

Weitere Beiträge zur Theorie der Harnstoffbildung

von Dr. E. Salkowski, Prof. e. o. in Berlin.

(Aus dem chemischen Laboratorium des pathologischen Institutes.)

(Der Redaktion zugegangen am 28. Januar.)

In meiner, denselben Gegenstand behandelnden, Arbeit in dieser Zeitschrift sprach ich Bd. I. S. 32 die Ansicht aus, dass eine Versuchsanordnung denkbar sei, welche am lebenden Organismus mit voller Sicherheit entscheiden müsste, ob die Bildung von Harnstoff aus kohlsaurem Ammoniak auf einer Wasserabspaltung beruht oder auf Verbindung mit Cyansäure und Uebergang des cyansauren Ammoniak in Harnstoff durch Umlagerung der Atome im Molecül. Im ersteren Fall ist nämlich der Vorgang offenbar unabhängig von der Grösse der Eiweisszersetzung und demselben nur ein Ziel gesetzt durch die giftige Wirkung des Ammonsalzes, im letzteren muss ein Theil des zugeführten Ammon unverändert bleiben, sobald die in demselben zugeführte N-Menge die N-Menge des zersetzten Körpereiwiss übersteigt, weil es alsdann an Cyansäure zur Harnstoffbildung mangeln würde.

Die Schwierigkeiten, auf welche dieser Versuch in der Ausführung stösst, liegen vor Allem in der giftigen Wirkung der Ammonsalze. Diese giftige Wirkung schien mir nun beim essigsäuren Ammon geringer zu sein, wie bei den Ammonsalzen unorganischer Säuren: ein Unterschied, der auch leicht seine Erklärung darin finden könnte, dass die freiwerdenden unorganischen Säuren dem Körper Alkali entziehen, die organischen dagegen nicht, namentlich diejenigen nicht, welche zu Kohlensäure oxydirt werden.

Ich habe nun einen Versuch in dieser Richtung angestellt, welcher indessen den gewünschten Erfolg nicht gehabt hat. Es ist mir nicht gelungen, soviel N als Ammonsalz zur

Resorption zu bringen, wie das N des zersetzten Körpererweiss betrug. Ich theile daher diesen Versuch nur als einen weiteren Beleg für die Harnstoffbildung aus Ammonsalzen mit, um noch einige weitere Bemerkungen daran zu knüpfen.

Der Versuch umfasst 20 Tage in 6 Perioden.

Per. I. 11, 12, 13 5 77 Normal.

Per. II. 14, 15, 16/5 Ammoniakfütterung.

Per. III. 17, 18, 19,5 Normal.

Per. IV. 20, 21, 22, 23 Normal.

Per. V. 24, 25, 26, 27 Ammoniakfütterung.

Per. VI. 28, 29, 30 Normal.

Die Fütterung war die früher angewendete mit 150 Gr. Kartoffeln (von der Schale befreit). Das Kaninchen frass dieselben während des ganzen Versuchs und gelangte dabei auf eine ungewöhnlich niedrige N-Ausscheidung. Diese betrug in Per. I nur 0,623 N in 3 Tagen. In Periode II wurden 4,5 Gramm Ammoniumacetat eingeführt, entsprechend 0,818 N, auf 6 Einspritzungen vertheilt. Nach jeder Infusion war das Thier merklich afficirt, lag etwa eine halbe Stunde lang ausgestreckt, erholte sich indessen jedesmal wieder. In Per. V wurde an 4 Tagen 6,5 Gramm Acetamid eingeführt, entsprechend 1,542 N. Auch das Acetamid geht, soweit es resorbirt wird, zum grössten Theil in Harnstoff über, nur ein sehr geringer Theil desselben gelangt unzersetzt zur Ausscheidung. Ich wählte das Acetamid statt des essigsauren Ammoniak, weil es gelingt, mittelst desselben eine grössere Menge N einzuführen, wie mit essigsaurem Ammoniak, ohne dass es vergiftend wirkt. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich darin, dass das Acetamid an sich nicht giftig ist, der Uebergang in essigsaures Ammoniak aber nur successiv erfolgt. Nachstehende Tabelle enthält die gefundenen Werthe.

Versuch I. Kaninchen von 2000 Gramm.

