

IV.

Ueber das Verhalten des Ammoniaks im menschlichen Organismus.

Von

Coranda

(Königsberg i. Pr.).

Als letztes stickstoffhaltiges Ausscheidungsproduct im Organismus des Säugethieres tritt der Harnstoff auf. Es müssen daher die verschiedenen stickstoffhaltigen Nahrungsmittel und Gewebssäfte im Körper eine grössere oder kleinere Zahl von Zwischenstufen durchlaufen bevor sie zu Harnstoff werden. Wir sind heut zu Tage zu der Ansicht gekommen, dass auch das Ammoniak als eine solche Vorstufe des Harnstoffs zu betrachten sei; während früher nach den Versuchen von Rabuteau, Lohrer und Neubauer diese Meinung als eine unrichtige hingestellt werden musste, da die genannten Autoren bei Einfuhr von Ammoniaksalzen eine entsprechende Mehrausscheidung von Ammoniak im Urin nachgewiesen zu haben glaubten. Auf eine genauere Besprechung ihrer Arbeiten kann ich um so mehr verzichten, als dieselbe schon von Feder in seiner Arbeit „über die Ausscheidung des Salmiaks im Harne¹⁾“ gegeben worden ist. Schultzen und Nencki²⁾ haben zuerst den Gedanken ausgesprochen, dass im thierischen Körper aus dem eingeführten Eiweiss Ammoniak abgespalten werden könnte, welches im weiteren Verlaufe zu Harnstoff würde. Sie machten aus diesem Grunde bei ihren Fütterungen mit Amidosäuren sowohl Harnstoff als auch Ammoniakbestimmungen. Sie fanden bei ihren Versuchen die ausgeschiedene Ammoniakmenge nicht vermehrt; stets wurde jedoch die Mehrausscheidung von Harnstoff dem eingeführten Stickstoffgehalt annähernd

1) Zeitschrift für Biologie. Heft 3. 1877.

2) Zeitschrift für Biologie. Bd. VIII.

äquivalent gefunden. Es war demnach höchst wahrscheinlich, dass das im Körper entstehende Ammoniak als Harnstoff ausgeschieden wurde. Demzufolge musste es — wenn die soeben erörterte Ansicht richtig war — durch Einführen von Ammoniak mit der Nahrung gelingen eine Steigerung der Harnstoffausscheidung herbeizuführen.

Die entsprechenden Versuche sind von Dr. W. v. Knieriem¹⁾ unternommen und glaubte derselbe dargethan zu haben, dass der bei weitem grösste Theil etwa $\frac{9}{10}$ des als Salmiak eingeführten Stickstoffs als Harnstoff im Urin wieder erschiene, während der übrige Theil etwa $\frac{1}{10}$ eine Vermehrung des Ammoniaks in noch unbekannter Form veranlasse. Die von v. Knieriem angestellten Versuche sind aber keineswegs beweiskräftig, namentlich nicht derjenige, in welchem er den Einfluss der Salmiakfütterung für den Menschen studirte, denn es ist nach seiner Tabelle zwischen den Tagen ohne Salmiakzufuhr und denen, während welcher dieselbe ihren Einfluss geltend machen sollte, im Mittel nur ein Unterschied von 2,49 Grm. in der Harnstoffausscheidung zu Gunsten der Salmiaktage bemerkbar. Diese Differenz ist so gering, dass sie leicht noch in die Fehlergrenzen bei der Bestimmung oder in die Breite der physiologischen Schwankung fallen kann. Ferner beging v. Knieriem nach dem jetzigen Stande unseres Wissens den Fehler mit Salmiak zu experimentiren. Es ist durch Arbeiten aus dem Laboratorium des Herrn Prof. Schmiedeberg zu Strassburg namentlich durch die Arbeit von F. Walter²⁾ auf folgende Verhältnisse im Körper des Carnivoren aufmerksam gemacht worden. Das Ammoniak im Organismus des Fleischfressers hat zwei Bestimmungen: einmal bildet es eine Vorstufe des Harnstoffs und zweitens hat es die Aufgabe die dem Körper zugeführten Säuren zu neutralisiren. Der Salmiak hat aber die physiologische Dignität einer Säure. Es wird daher von dem bei der Eiweissumsetzung entstehenden Ammoniak ein Theil zur Neutralisation der durch den Salmiak repräsentirten Säure verbraucht. Dieser Theil wird natürlich der Harnstoffbildung entzogen. Es muss daher die Harnstoffausscheidung geringer werden, als sie es wäre, wenn der Salmiak nicht als Säure angesehen werden müsste. Man hat in derselben also gar kein Maass dafür, wie viel von dem mit dem Salmiak eingeführten Ammoniak wirklich in Harnstoff umgewandelt worden ist. Ebenso wenig darf man die gesteigerte Ammoniakausscheidung als eine einfache Ueberführung eines Theiles

1) Zeitschrift für Biologie. Bd. X.

2) Archiv für experimentelle Pathol. u. Therap. Bd. VIII.

des im Salmiak genommenen Ammoniaks ansehen. Da, wie schon gesagt, der Salmiak hinsichtlich seiner Wirkung als Säure aufzufassen ist, wird das zu seiner Neutralisation nothwendige Ammoniak sich zu dem normaler Weise ausgeschiedenen summiren; es wird die Menge des Ammoniaks steigen und auch hier kann man nicht controliren, wie viel des ermittelten Ammoniaks von dem eingenommenen abzuleiten ist. Ausserdem lassen die v. Knieriem'schen Tabellen, namentlich die den Versuch am Menschen betreffende den von Salkowsky¹⁾ gemachten Einwurf zu, dass die vermehrte Harnstoffausscheidung durch gesteigerten Eiweisszerfall bedingt sei, denn es fehlt in der zweiten Tabelle die Schwefelsäurebestimmung als Maass für den Eiweissumsatz. Ausserdem gewinnt dieser Einwurf noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass gerade an den beiden Tagen nach der Salmiakaufnahme ein Sinken des Körpergewichts um 1,1 Kilogrm. stattfindet.

Der von v. Knieriem vertretenen Ansicht, dass das eingeführte Ammoniak als Harnstoff den Organismus verlasse, trat Feder entgegen. Er behauptet, das dem Körper in Gestalt von Salmiak zugeführte Ammoniak erscheine nicht als Harnstoff, sondern als Ammoniak im Urine wieder. Die bei Salmiakfütterung auch von ihm gefundene Vermehrung des Harnstoffs führt er auf gesteigerten Eiweisszerfall zurück. Wir wollen die einzelnen von ihm angestellten Versuche etwas genauer ansehen. Feder experimentirte an Hunden. Bei dem ersten seiner Versuche fand er unter dem Einfluss von 19,7521 Salmiak, von dem freilich ein grosser Theil erbrochen wurde, eine Steigerung der Harnstoffausscheidung um 6,2 Grm. über das gewöhnliche Mittel. Nach Mittheilung dieser Thatsache fährt Feder fort: „Dadurch ist aber keineswegs nach dem früher Bemerkten eine Bildung von Harnstoff aus Salmiak, ja nicht einmal eine Vermehrung desselben unter dem Einflusse des Salmiaks erwiesen. Die berechneten Zahlen mussten gleich mit Misstrauen aufgenommen werden, als die Fällung mit Platinchlorid schon am ersten Tage der Salmiakfütterung eine erhebliche Steigerung der Ammoniakausscheidung und am folgenden Tage eine noch viel beträchtlichere zeigte. Die Ammoniakmenge des Harnes betrug normal im Mittel im Tag 0,2845 Grm., sie erreichte aber bei den Salmiakgaben in 3 Tagen die Grösse von 3,1106 Grm., überstieg somit die mittlere normale Ausscheidung um 2,2572 Grm. Ich habe vorher erwähnt, dass das salpetersaure Quecksilberoxyd auch Ammoniak bindet; nach

1) Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. I.

meiner obigen Bestimmung verbrauchen 2,2572 Grm. Ammoniak 587 C.-Ctm. der Titirflüssigkeit und würden sonach eine Harnstoffmenge von 5,9 Grm. anzeigen, so dass von der berechneten Steigerung der Harnstoffquantität (6,2 Grm.) nur ein kleiner Theil als wirkliche Harnstoffvermehrung zu rechnen ist.“

Gegen diese Auseinandersetzung muss ich Folgendes einwenden. Die Angabe, dass durch die Titration nach Liebig bei Anwesenheit von Ammoniak eine zu grosse Zahl für die Harnstoffausscheidung gefunden werde ist für viele Fälle richtig; jedoch hat Liebig selbst, wie auch Feder citirt angegeben, „dass er beim Titriren von faulem (also ammoniakhaltigem) Harne häufig dieselben Resultate erhalten habe, wie aus demselben Harne in frischem Zustande.“ Hiernach könnte es sich auch im vorliegenden Falle so verhalten haben, dass durch die vermehrte Ausscheidung von Ammoniak keine fälschliche Vermehrung des Harnstoffs erhalten wäre. Aber selbst das Gegentheil angenommen, so ist Feder aus demselben Grunde, welchen ich schon bei Besprechung der v. Knieriem'schen Arbeit geltend machte, gar nicht berechtigt die Vermehrung der Ammoniakausscheidung als durch das im Salmiak genossene Ammoniak bedingt anzusehen. Diese bedeutend höhere Zahl für das Ammoniak spricht vielmehr dafür, dass viel Ammoniak zur Neutralisation der im Salmiak repräsentirten Säure gebraucht ist; wäre dasselbe nicht der Harnstoffbildung entzogen, so hätten wir für den Harnstoff einen höheren Werth finden müssen. Die Steigerung der Ammoniakausscheidung kann daher nicht gegen die Umwandlung des Ammoniaks in Harnstoff sprechen. In seiner zweiten Versuchsreihe findet Feder abermals unter dem Einfluss des Salmiaks eine Steigerung des entleerten Harnstoffs und Ammoniaks. Er findet wieder nach Liebig'scher Methode für den Harnstoff höhere Werthe als bei der Bestimmung nach Bunsen, namentlich gross aber ist die Differenz an den Tagen mit erhöhter Ammoniakausfuhr. „Würde, sagt Feder, wie Knieriem will, das aufgenommene Ammoniak nicht als solches, sondern als Harnstoff ausgeschieden, so dürfte die Harnstoffbestimmung nach Liebig gegenüber der nach Bunsen unter dem Einflusse des Salmiaks kein grösseres Plus zeigen als normal.“ Diese Behauptung ist in so fern richtig, als sich allein durch die gesteigerte Ammoniakausscheidung das erwähnte Verhalten erklärt; jedoch ist damit noch nicht der Nachweis geliefert, dass das Plus an Harnstoff nicht vom Salmiak herrühre, oder dass die gesteigerte Ammoniakausfuhr durch das im Salmiak enthaltene Ammoniak hervorgerufen sei. Ebenso richtig ist folgende Bemerkung Feder's: „Analog der wahren

Harnstoffausscheidung (nach Bunsen) nimmt auch die direct bestimmte Gesamtstickstoffausscheidung zu. Normal ergibt letztere selbstverständlich etwas höhere Werthe, als sich aus der Harnstoffbestimmung nach Bunsen berechnet. An den Tagen, an welchen im Harne mehr Ammoniak gefunden wurde, wird jedoch die Differenz wesentlich grösser und zwar ziemlich entsprechend dem im Ammoniak enthaltenen Stickstoff. Dies dürfte ebenfalls nicht stattfinden, wenn das Ammoniak des Salmiaks in Harnstoff übergehen würde.“ Aber auch gegen diese Argumentation lässt sich derselbe Einwand wie gegen die vorige erheben. Ob wie Feder behauptet der Salmiak eine Steigerung der Stoffwechselintensität bewirkt oder nicht will ich dahingestellt sein lassen. Die Ueberlegungen welche Feder bei seiner dritten und vierten Versuchsreihe anstellt, sind denen bei der zweiten analog und gelten gegen sie daher dieselben Einwände, die ich gegen diese zu machen mir erlaubt habe. Die Angabe Feder's, dass das Ammoniak nur allmählich im Urine ausgeschieden werde — in seinen Versuchen findet sich in der That nach einmaliger Salmiakfütterung eine durch vier bis fünf Tage hindurch gesteigerte Ausscheidung des Ammoniaks — ist wie ich weiter unten auseinanderzusetzen mich bemühen werde, einer anderen Deutung zugänglich.

Der Widerspruch, in welchem die von Knieriem'schen Resultate zu den von Feder gefundenen standen, bestimmte Dr. Hallervorden¹⁾ die Frage über das Verhalten des Ammoniaks im Organismus mit den nach den Untersuchungen von Schmiedeberg und Walter gebotenen Abänderungen von Neuem zu untersuchen. Hallervorden experimentirte am Hunde mit kohlensaurem Ammoniak. Es ist meiner Meinung nach durch seine Arbeit der nicht anzuzweifelnde Beweis geliefert, dass in der That das dem Organismus des Fleischfressers zugeführte Ammoniak in Harnstoff umgewandelt werde. Zwei Passus in der betreffenden Veröffentlichung veranlassten mich zu den vorliegenden Untersuchungen. Einmal wollte ich das Verhalten des Ammoniaks im menschlichen Harne nach vegetabilischer respective animaler Nahrung untersuchen und dann den Beweis liefern, dass die von Hallervorden für den Hund bewiesene Umwandlung des Ammoniaks in Harnstoff auch auf den menschlichen Organismus — was ja a priori sehr wahrscheinlich war — zu übertragen sei. — Ehe ich die Ammoniakausscheidung im menschlichen Urine unter dem Einfluss vegetabilischer resp. animaler Nahrung prüfte, schien

1) Dieses Archiv. Bd. X.

es mir geboten zuerst den Urin eines Carnivoren bei derselben Diät zu untersuchen. Erstere muss, da die Pflanzensäuren an welche ihre Alkalien gebunden sind wegen ihres Zerfalls im Organismus eine Säurewirkung nicht ausüben, für alkalisch gelten, während Fleisch und Eiweissnahrung wegen ihres Reichthums an Salzen anorganischer Säuren als sauer angesehen werden müssen. — Ich bediente mich zu meinen Versuchen eines männlichen Hundes von 7,35 Kgrm. Gewicht, welcher den Urin in ein untergehaltenes Gefäss entleerte. Der im Laufe eines Tages gewonnene Urin wurde sorgfältig gesammelt und am Ende des 24stündigen Cyclus, der in der Blase zurückgebliebene Rest mit dem Katheter entleert. An denjenigen Tagen, während welcher etwas von dem Harne verloren gegangen war, wurden keine Bestimmungen gemacht. Der Hund zeigte während der ganzen Dauer des Versuches keine Abweichung von der Norm, nahm auch während reiner Pflanzendiät, wie aus der Tabelle ersichtlich nur wenig an Gewicht ab. Er erhielt an den beiden ersten Tagen eine aus Vegetabilien und Fleisch gemischte Nahrung, hierauf neun Tage hindurch bis zum 25. November täglich 0,5 Kgrm. eines sehnens- und fettfreien Pferdefleisches; in den darauf folgenden 5 Tagen genoss er nur Kartoffeln, Semmel und Butter. Da er das am 26. November ihm Vorgesetzte nicht ausgefressen hatte, musste die Menge desselben verringert werden. Die betreffenden Zahlen sind aus der Tabelle ersichtlich. Bei der Harnstoffbestimmung wurde die Liebig'sche Titrimethode, bei der Ammoniakbestimmung die Schlösing'sche Methode in Anwendung gebracht. Von demselben Urine wurden täglich zwei Ammoniakbestimmungen gemacht und stimmten dieselben, wie man aus der Tabelle leicht entnehmen kann, gut mit einander überein. Die Ungenauigkeit, welche der Schlösing'schen Methode für Hundeharn anhaftet, kam für mich, da es sich weniger um genaue Feststellung der absoluten Ammoniakwerthe, als um vergleichende Bestimmung handelte, weniger in Betracht. Die Menge des täglich entleerten Urines war eine annähernd gleiche, sie beträgt im Mittel ca. 245 C.-Ctm. pro die.

