorganges das gleichzeitige Vorhandensein einer Aldehydgruppe notwendig zu sein.

Ob die Reduktion des retinierten Nitratstickstoffs nach einer der beiden erwähnten Richtungen vor sich geht, oder auf andere Weise, entzieht sich natürlich vorläufig vollständig unserer Kenntnis. Ebenso wenig läßt sich sagen, ob und welche Rolle Darmbakterien bei diesen Reduktionsprozessen spielen. Am wahrscheinlichsten aber ist wohl, daß entweder Ammoniak selbst oder eine NH_2 -Verbindung schließlich als Endprodukt entsteht. Die Ausscheidung derartiger Verbindungen müßte zu einem Anwachsen des Kjeldahl-Stickstoffs im Urin während der Fütterung mit Salpeter führen. Etwas derartiges findet jedoch nicht statt, im Gegenteil, die Regel ist ein Herabgehen der Werte. Wenn sich auch nicht sicher entscheiden läßt, ob diese Einschränkung die geringe Mehrausscheidung verdeckt, so wäre doch denkbar, daß die durch Reduktion der retinierten Nitratmengen entstandenen NH_2 -Verbindungen in ähnlicher Weise Stickstoff sparen können, wie es für die per os gefütterten Ammoniaksalze erwiesen ist.