Periode.	Datum.	Zugeführt.	N nach Seegen	N nach Bunsen	Gesamt S.	S : N (nach Bunsen) 1 :	N als NH ₄ -Salz.
I.	11. 12. 13. 77.	0	0,633	—	0,0873	7,1	0,0420
II.	14. 15. 16.	4,5 essigs Ammon.	1,113	1,136	0,0973	11,6	0,0525
III.	17. 18. 19.	0	0,605	0,769	0,0931	8,2	0,0448
IV.	20. 21. 22. 23.	0	0,952	—	0,1362	7,0	0,0252
V.	24. 25. 26. 27.	6,5 Acetamid.	1,834	1,730	0,1305	13,3	0,1715
VI.	28. 29. 30.	0	1,322	—	0,1527	8,6	

Der Versuch ist, wie oben bemerkt, nur dann als geeignet zur Entscheidung der obigen Frage zu betrachten, wenn an den Fütterungstagen die, in Form von Ammoniak-salz resp. Acetamid resorbierte N-Menge mehr beträgt, als der N des zerfallenen Eiweiss. Um die der Zersetzung von Körper-eiweiss angehörige N-Menge an den Fütterungstagen zu finden, wenden wir wiederum das früher geübte Verfahren an.

An 13 Normaltagen (Per. I, III, IV, VI) ist N entleert (nach Bunsen, soweit solche Bestimmungen vorhanden sind, sonst nach Seegen) 3,676 Gramm. S ist entleert 0,4693 Gramm. S : N = 1 : 7,83. Die S-Ausscheidung an 7 Fütterungstagen beträgt 0,2278 Gramm, also die zugehörige N-Ausscheidung $0,2278 \times 7,83 = 1,784$ Gramm. Thatsächlich ausgeschieden sind 2,866 Gramm, es kommen also 1,082 Gramm N in Form von Harnstoff auf die eingeführte Substanz. Mit derselben eingeführt sind aber $0,818 + 1,542 = 2,460$ Gramm, es ist somit kaum die Hälfte davon resorbiert. Dass die geringe Harnstoffausscheidung nicht etwa in der unveränderten Ausscheidung der resorbierten Substanz begründet ist, zeigen die Bestimmungen nach Seegen, welche die Bunsen'schen nur wenig überragen. — Die aus Eiweiss herrührende N-Ausscheidung an den Fütterungstagen beträgt also 1,784 Gramm, die von der eingeführten Substanz herrührende 1,082 Gramm. Der Versuch kann somit kein entscheidendes Resultat geben.

Auffallend ist die ungewöhnlich hohe relative S-Ausscheidung, ich habe indessen die Erscheinung, dass die S-Ausscheidung durch den Harn relativ grösser ist bei geringer Harnstoffausscheidung, kleiner bei hoher Harnstoffausscheidung, auch ohne Einführung von heterogenen Substanzen schon öfters betrachtet, muss jedoch eine Erklärung für dieses Factum vorläufig schuldig bleiben. Dieses Verhalten bedingt allerdings eine gewisse Complication in den Fütterungsversuchen und beeinträchtigt auch wohl ihre Genauigkeit, indessen glaube ich nicht, dass durch dasselbe wesentliche Fehler bewirkt werden. Was die Ausscheidung der Essigsäure betrifft, so habe ich darüber folgende Zahlen erhoben. 100 Cube. des Harns von Per. II (Zufuhr von Ammoniumacetat) mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und destillirt, Das Destillat braucht zur Neutralisation 2,4 Cube. Normalnatron, die Tagesquantität also 9,0 Cube.

100 Cube. des Harns von Per. III ebenso behandelt. Zur Herstellung neutraler Reaction gebraucht 8,6 Cube. $\frac{1}{10}$ Natron, somit kommen auf Rechnung der eingeführten Essigsäure 4,38 Cube. Normalnatron, entsprechend 0,263 Essigsäurehydrat.

125 Cube. der Per. V (Acetamid) ebenso behandelt. Das Destillat braucht 3,95 Normalnatron, also der Harn der ganzen Periode 14,8 Cube; demnach sind 10,18 Cube. auf Acetamid zu beziehen, entsprechend 0,6108 Essigsäure oder 0,6006 Acetamid. In dieser Quantität Acetamid sind enthalten 0,1425 N, die bei der Ammoniakbestimmung nach Schlösing jedenfalls zum grössten Theil als Ammoniak auftreten würden. In der Acetamidperiode ergab nun die Schlösing'sche Bestimmung 0,1725 N als NH_3 ; die normale Ausscheidung beträgt an 4 Tagen etwa 0,0448, es würden also 0,1267 Gramm auf die Acetamidfütterung zu beziehen sein. Die Uebereinstimmung ist eine ziemlich nahe und man kann daraus, in Anbetracht des Umstandes, dass das Ammoniak des essigsauren Ammoniak nicht wieder erscheint, wohl schliessen, dass ein Theil des Acetamid unverändert zur Ausscheidung gelangt. Dass das, durch Kalk-