Die Resultate meiner Untersuchungen habe ich in folgender Tabelle zusammengestellt (s. S. 82).

Die Reaction des Urines war mit Ausnahme derjenigen Tage, an welchen rein vegetabilische Nahrung gegeben wurde stets sauer, am ersten Tage mit Pflanzennahrung war sie neutral und wurde im Verlauf der folgenden Tage deutlich alkalisch.

Aus dieser Versuchsreihe ist der Einfluss der verschiedenen Nahrungsmittel deutlich zu ersehen. Das Mittel der Ammoniakausschei-

dung an den Tagen rein vegetabilischer Nahrung berechnet aus den fünf Tagen vom 25.—30. November mit 0,2661 Grm. pro die, steigt bei aus Vegetabilien und Fleisch gemischter Kost auf 0,4136 Grm. pro Tag (berechnet aus dem ersten und zweiten Versuchstage) und erreicht den höchsten Werth bei reiner Fleischfütterung mit 0,6078 Grm.

Nr. des Tages.	Datum.	Urin- menge.	NHg in 24 Std.	+ U in 24 Std.	Gewicht des Thieres. Kgrm.	Diät und Bemerkungen.	
1	15/XI.	235	0,3747 0,3869	0,3808	17,56	7,350	} Gemischte Diät.
2	16/XI.	235	0,4347 0,4572	0,4459	24,86		
3	17/XI.	—	—	—	—		
4	18/XI.	230	0,3251 0,3484	0,3367	16,79		}
5	19/XI.	—	—	—	—		
6	20/XI.	228	0,7129 0,7129	0,7129	34,89	7,490	
7	21/XI.	245	0,638 0,6529	0,6454	32,54		} täglich 0,5 Kgrm. Pferde- fleisch.
8	22/XI.	300	0,7127 0,7127	0,7127	35,39		
9	23/XI.	—	—	—	—		
10	24/XI.	260	0,7127 0,7127	0,7127	29,09		}
11	25/XI.	225	0,7636 0,6839	0,7237	32,54	7,50	
12	26/XI.	310	0,2126 0,1928	0,2027	20,89		
13	27/XI.	255	0,2368 0,2368	0,2368	12,8		} 500 Grm. Kartoffeln, 500 Grm. Weissbrod, 125 Grm. Butter. 300 Grm. Kartoffeln, 200 Grm. Weissbrod, 125 Grm. Butter. 150 Grm. Kartoffeln, 150 Grm. Weissbrod, 100 Grm. Butter.
14	28/XI.	255	0,3274 0,3274	0,3274	14,72		
15	29/XI.	225	0,2982 0,3099	0,3040	11,53	7,25	
16	30/XI.	210	0,2651 0,2547	0,2599	13,66		do.
17	1/XII.	250	0,3702 0,3507	0,3604	26,95		do.
18	2/XII.	250	0,5143 0,5392	0,5267	25,97	7,27	} 0,5 Kgrm. Pferdefleisch.
19	3/XII.	200	0,532 0,5514	0,5417	22,07		
20	4/XII.	225	0,5582 0,5582	0,5582	24,06	7,28	

täglich. Bei Ausrechnung dieser letzteren Zahl habe ich den am 17. Versuchstage gefundenen Werth für die Ammoniakausscheidung nicht mitgerechnet. Derselbe bildet den Uebergang von der reinen

Pflanzen- zur Fleischnahrung, steht auch entschieden unter dem Einfluss beider, denn obgleich die Ammoniakausscheidung grösser ist als für die Tage mit Pflanzennahrung, bleibt sie doch stark hinter derjenigen der folgenden Tage mit reiner Fleischnahrung zurück. — Den grössten Werth für das ausgeschiedene Ammoniak fand ich am 20. November mit 0,7129 Grm., den niedrigsten Werth am 27. November mit 0,2368. Es war demnach im Maximum ca. 3 mal so viel Ammoniak an einem Fleischtage als an einem Pflanzentage ausgeschieden. Noch bedeutender gestaltet sich die Differenz der für vegetabilische und animale Kost gefundenen Werthe, wenn man von den Tagen, die der reinen Pflanzenkost folgen also vom 1.—4. December bei der Berechnung des Mittels für Fleischdiät absieht. Man ist hierzu einigermaassen berechtigt, da man sich ja denken kann, dass die Tage der Pflanzennahrung ihren die Ammoniakausscheidung vermindernenden Einfluss auf eine längere Zeit hinauserstrecken, wofür die seit dem 17. Versuchstage allmählich steigende Ammoniakausscheidung zu sprechen scheint, welche am vierten Tage nach der Aenderung der Diät noch nicht den Werth erreicht hat, welcher aus den früheren Tagen mit Fleischfütterung resultirt. Lasse ich die betreffenden Tage bei der Berechnung der Mittelzahl fort, so erhalte ich als durchschnittlichen Werth für die tägliche Ammoniakausscheidung unter Fleischfütterung 0,6407 Grm. Es verhalten sich mit Zugrundelegung der letzteren Zahl die Ausscheidungsgrössen für gemischte, Pflanzen- und Fleischdiät ungefähr wie 1,0 : 1,55 : 2,4.

Nachdem so der Einfluss der verschiedenen Nahrungsarten auf den Organismus des Carnivoren von neuem dargethan war, wollte ich das Verhalten der Ammoniakausscheidung beim menschlichen Organismus unter dem Einfluss verschiedener Diät untersuchen. Hier hatte ich zuerst zu entscheiden ob der Mensch, was ja von vorne herein das Wahrscheinlichere schien, den Carnivoren zu subsummiren sei oder nicht. Zu diesem Zwecke musste sein Verhalten gegenüber eingeführten anorganischen Säuren studirt werden. College Hallervorden hatte die Freundlichkeit mir hier eine Versuchsreihe, die er an sich selbst gemacht hatte zur Verfügung zu stellen. Er hatte bei gleichbleibender Diät (täglich: 333 Grm. rohes Rindfleisch, 2 kleine Semmeln, 2 Gläser Milch, 3 Flaschen Bier) die ausgeschiedene Ammoniakmenge bestimmt und dann an zwei einander folgenden Tagen je 2,81 Grm. reine Salzsäure in Lösung genommen. Die Resultate dieser Untersuchung sind in folgender kleinen Tabelle enthalten (s. S. 84).

Die grössere Urinmenge am 7. und 8. Versuchstage rührt von

der zur Aufnahme der Salzsäure nothwendigen gesteigerten Wassereinnahme her.

Es ist aus dieser Zahlenreihe die bedeutende Vermehrung der Ammoniakausscheidung unter dem Einflusse der Säurezufuhr leicht ersichtlich. Dieselbe bewirkt nicht eine einmalige Steigerung der

No. des Versuch- tages.	Urinmenge. C.-Ctm.	NH ₃ in 24 Std.	Salzsäure.
1	1415	0,701	
2	1710	0,914	
3	1515	0,825	
4	1430	0,936	
5	Nicht untersucht.		
6	1345	0,718	
7	3640	1,325	2,81 CHI
8	4140	1,338	2,81 HCl
9	1890	1,209	
10	1810	1,130	
11	1800	1,192	
12	1560	0,783	

Ammoniakausscheidung sondern sie erstreckt sich über 5 Tage hin, von dem gesteigerten Werth allmählich zur Norm herabsinkend. Auch Feder beobachtete bei seinen Salmiakfütterungen eine Vermehrung des im Urine ausgeschiedenen Ammoniaks für 5 Tage. Es dürfte also der Feder'sche Satz, dass das als Salmiak eingeführte Ammoniak nur allmählich ausgeschieden würde, dahin umzuändern sein, dass der Salmiak auch durch diese über mehrere Tage protrahirte Mehrausscheidung des Ammoniaks seine physiologische Beschaffenheit als Säure documentire.

Es wurden in den 5 Tagen nach der Säureaufnahme im Ganzen 6,194 Grm. Ammoniak ausgeschieden, während an den 5 Tagen, welche vor dem Säuregenuss liegen nur 4,159 Grm. entleert wurden, somit war eine Mehrausscheidung von 2,035 Grm. Ammoniak zu constatiren. Die eingenommenen 5,62 Grm. Salzsäure würden zu ihrer vollständigen Neutralisation 2,6 Grm. Ammoniak gebrauchen. Der gewonnene Ueberschuss an Ammoniak genügt nur zur Neutralisation von 4,398 Grm. Chlorwasserstoffsäure, so dass für 1,222 Grm. Säure = 21,8 pCt. des Genossenen, da an der vollen Sättigungsmenge des Ammoniaks 0,565 Grm. fehlen, die entsprechende Mehrausscheidung nicht nachzuweisen ist. Diese geringe Menge von Salzsäure, die nicht neutralisirt wurde kann dadurch bedingt sein, dass ein Theil der eingeführten Salzsäure vom Körper nicht resorbirt wurde. Vielleicht ist auch die gesteigerte Ammoniakausscheidung mit dem letzten Versuchstage noch gar nicht beendet, denn der Ammoniakwerth

dieses Tages ist noch immer grösser als zwei andere Werthe an den Tagen, welche der Salzsäureaufnahme vorangingen.

Durch diesen Versuch war der Beweis geliefert, dass sich der Mensch hinsichtlich seiner chemischen Constitution wie ein Fleischfresser verhalte. Es war also wahrscheinlich, dass er mit seiner Ammoniakausscheidung ebenso wie ein Carnivore auf den Einfluss verschiedener Nahrungsmittel reagiren würde. Um dieses nachzuweisen benutzte ich einen 17jährigen Kranken der hiesigen Universitätsklinik. Derselbe war wegen leichter Chorea aufgenommen worden, zeigte sich hinsichtlich seines Stoffwechsels absolut normal und durch sein Leiden in hohem Grade geängstigt und belästigt war er geneigt sich jeder Kur zu unterziehen. Bei dem lebhaften Wunsch des Kranken gesund zu werden glaube ich um so mehr an ein strenges Befolgen der von mir vorgeschriebenen Diät, als sich zufällig im Laufe der ersten Woche Besserung einstellte. Dass besondere therapeutische Maassnahmen, namentlich solche welche meinem Versuch geschadet hätten nicht in Anwendung gezogen wurden, brauche ich wohl nicht besonders hervorzuheben. Die 24stündige Urinmenge wurde täglich 1 Uhr Mittags kurz vor der jedesmaligen Hauptmahlzeit untersucht. Zur Bestimmung des Harnstoffs bediente ich mich auch hier der Liebig'schen Titirmethode, zur Bestimmung des Ammoniaks des Verfahrens nach Schlösing. Mag auch die Liebig'sche Titirmethode hier wegen der an den einzelnen Tagen so äusserst verschiedenen Ammoniakausscheidung ungenaue Resultate geben, so konnte sie doch immerhin genügen, da es mir nur darum zu thun war in ihr eine Controlle für das Stickstoffgleichgewicht des Körpers zu haben. Die während der einzelnen Versuchsperioden angeordnete Diät ist aus der unten stehenden Tabelle leicht ersichtlich und kann ich daher auf dieselbe verweisen. Patient ertrug die Kost gut ohne wesentliche Verdauungsstörungen, nur am 25. Versuchstage stellten sich profuse Durchfälle (7 dünne Stühle im Verlauf von 24 Stunden) ein, welche nach Application von 15 Tropfen Tinctura Opii benzoica sistirten. Gegen Ende der Versuchsreihe ca. vom 35. oder 36. Tage an begann der Untersuchte unter dem Einfluss der lange Zeit hindurch genossenen rein vegetabilischen Diät, ohne dass besonders bemerkenswerthe Phänomene hervortraten, sichtlich abzumagern, fühlte sich müde, matt und unlustig. Die gefundenen Resultate habe ich in folgender Tabelle übersichtlich zusammengestellt (s. S. 86).

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass der Urin nur einmal während der Fütterung mit Vegetabilien alkalisch, zweimal