milch ausgetriebene, Ammoniak in diesem Falle in der That nicht präformirt ist, geht daraus hervor, dass die directe Fällung mit Platinchlorid und weitere Behandlung nach dem Verfahren von Schmiedeberg (1) nur eine äusserst geringe Menge Ammoniak ergibt, wie ich mich durch einen besonderen Versuch überzeugt habe.

Der dritte der von mir als möglich bezeichneten Wege zur Entscheidung zu gelangen, hat sich somit in diesem Versuch als ungangbar erwiesen und ich glaube, dass die Aussicht auf erfolgreiche Versuche danach nicht gross ist. Die beiden ersten Wege sind von Schmiedeberg als nicht entscheidend bezeichnet worden.

1) Was die Bildung eines Amides aus dem Ammoniak-salz betrifft, so ist dieser Vorgang auch im Thierkörper wohl kaum anders aufzufassen, denn als Wasserentziehung. Wenn er sich also im Organismus nachweisen lässt, wächst die Wahrscheinlichkeit, dass auch der Harnstoff sich auf diesem Wege bildet, erheblich. Ich hatte zu diesem Zweck essigsaures Ammoniak gewählt, eine Bildung von Acetamid dabei nicht nachweisen können. Schmiedeberg meint nun (2), man könne diesen Vorgang vom essigsauren Ammoniak jedenfalls nicht erwarten, weil die Essigsäure oxydirt wird. Das ist nun wenigstens nicht vollständig der Fall; ein — allerdings kleiner — Theil der Essigsäure erscheint im Harn. Aber wenn ich auch hierauf kein Gewicht lege, so kann ich doch nicht ohne Weiteres zugeben, dass das essigsaure Ammoniak sich gerade ebenso verhalten müsse, wie jedes andere essigsaure Salz, ich würde es vielmehr für wohl denkbar halten, dass sich auch aus essigsaurem Ammoniak, sobald es an den Ort gelangt, wo die Wasserentziehung stattfindet, Acetamid bildet und dass wenigstens ein Theil desselben auf diesem Wege der Oxydation entgeht. Das essigsaure Ammoniak ist aber aus einem andern Grunde unzweckmässig und zwar deshalb, weil bei Pflanzenfressern das Acetamid selbst zum grössten

(1) Arch. f. exp. Path. VII. S. 166.

(2) Arch. f. exp. Pathol. VIII. S. 7.

Theil zersetzt wird. Der Versuch wäre also mit dem Ammonsalz einer Säure zu wiederholen, womöglich einer zweibasischen, welches ausserhalb des Organismus leicht durch Wasserabgabe in das Amid übergeht. Die Säure desselben darf im Organismus weder verändert werden noch toxisch wirken und auch das Amid darf nicht zersetzt werden. Es wird nicht ganz leicht sein, ein Ammonsalz zu finden, das allen diesen Anforderungen entspricht,

2) Der zweite Weg, den ich eingeschlagen hatte, ist die Anwendung substituirtter Ammoniake in der Idee, dass dieselben bei einfacher Wasserentziehung zweifach substituirt Harnstoffe liefern müssen; bei der Cyansäure dagegen einfach substituirt. Schmiedeberg sagt, dass diese Voraussetzung nur für den Fall richtig sei, dass im Organismus bei dem Uebergang von Aethylamin in Harnstoff nur dieses und nicht auch gleichzeitig Ammoniak vorhanden sei. Darin stimme ich Schmiedeberg vollständig bei. Diese Voraussetzung habe ich natürlich gemacht; ich habe als Factoren, die bei der Harnstoffbildung nach Einführung von Aethylamin in Betracht kommen, nur Cyansäure und das eingeführte Aethylamin betrachtet. Die etwa nachweisbare Bildung von Aethylharnstoff in grösserer Menge und das Fehlen von Diäthylharnstoff ist dann eben die Probe auf die Richtigkeit des Exempels⁽¹⁾. Dass auf diesem Wege, durch Anwendung substituirtter Ammoniake, eine Entscheidung über unsere Frage nicht herbeigeführt werden kann, und zwar aus dem Grunde, weil die Aethylgruppe zerstört wird, habe ich bereits in meiner frühern Arbeit erörtert. Schmiedeberg hat