No. des Ver- suchs- tags.	Datum.	Urin- menge. C.-Utm.	React.	+ U in 24 Std.	NH ₃ in 24 Std.	Bemerkungen.
1	19/X.	2300	—	—	0,879	Gemischte Diät ohne bestimmt ab gewogene Mengen.
2	20/X.	1075	sauer	16,82	0,4481	
3	21/X.	1000	do.	17,98	0,4655	
4	22/X.	2230	do.	20,46	0,7082	
5	23/X.	1570	do.	14,568	0,4898	Seit 22/X. Mittags 1 Uhr ist folgende Diät ordinirt. Morg.: 1 Topf Kaffee, 1 Semmel. Mitt.: 200 Grm. Rindfleisch als Beefsteak, 8 Kartoffeln, $\frac{1}{2}$ Semmel, 200 Grm. Suppe. Nachm.: 1 Topf Kaffee, 1 Semmel. Ab.: 1 Semmel, 50 Grm. Käse, 400 Grm. Suppe. Seit dem 29/X. Mittags täglich: 5 Semmel, $\frac{1}{4}$ Liter Obstsuppe, 400 Grm. Suppe aus wiener Gries.
6	24/X.	2095	do.	18,34	0,5764	
7	25/X.	1695	do.	19,86	0,5940	
8	26/X.	2165	do.	22,04	0,9120	
9	27/X.	1910	do.	18,65	0,4119	
10	28/X.	1880	do.	18,36	0,7658	
11	29/X.	1725	do.	19,1	0,7460	
12	30/X.	1585	do.	14,667	0,4576	
13	31/X.	2420	do.	14,1	0,3741	
14	1/XI.	1300	do.	12,36	0,356	
15	2/XI.	1690	do.	8,85	0,4082	
16	3/XI.	1680	do.	7,224	0,2806	Gemischte Diät seit dem 7/XI. Mitt. Seit d. 8/XI. Mitt. tägl.: 1 Semmel, 2 Tas. Kaffee, 2 Eier, 1 Pfd. Beefsteak, Suppe v. $\frac{1}{4}$ Pfd. Rindfleisch dasselbe in die Suppe gelegt. — Durchfälle am 12/XI.
17	4/XI.	1500	do.	8,78	0,6475	
18	5/XI.	2000	do.	9,0	0,342	
19	6/XI.	1470	alkal.	9,48	0,4163	
20	7/XI.	1900	sauer	9,3	0,316	
21	8/XI.	2150	do.	14,18	0,4285	
22	9/XI.	2380	do.	35,01	0,6024	
23	10/XI.	1840	do.	32,19	0,7461	
24	11/XI.	2025	do.	33,22	0,7811	
25	12/XI.	1140	do.	25,83	0,7991	
26	13/XI.	2195	do.	33,73	1,2174	Seit dem 14/XI. Mitt. Pflanzendiät wie vom 29/X. Controlversuche. Beginnende Inanition. Controlversuche.
27	14/XI.	2360	do.	34,92	1,1044	
28	15/XI.	1980	do.	26,82	0,9073	
29	16/XI.	1040	neutr.	18,86	1,0602	
30	17/XI.	1750	sauer	15,47	0,9666	
31	18/XI.	1530	do.	11,55	0,6179	
32	19/XI.	1530	do.	11,76	0,4894	
33	20/XI.	1740	do.	11,04	0,3791	
34	21/XI.	1250	do.	10,26	0,3531	
35	22/XI.	2200	neutr.	10,72	0,5013	
36	23/XI.	1550	sauer	12,09	0,4165	Controlversuche.
37	24/XI.	2200	do.	16,24	0,5581	
38	25/XI.	1315	do.	26,75	0,7505	
39	26/XI.	1400	do.	28,19	0,8868	
40	27/XI.	1625	do.	29,99	0,8032	

neutral reagirte. An den betreffenden Tagen ist die Ammoniakaus-
scheidung keine besonders hohe, sie überschreitet am 19. Versuchs-
tage das Mittel (0,3998 Grm.) nur um 0,0165 Grm., am 29. und 35.

Versuchstage ist ebenfalls die Differenz den vorhergehenden und folgenden Tagen gegenüber keine bedeutende; so dass also der Einwand als ob es sich in diesen drei Fällen um eine der Reaction des Urins wegen gesteigerte Ammoniakausscheidung handelt zurückgewiesen werden kann.

Die Werthe für den Harnstoff sind namentlich was die Tage mit gemischter Nahrung und reiner Fleischdiät betrifft einander so nahe stehend, dass aus ihnen der Schluss auf Stickstoffgleichgewichtslage des Untersuchten gezogen werden kann. Die am 12. November gefundene abnorm niedrige Zahl für den ausgeschiedenen Harnstoff erklärt sich leicht durch die an diesem Tage eingetretenen Durchfälle. Auch während des ersten Cyclus in dem nur Pflanzennahrung gegeben wurde, verhält sich der Harnstoff, wie erwartet werden muss, indem er, nachdem er mehrere Tage hindurch von seiner früheren Höhe stetig fällt, schliesslich eine constante Grösse erreicht, auf welcher er dauernd verbleibt. Auch während der zweiten Versuchsreihe mit vegetabilischen Nährstoffen vom 28.—40. Versuchstage lässt sich am Anfang dasselbe Verhalten constatiren, dann aber steigt die Harnstoffausscheidung mit der allmählich sich einstellenden Inanition des Beobachteten.

Auch in dieser Versuchsreihe habe ich an jedem Tage zwei Ammoniakbestimmungen gemacht, aus denen das Mittel gezogen wurde. Die jedesmaligen Bestimmungen ergaben gut miteinander übereinstimmende Resultate. Der hohe Werth für die Ammoniakausscheidung am 8. Tage der Versuchsreihe rührt davon her, dass der Beobachtete anstatt wie sonst mit seiner Hauptmahlzeit bis zum Ablauf der entsprechenden 24 Stunden zu warten, dieselbe eine Stunde früher zu sich genommen hatte, so dass der Einfluss dieser Mahlzeit sich schon für die am 16. October untersuchte Urinmenge geltend machen konnte. Dafür ist aber auch die Ammoniakausscheidung am folgenden Tage eine sehr niedrige und zieht man das Mittel aus diesen beiden Tagen, so erhält man 0,6617, eine Zahl, welche zu den sonst in dieser Zeitperiode gefundenen Werthen gut passt. Die Ursache des relativ hohen Werthes für die Ammoniakausscheidung am 4. November anzugeben bin ich ausser Stande.

Die vom 15.—19. November gefundenen für Pflanzennahrung hohen Werthe des Ammoniaks könnten zu dem Einwurf Veranlassung geben, dass es sich hier um eine durch Fäulniss bedingte Vermehrung des Ammoniaks handeln könnte. Gegen diesen Vorwurf spricht einmal der Umstand, dass der Urin an den betreffenden Tagen stets sauer war, also im abgeschlossenen Raume keine besondere Neigung

zur Zersetzung, welcher überdies meiner Meinung nach durch die bei der Schlösing'schen Methode angewandte Kalkmilch entgegengewirkt wird, zeigen konnte. Ausserdem aber habe ich an diesen Tagen ebenso wie vom 23.—27. November, an welchen Tagen ebenfalls eine bedeutende Steigerung der Ammoniakausscheidung sich bemerkbar macht, Controlversuche angestellt. Nach 3 mal 24 Stunden wurde die über dem mit Kalkmilch versetzten Urin stehende Schwefelsäure titirt, sie ergab die angeführten Werthe. Sodann setzte ich an den genannten Tagen eine neue bestimmte Schwefelsäuremenge von bekanntem Titre über denselben Urin. Die Titrage derselben nach 24 Stunden ergab in keinem Falle eine weitere Ammoniakbildung.

Auch aus dieser Tabelle lässt sich der Einfluss der verschiedenen Nahrungsmittel, je nachdem sie als sauer oder alkalisch reagierend anzusehen sind, auf die Ammoniakausscheidung nachweisen. Auch hier ist dieselbe am geringsten für die Tage mit reiner pflanzlicher Diät. Im Mittel aus 9 Tagen (vom 30. October bis 7. November incl. berechnet) wurden täglich ausgeschieden 0,3998 Grm. Ammoniak auf 1727 C.-Ctm. Urin. Für gemischte Diät war der gefundene Werth grösser: er betrug im Mittel (aus den 7 Tagen vom 23.—29. October berechnet) täglich 0,6422 Grm. Ammoniak für 1862 C.-Ctm. Urin. Dieser Werth stimmt mit der von v. Knieriem gefundenen Mittelzahl (berechnet aus den 5 Tagen welche der Salmiakfütterung vorangingen). Nach v. Knieriem fand ich für 1548 C.-Ctm. Urin täglich 0,6350 Grm. Ammoniak. Einen fast gleichen Werth fand auch Neubauer 0,6137 Grm. Ammoniak bei einer täglichen Urinausscheidung von 1558 C.-Ctm. Eine geringere Zahl für die tägliche Ammoniakmenge beim Menschen beobachtete Lohrer, 0,4426 Grm. auf 1036 C.-Ctm. Urin, grösser als meine Zahl ist der in einem zweiten Falle von Neubauer angegebene Werth von 0,8351 Grm. Am grössten war die Ammoniakausscheidung an den Tagen, an welchen dem Beobachteten reine Fleischdiät verabfolgt wurde. Hier sind (aus den 6 Tagen vom 9.—14. November berechnet) in täglich 1990 C.-Ctm. Urin durchschnittlich 0,875 Grm. Ammoniak secernirt.

Den geringsten Werth für die Ammoniakausscheidung erhielt ich am 3. November mit 0,2806, den höchsten am 13. November mit 1,2174 Grm. Letzterer ist ca. 4,3 mal grösser als ersterer, ein Unterschied der bedeutender ist als beim Hunde; hier war das Verhältniss zwischen Maximum und Minimum der Ausscheidung 1:3.

Setzt man die an den Tagen mit reiner Pflanzenkost gefundene Ammoniakmenge = 1, so ergibt sich dass sich die Ammoniakaus-

scheidung bei Pflanzenkost zu der bei gemischter Diät und bei reiner Fleischnahrung verhält wie $1:1,6:2,1$. Dieses Verhältniss ist beinahe dasselbe, welches mir meine Versuche am Hunde lieferten. Hier fanden wir $1:1,55:2,4$. Noch ähnlicher werden sich beide, wenn zur Berechnung des im Mittel an den Fleischtagen ausgeschiedenen Ammoniaks noch der 15., 16. und 17. November hinzugenommen werden, die obgleich sie schon in den Cyclus der Pflanzentage fallen doch entschieden noch von der Fleischfütterung abhängig sind. Wir finden, rechnen wir diese Tage mit, das Verhältniss $1:1,6:2,27$. Der im Organismus des Menschen gebildete Ammoniak muss nach Alle diesem ebenfalls die Aufgabe haben, zugeführte Säure zu neutralisiren, denn den Tagen mit saurer Fleischnahrung entspricht eine gesteigerte Ammoniakausscheidung. Wird die Nahrung wie bei Pflanzenkost alkalisch, die Function des Körperammoniaks also überflüssig, indem das Alkali der Nahrung zur Neutralisation verwendet wird, so ist auch die Menge des im Urine erscheinenden Ammoniaks eine geringere. Nach der Theorie müsste es sogar bei einer bestimmten Höhe der Alkalizufuhr gelingen, das Ammoniak gänzlich aus dem Urine zu verdrängen, was in praxi wohl nicht zu erreichen sein dürfte. Gemischte Nahrung muss hinsichtlich der Ammoniakausscheidung zwischen den beiden erwähnten stehen und werden die unter ihrem Einflusse gefundenen Resultate je nachdem sich die Diät mehr aus Fleisch und Eiweisssubstanzen oder aus Vegetabilien zusammensetzt mehr nach der einen oder anderen Seite hinschwanken. Dieser Umstand erklärt leicht die verschiedenen Werthe, welche von verschiedenen Forschern für die normale Ammoniakausscheidung gefunden worden sind; man hatte eben die Reaction der Nahrung nicht genügend berücksichtigt.

Besonders interessant hinsichtlich der Ammoniakausscheidung sind die Tage vom 15. November ab. Wir haben hier im Anfang über 4 Tage hin eine bedeutende Steigerung der Ammoniakausscheidung über das bei reiner Pflanzendiät gefundene Mittel. Diese Vermehrung beruht wohl darauf, dass die durch die Fleischnahrung repräsentirte Säure nur allmählich ihre die Ammoniakausscheidung steigernde Wirkung verliert. Es handelt sich hier um dieselbe Beobachtung die aus der von Dr. Hallervorden mir zu Gebote gestellten Tabelle ersichtlich ist, um dieselbe Erscheinung, welche von Feder hinsichtlich der Ammoniakausscheidung bei Salmiak gemacht worden ist. Diesen Tagen mit gesteigerter Ammoniakausfuhr folgen solche, an denen dieselbe ungefähr dem für Pflanzenkost gefundenen Werthe entspricht. Zu dieser Periode würde man vielleicht den 32.—36. Versuchstag zu rechnen haben. Zum Schlusse steigt die täglich

secernirte Ammoniakmenge bedeutend unter gleichzeitigem Wachsen der Harnstoffausscheidung und zunehmender Inanition des Beobachteten. Diese Steigerung kann ich mir nur so erklären, dass der Untersuchte etwa seit dem 23. oder 24. November von seinem eigenen Muskelfleische zehrte, sich also hinsichtlich seiner Ammoniakausscheidung, trotz der genossenen Pflanzendiät so verhalten musste, als ob er saure Nahrung zu sich nähme.

No. des Tages.	Datum.	Urinmenge. C.-Ctm.	Reaction.	$\frac{+}{U}$ (Liebig) 24 Std.	$\frac{+}{U}$ (Bunsen) 24 Std.	NH ₃ 24 Std.	SO ₄ H ₂ 24 Std.	Bemerkungen.
1	5/XII.	1730	sauer.	—	—	0,898	—	
2	6/XII.	1195		21,74	—	0,837	—	
3	7/XII.	1220		31,92	$\left. \begin{smallmatrix} 31,14 \\ 30,98 \end{smallmatrix} \right\}$ 31,06	0,9448	—	
4	8/XII.	1130		32,07	$\left. \begin{smallmatrix} 31,89 \\ — \end{smallmatrix} \right\}$ 31,89	0,9385	—	
5	9/XII.	1150		32,47	$\left. \begin{smallmatrix} 32,1 \\ — \end{smallmatrix} \right\}$ 32,1	1,0814	—	
6	10/XII.	1060		30,23	$\left. \begin{smallmatrix} 33,19 \\ 32,02 \end{smallmatrix} \right\}$ 32,15	1,0261	—	
7	11/XII.	975		31,99	$\left. \begin{smallmatrix} 32,38 \\ 31,95 \end{smallmatrix} \right\}$ 32,16	0,8449	—	
8	12/XII.	920		31,23	$\left. \begin{smallmatrix} 30,56 \\ 31,89 \end{smallmatrix} \right\}$ 31,22	1,007	—	
9	13/XII.	1125		30,34	$\left. \begin{smallmatrix} 30,38 \\ — \end{smallmatrix} \right\}$ 30,38	1,0476	—	
10	14/XII.	1015		—	$\left. \begin{smallmatrix} 29,71 \\ 30,37 \end{smallmatrix} \right\}$ 30,04	0,9039	—	2,2608 NH ₃
11	15/XII.	1140	sauer.	31,42	$\left. \begin{smallmatrix} 30,59 \\ 31,39 \end{smallmatrix} \right\}$ 31,14	0,9835	—	4,82304 NH ₃
12	16/XII.	1780		37,69	$\left. \begin{smallmatrix} 37,32 \\ 37,83 \end{smallmatrix} \right\}$ 37,57	1,0629	—	
13	17/XII.	1220		29,46	$\left. \begin{smallmatrix} 29,57 \\ 29,15 \end{smallmatrix} \right\}$ 29,36	0,803	3,6296	
14	18/XII.	990		29,35	$\left. \begin{smallmatrix} 30,11 \\ 29,53 \end{smallmatrix} \right\}$ 29,83	0,8397	3,3432	
15	19/XII.	940		31,92	$\left. \begin{smallmatrix} 31,65 \\ 31,65 \end{smallmatrix} \right\}$ 31,65	1,228	3,3774	
16	20/XII.	1100		31,12	$\left. \begin{smallmatrix} 30,62 \\ 31,07 \end{smallmatrix} \right\}$ 30,84	0,7809	3,4318	
17	21/XII.	1530		32,11	$\left. \begin{smallmatrix} 32,56 \\ 30,85 \end{smallmatrix} \right\}$ 31,7	0,8463	3,4257	4,659 NH ₃
18	22/XII.	1540		44,21	$\left. \begin{smallmatrix} 43,62 \\ 43,89 \end{smallmatrix} \right\}$ 43,75	1,0479	3,1077	9,80985 NH ₃
19	23/XII.	1175		40,91	$\left. \begin{smallmatrix} 41,55 \\ 40,06 \end{smallmatrix} \right\}$ 40,8	0,9761	3,7702	
20	24/XII.	930		29,59	$\left. \begin{smallmatrix} 29,38 \\ 28,76 \end{smallmatrix} \right\}$ 29,07	0,7066	3,0456	
21	25/XII.	1150		30,4	$\left. \begin{smallmatrix} 29,96 \\ 29,28 \end{smallmatrix} \right\}$ 29,62	0,9542	3,772	