(¹) Aus 2fach substituirtem Harnstoff kann beim Erhitzen mit Natronkalk etc. natürlich nur wieder Monäthylamin entstehen. Die Versuchsanordnung, auf die ich schliesslich l. c. S. 36 gerieth, da mir die directe Darstellung von Aethylharnstoff nicht gelingen wollte, ist also unrichtig. — Wenn ich an einer andern Stelle meiner citirten Arbeit von Diaminen spreche, so liegt dieser Bezeichnung nicht sowohl eine Verwechslung mit secundären Monaminen zu Grunde, wie Schmiedeberg meint als vielmehr ein etwas laxer Sprachgebrauch, der sich auch in manchen Lehrbüchern findet, so in Schorlemmer, Organ. Chemie, Inhaltsverzeichniss, S. 592.

allerdings sehr kleine Mengen von substituirtem Harnstoff erhalten, doch sind dieselben zu gering, um irgend welche Schlüsse darauf zu gründen.

Ein direkter Beweiss dafür, dass der Harnstoff in der That aus kohlensaurem Ammoniak durch Wasserabgabe hervorgeht, ist anderseits bisher nicht geliefert, wenn ich auch nicht verkenne, dass dieser Vorgang manche Analogieen für sich hat und dass auch die Bildung der Uramidosäure darauf zurückgeführt werden kann.

Der auffällige Unterschied in dem Verhalten der Pflanzenfresser und Fleischfresser zu eingeführten Ammoniaksalzen hat inzwischen durch die Entdeckung von Schmiedeberg und Walter⁽¹⁾, dass bei Hunden nach Einführung von Säure die Ammoniaksalze im Harn eine erhebliche Steigerung erfahren, eine ebenso unerwartete, wie einleuchtende Aufklärung gefunden. Wenn eine im Organismus freierwerdende unorganische Säure als Ammoniaksalz im Harn erscheint, so ist es klar, dass eine Harnstoffbildung aus den Ammoniaksalzen unorganischer Säuren nicht erfolgen kann. Der Umstand, dass das, unter dem Einfluss von Säuren auftretende Ammoniak der Säure nicht vollständig äquivalent ist, sondern etwas dahinter zurückbleibt, erklärt auch, dass eine geringe Harnstoffbildung aus dem eingeführten Ammoniaksalz stattfinden kann. Auch ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass diese von Schmiedeberg gegebene Erklärung den Schlüssel zu dem Räthsel enthält. — Es ist klar, dass alle Versuche mit Ammonsalzen an Hunden jetzt doppelt schwer zu beurtheilen sind. Während man bis dahin berechtigt war, von dem nach Fütterungen mit Sahmiak im Harn sich vorfindenden Ammoniak das Ammoniak der vorhergehenden Periode als normale Ausscheidung in Abzug zu bringen, ist dieses Verfahren jetzt nur noch bei einer Fütterung gestattet, bei welcher erfahrungsgemäss die Acidität des Harns keinen nennenswerthen Schwankungen unterliegt. Denn die Versuche, welche J. Munk und ich⁽²⁾ seitdem gemacht

(¹) l. c. Bd. VII. S. 168.

(²) Virchow's Archiv. Bd. 71.

haben, haben gezeigt, dass im alkalischen Harn bei sonst gleicher Fütterung sehr viel weniger Ammonsatz enthalten ist, wie im normalen sauren, ja im stark alkalischen das Ammoniak bis auf annähernd dieselbe geringe Menge reducirt ist, wie im Kaninchenharn. Auf eine constante Ammoniakausscheidung kann man höchstens bei Fleischfütterung (oder Hunger) rechnen. Das von mir angewendete Futtermisch (l. c. S. 43) scheint dagegen dieser Anforderung der constanten Ammoniakausscheidung nicht mehr ganz gerecht zu werden. Wenigstens habe ich in einem neuerdings ausgeführten Versuche bei dieser Fütterung erhebliche Schwankungen nicht ausschliessen können. — Die für aufeinanderfolgende Tage erhaltenen Werthe für die Ammoniakausscheidung betragen als N ausgedrückt 0,1764 — 0,3164 — 0,3822 — 0,2296. Allerdings enthielt der Harn an einigen Tagen etwas Eiweiss, doch ist dieses natürlich vor der Ammoniakbestimmung abgeschieden worden. Der wechselnde Factor in diesem Futtermisch ist wahrscheinlich das Brod; es würde also nothwendig sein, dasselbe Brod für die ganze Fütterungsreihe zu verwenden.