Nachdem durch die bis jetzt mitgetheilten Tabellen der Nachweis geliefert war, dass auch im Organismus des Menschen das Ammoniak die Bestimmung hat zugeführte Säuren zu neutralisiren, *dass es diese Function verliert, sobald dem Körper reichlich Alkalien mit der Nahrung geboten werden*; lag die Frage nahe ob auch die zweite Bestimmung des Ammoniaks im Körper des Carnivoren nämlich die als Vorstufe des Harnstoffs zu dienen für den menschlichen Organismus Giltigkeit habe. Da wie ich Eingangs nachgewiesen zu haben glaube die bis jetzt in dieser Richtung angestellten Versuche nicht genügend beweiskräftig sind, stellte ich diesbezügliche Experimente an mir selbst an.

Die Resultate dieser Versuche sind in der vorstehenden Tabelle (S. 90) enthalten.

Ich genoss täglich folgende Diät, welche ich mir selbst zuwog.

Frühstück: 9 $\frac{1}{2}$ Uhr. V.-M.: 80 Grm. Semmel, 20 Grm. Butter, 40 Grm. Käse, $\frac{1}{2}$ Flasche Bier.

Mittag 1 Uhr: Ich stellte mir durch Zerschlagen mehrerer Hühnereier eine innige Mischung des Eiweiss mit dem Eigelb dar, von derselben wurden 200 Grm. mit etwas Butter zu einem Rührei verarbeitet. Dazu genoss ich abermals 200 Grm. Semmel und $\frac{1}{2}$ Flasche Bier.

Abendessen ca. 8 Uhr: 200 Grm. rohes gehacktes Rindfleisch aus dem sogenannten Filet, 80 Grm. Semmel, $\frac{1}{2}$ Flasche Bier.

Erwähnen will ich noch, dass die Butter und der Käse stets von demselben Stücke genommen, welches nach dem Gebrauche in ein nasses Leinewandläppchen geschlagen wurde, um etwaige Veränderungen des Wassergehaltes und dadurch bedingte Ungleichmässigkeiten der täglichen Nahrung zu vermeiden.

Die tägliche Wasseraufnahme habe ich nicht bestimmt, sie kann an den einzelnen Tagen auch wenig differirt haben, da mit Ausnahme des 16., 17., 21. und 22. Decembers, wo verhältnissmässig viel Urin, wegen der zur Aufnahme des Ammonium citricum nöthigen gesteigerten Wasseraufnahme, ausgeschieden wurde, die an den einzelnen Tagen entleerten Mengen nicht wesentlich von einander verschieden sind.

An zweimal je 2 Tagen, welche durch 5 mal 24 Stunden von einander getrennt waren, nahm ich Amomniak zu mir. Ich bediente mich zu diesen Versuchen des citronensauren Ammoniaks welches ich mir durch Auflösen von kohlensaurem Ammoniak und Zusatz von krystallisirter Citronensäure bis zur beginnenden sauren Reaction darstellte. Die betreffenden Lösungen wurden für jeden Tag beson-

ders angefertigt. Um die Lösung zu bestimmen wurde sie mit titrirter Schwefelsäure bis zur beginnenden Rothfärbung gesättigt, dann durch Kochen die Kohlensäure entfernt und bis zur neutralen Reaction titirt. An Ammoniak wurde genommen:

am 14. December im Ganzen 2,2608 Grm. Um 2, 5 und 8 Uhr N.-M. jedesmal etwa $\frac{1}{3}$,

am 15. December im Ganzen 4,82304 Grm. Um 2, 4, 6 und 8 Uhr N.-M. jedesmal etwa $\frac{1}{4}$,

am 21. December im Ganzen 4,659 auf eben dieselbe Weise genommen wie die vorige Portion,

am 22. December im Ganzen 9,80985 Grm. Stündlich von 1 Uhr Mittags je $\frac{1}{8}$.

Wesentliche Beschwerden habe ich nach Aufnahme des Ammonium citricum nicht gespürt, nur nach der letzten Aufnahme von fast 10 Grm. Ammoniak stellte sich Uebelkeit, Gefühl von Völle in der Magengegend, etwas Brechneigung und geringer Kopfschmerz ein. Diese Symptome mässigten sich jedoch bald und waren am folgenden Tage gänzlich verschwunden.

Die Reaction des Urines war stets sauer. An den Tagen, welche von der Ammoniakzufuhr abhängig sind, wurde die Reaction desselben bei jeder Entleerung geprüft und stets sauer gefunden.

Die Harnstoffbestimmungen sind nach der Liebig'schen Titrimethode und nach Bunsen-Bunge gemacht worden. Beide Zahlenreihen stimmen gut miteinander überein. Das charakteristische Verhalten zwischen diesen beiden Bestimmungsarten, auf welches Feder so vielen Werth legt und welches er in allen seinen Bestimmungen nachweisen konnte, wird durch meine Tabelle nicht bestätigt. Feder fand stets bei der Titrirung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd höhere Zahlen als bei der Bunsen'schen Methode. Er wies nach dass dieses Verhalten durch den im Urin enthaltenen Ammoniak bedingt sei, welcher bei ersterer Methode mitbestimmt würde. Bei 18 von mir gemachten Parallelbestimmungen ist in 14 Fällen dasselbe Verhalten, in 4 Fällen das umgekehrte gefunden, niemals ist jedoch die Differenz so bedeutend wie sie es bei Feder wird. Sie beträgt niemals 1 Grm., ist meist noch viel geringer, namentlich ist der Unterschied an denjenigen Tagen, welche von der Ammoniakfütterung abhängen, besonders klein. Ich kann bei der Subjectivität der Titrimethode mir diese Differenzen leicht erklären und würde denselben nicht eine so bedeutende Wichtigkeit beilegen. Auffallend ist dass jedesmal nach der durch die Ammoniakaufnahme bedingten Steigerung der Harnstoffausscheidung ein wenn auch ge-

ringer, vorübergehender Abfall derselben unter die Norm erfolgt. Wodurch diese Erscheinung bedingt und ob sie die Regel ist vermag ich nicht zu bestimmen. An denjenigen Tagen, welche der Ammoniakeinnahme folgen, zeigt die Harnstoffausscheidung eine wesentliche Steigerung.

Die im Durchschnitt täglich entleerte Menge Ammoniak ist bedeutend grösser als die bei reiner Fleischdiät von dem in der vorigen Tabelle untersuchten Menschen. Sie beträgt 0,9224 Grm. Diese hohe Zahl ist wohl durch die fast rein animalische Diät zu erklären und ausserdem braucht ja immerhin die Ammoniakausscheidung sich im einzelnen Falle nicht an das als Norm gefundene Mittel so genau zu binden. Am 15. Versuchstage ist eine besonders hohe Zahl für das Ammoniak gefunden. Wodurch dieser besonders hohe Werth bedingt ist, kann ich jedoch nicht erklären. Sicher ist er wohl aber, da er durch dreimal 24 Stunden von der letzten Ammoniakzufuhr getrennt ist nicht als Folge derselben anzusehen zumal da er sowohl den Werth der vorangehenden wie der folgenden Tage sehr bedeutend überragt.