Schmiedeberg hat angegeben, dass kohlen-saures Ammon auch beim Hunde in Harnstoff übergeht. Ebenso wird auch bei Fütterung mit Salmiak der in Harnstoff übergehende Antheil beim Hunde weit grösser, wenn man für die Entleerung alkalischen Harns Sorge trägt. Nach Versuchen von Herrn J. Munk verschwindet unter diesen Verhältnissen etwas über die Hälfte des resorbirten Salmiak.¹⁾

Indessen würde man doch fehlgehen, wenn man den Unterschied in dem Verhalten der Pflanzenfresser und Fleischfresser zu Ammoniaksalzen etwa allein auf die Nahrung zurückführen wollte. Wenn auch ein, alkalischen Harn entleerender, Hund in seinem Verhalten eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Pflanzenfresser zeigt, findet das Umgekehrte beim Pflanzenfresser nicht statt. Auch wenn man für die Entleerung sauren Harns sorgt, sei es durch Hunger, Fleischfütterung oder Zufuhr von Säure, enthält der Harn doch nicht mehr Ammonsalze, wie gewöhnlich und eingeführte Ammoni-

¹⁾ Mündliche Mittheilung.

salze verschwinden ebenso im Körper, wie bei alkalischem Harn. Die nachfolgenden Versuche mögen zum Beweise dieser Angaben dienen. Ich habe mich bei denselben auf die Bestimmung des Stickstoffs und des ausgeschiedenen Ammon beschränken zu können geglaubt, indem ich es jetzt für gesichert halte, dass das nicht wiedererscheinende Ammon in Harnstoff übergegangen ist, und andererseits an der wenigstens theilweise eintretenden Resorption von Salmiak nicht zu zweifeln ist, wenn die Darmentleerungen ihren gewöhnlichen Character behalten.

Versuch II.

Datum	Fütterung.	Reaktion des Harns.	Gesammt N nach Seegen.	N als NH ₄ -Salz.	N d. NH ₄ -Salz z. Gesammt N
2. + 3. ¹⁰	Kartoffeln.	alkalisch.	—	0,0329	—
4.	50 Gr. Fleisch.	schw. alkal.	—	—	—
5. + 6.	30 Gr. Fleisch. Am ^{7. 10} 30 Gr. Fleisch.	sauer.	3,164	0,0308	1 : 102
7. + 8.	am 8. nichts gefressen.	sauer.	3,892	0,0420	1 : 92,4
Tod am 9.	1,3 NH ₄ Cl.				

Das Thier hat somit bei Fleischfütterung nicht mehr Ammoniak ausgeschieden, wie bei alkalischer Fütterung, das zugeführte Ammonsalz ist nicht wieder erschienen, also ohne Zweifel in Harnstoff übergegangen. Es war jetzt zu versuchen, ob auch die gleichzeitige Zufuhr von Säuren an diesem Verhältniss nichts ändert. Zu dem Zweck musste natürlich nochmals festgestellt werden, dass die Säuren an sich keine Ammonausscheidung, wie beim Hunde, bewirken.

Versuch III.

Kaninchen von 1840 Gr. Einige Zeit vor dem Versuch 150 Gr. Kartoffeln, vom 11. ab Hunger.

Datum	Art der Fütterung	Eingeführt.	Reaktion des Harns.	Ges. N nach Seegen	N als NH ₄ -Salz.	Relation von N als NH ₄ -Salz zu Ges. N.
12.	0	0	sauer.	0.465	0.008	1:58.
13+14	0	12 Cc. Normal-schwefels. = 0.588 SO ₄ H ₂	stark sauer.	1.288	0.020	1:64.
15+16	Kartoffeln.	1 Gr. Na ₂ CO ₃	st. alkalisch.	1.344	0.028	1:48.
17+18	0	0	schw. sauer.	—	—	—
19.	0	0	sauer.	—	—	—
20+21	0	6 Cc. Normal-schwefels. + 1.2 NH ₄ Cl.	stark sauer.	2.016	0.0448	1:45.

Das Kaninchen blieb bei darauffolgender Kartoffelfütterung am Leben. Auch bei gleichzeitiger Zufuhr von Säuren geht also Ammonsalz in Harnstoff über.

Ich darf einen Versuch nicht unerwähnt lassen, der etwas Abweichendes enthält, insofern nach Zufuhr von Säure einmal eine grössere Menge Ammonsalz entleert wurde.

Versuch IV, Kaninchen von 1430 Gramm.

Datum	Fütterung.	Zugeführt.	Reaktion des Harns.	Ges. N nach Seegen	N als NH ₄ -Salz.	N als NH ₄ -Salz zu Ges. N.
7 /	0	12 Cc. =	sauer.	3.718	0.252	1:14.7
8 /	0	0.588 SO ₄ H ₂	sauer.	1.737	0.0294	1:114
9	0	6 Cube. = 0.294 SO ₄ H ₂	sauer.	—	—	—

Tod am 10. Vormittags.

Der Harn von den beiden ersten Säuretagen enthielt in diesem Fall also eine ungewöhnliche Menge Ammoniaksalz. Er war eiweissartig, jedoch vor der Ammoniakbestimmung vollständig vom Eiweiss befreit (Eiweiss habe ich nach Säurezufuhr öfters beobachtet). Um ganz sicher zu sein, dass es

sich in diesem Fall auch wirklich um präformirtes NH_4 handelte, machte ich die Fällung mit Platinchlorid und reducirte den Niederschlag nach Schmiedeberg mit Zink und Salzsäure. Ich gedachte nun, das Verfahren etwas abzukürzen, indem ich statt mit Magnesia zu destilliren, die chlorammonhaltige Flüssigkeit in den Schlösing'schen Apparat brachte. Hierbei liess sich eine Ammonabgabe nicht constatiren. Als ich nun aber einen Theil der Kalkmischung destillirte, ging reichlich Ammoniak über. Ich konnte mich in der Folge leicht überzeugen, dass bei Gegenwart von Zn Cl_2 aus Ammonsalz durch Kalkmilch in der Kälte kein Ammon ausgetrieben wird, wohl aber in der Wärme — eine Beobachtung, die unter Umständen Bedeutung gewinnen kann. Der Grund dafür liegt vermuthlich darin, dass $\text{NH}_4 \text{ Cl}$ und Zn Cl_2 ein Doppelsalz bilden, das erst schwerer zersetzt werden mag. Bei Wiederholung der Bestimmung genau nach Schmiedeberg wurde ein mit der Schlösing'schen genau übereinstimmender Werth erhalten: es war in diesem Fall also in der That NH_4 -Salz in vermehrter Menge im Harn vorhanden. Sehr auffällig ist nun aber dass die NH_4 -Vermehrung am nächsten Tage nicht mehr bestand. Dieser Umstand gibt dem Verdacht Raum, dass sich das Ammoniak doch vielleicht erst nach der Entleerung des Harns gebildet haben möchte. Ein weiterer Versuch hatte in der That das frühere Resultat.

Versuch V, Kaninchen von 1650 Gr. Körpergewicht.

Datum	Fütterung.	Zugeführt.	Reaktion des Harns.	Ges. N nach Seegen.	N als NH_4 Salz.	Relation zwischen N als NH_4 -Salz und Gesamt N.
12+13	0	0	sauer.	2,688	0,023	1 : 116
14+15	0	0,588 SO_4H_2	sauer.	2,004	0,016	1 : 125

Tod in der Nacht vom 15. zum 16.

Es darf demnach wohl als sicher angesehen werden, dass der Harn bei Säurezufuhr kein Ammon enthält und dass auch in diesem Fall eingeführtes Ammoniak in Harnstoff übergeht.

Analytische Beläge zu Versuch I.

Periode.	Harn- menge mit Wasser. Cc.	N nach Seegen 5 Cc. sätt. $\frac{1}{10}$ Norm. Säure i. Cc.	N nach Bunsen Ba SO ₄ in 7,5 Cc.	S-Best. 50 Cc. gaben Ba SO ₄	NH ₃ Best. 20 Cc. neutralis. $\frac{1}{10}$ Norms. Cübe.
I.	300	5,65	—	0,0795	1,5
II.	375	10,6	0,189	0,0945	2,0
III.	300	7,2	0,160	0,113	1,6
IV.	400	8,5	—	0,124	0,9
V.	500	13,1	0,216	0,095	4,9
VI.	400	11,8	—	0,139	—