Die Schwefelsäurebestimmungen sind durch Ausfällen mit Chlorbaryum und nachfolgender Wägung gemacht.

Der beabsichtigte Beweis, dass das dem Körper zugeführte Ammoniak in Harnstoff umgewandelt werde, ist durch vorliegende Tabelle geliefert und wie ich glaube gegen jeden Angriff gesichert.

Ich habe mit Ammon. citric. experimentirt, einem Salze, dessen Pflanzensäure im Körper zu Kohlensäure verbrennt und das hinsichtlich des Einflusses auf die Ammoniakausscheidung als vollkommen indifferent angesehen werden muss. An eine Steigerung der Ammoniakwerthe unter dem Einfluss des Ammonium citric., welche aus meiner Tabelle zu deduciren wäre, wird wohl niemand denken. Rechnen wir uns das Mittel der Ammoniaksecretion aus den 17 Tagen, an welchen nicht Ammoniak genossen wurde, so erhalten wir 0,9224 Grm. pro die. Dieses Mittel wird an den betreffenden Tagen unter dem Einfluss von im Ganzen 21,55 Grm. Ammoniak um 0,3908 Grm., was ungefähr dem 55. Theile des Eingenommenen entsprechen würde, überschritten. Noch geringer wird dieser Ueberschuss von Ammoniak, wenn man zur Berechnung des Mittels für die Ammoniakausscheidung nur die Tage verwendet, welche vor dem Genuss des Ammonium citric. liegen. Man ist hierzu einigermaassen berechtigt, da man ja immerhin doch nicht genau wissen kann, wie sich die Ammoniakausscheidung nach Zufuhr von Ammoniak verhält, sowie ob und in welcher Weise sich die chemischen Processe hierbei

im Organismus ändern. Das auf diese Weise berechnete Mittel ist 0,9465 und es würde sich dann um eine Mehrausscheidung von nur 0,2396 die ungefähr dem 80. Theil des Eingeführten entspricht, handeln. Es muss nach dieser geringen Zahl sehr fraglich erscheinen, ob sich überhaupt durch die Einfuhr von indifferentem NH_3 eine Steigerung der Ammoniakausscheidung erreichen lässt zumal, selbst abgesehen von der besonders hohen Zahl am 19. December, auch an anderen Tagen sich 4 Werthe finden ($\frac{9}{12}$: 1,0814. $\frac{10}{12}$: 1,0261. $\frac{12}{12}$: 1,007. $\frac{13}{12}$: 1,0476), die den Werthen der Ammoniaktage sich sehr nähern, sie in einem Falle sogar übersteigen. Ich will jedoch bei den folgenden Berechnungen den ungünstigsten Werth setzen, die tägliche Ammoniakausscheidung = 0,9224 Grm. annehmen.

Eine Steigerung der Ammoniakausscheidung ist also so gut wie gar nicht vorhanden, dagegen findet sich eine bedeutende Steigerung des Harnstoffs über das gewöhnliche Mittel von 30,87 Grm.

Die Harnstoffausscheidung beträgt im ersten Versuche

am 15. December 31,14 Grm.

am 16. December 37,57 „

zusammen 68,71 Grm.

davon sind zu subtrahiren $2 \times 30,87 = 61,74$ Grm.

bleibt eine Mehrausscheidung von 6,97 Grm.

Im zweiten Falle sind ausgeschieden

am 22. December 43,75 Grm.

am 23. December 40,8 „

zusammen 84,55 Grm.

davon sind zu subtrahiren 61,74 Grm.

bleibt ein Ueberschuss von 22,81 Grm. $\overset{+}{U}$.

Die Vermehrung der Harnstoffausscheidung am 15. December unter dem Einfluss von 2,2608 Grm. NH_3 ist eine äusserst unbedeutende, allerdings übersteigt sie die des 14. December um 1,1 Grm., die des 13. um 0,76 Grm. ist jedoch geringer als die Ausscheidung an vielen anderen Tagen, während welcher kein Ammoniak gegeben wurde. Es lässt sich dieses dadurch erklären, dass für den 15. Dec. auch ohne Ammoniakfütterung hinsichtlich der Harnstoffausscheidung eine niedrige Ziffer gefallen wäre, wofür der stetige Abfall derselben seit dem 11. December spricht; es konnte in diesem Falle selbst wenn die durch den Genuss von Ammonium carbonic. bedingte Vermehrung hinzukommt die Zahl immer nur ziemlich klein sein. Dass diese Vermehrung der Ausscheidung durch eine Steigerung des Stoffwechsels hervorgerufen sei, wie es Feder für den von ihm ange-

wandten Salmiak wie ich glaube ohne Grund annimmt, ist nicht möglich, man müsste denn trotz der vermehrten Menge des Harnstoffs annehmen, dass das Ammoniak einfach im Organismus verschwunden sei. Um diesen Einwand durch Zahlen widerlegen zu können habe ich seit dem 17. December als Maass der Stoffwechselintensität tägliche Schwefelsäurebestimmungen gemacht. Der Einwurf den Feder gegen die v. Knieriem'sche Arbeit macht, dass die einer solchen (sc. geringen) Mehrzersetzung an Eiweiss entsprechende Vermehrung der Schwefelsäureausscheidung nur schwer nachzuweisen sei, trifft für meine Tabelle nicht zu. Eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung um 22,81 Grm. entspricht einem Verbrauch von über 300 Grm. frischem Fleisch mit über 1,66 Grm. Schwefelsäure, was für den Tag eine Mehrausscheidung von über 0,83 Grm. H_2SO_4 hätte bedingen müssen, eine Zahl die sich der Beobachtung wohl schwerlich entzogen haben würde. In meiner Tabelle ist die durchschnittlich für den Tag entleerte Schwefelsäure = 3,4322 Grm., die an den beiden Tagen von Eiweisszerfall in Frage kommende 3,4389. Der mehr ausgeschiedene Harnstoff ist aber wohl auch deshalb von dem genossenen Ammoniak abzuleiten, weil seine Menge annähernd dem genommenen Stickstoff äquivalent ist. An den beiden ersten Versuchstagen (am 15. und 16. December) tritt dieses weniger deutlich hervor. Eine Erklärung hierfür habe ich mich zu geben schon bemüht.

Es sind am 15. und 16. December genommen

$$7,0838 \text{ NH}_3 = 5,8335 \text{ N}$$

$$\text{davon ausgeschieden als NH}_3 \text{ 0,2016 NH}_3 = 0,166 \text{ N}$$

$$\text{verschwunden } 6,8822 \text{ NH}_3 = 5,6675 \text{ N}$$

$$\text{davon als } \overset{+}{\text{U}} \text{ gefunden } 6,97 \text{ Grm.} = 3,2529 \text{ N}$$

$$\text{Es haben sich der Untersuchung entzogen } 2,4146 \text{ N}$$

Das Resultat dieses Versuches ist, wenn auch schon beweisend, jedoch nicht so schlagend als das folgende.

Es wurden am 21. und 22. December genommen

$$14,46885 \text{ NH}_3 = 11,91509 \text{ N}$$

$$\text{davon ausgeschieden } 0,1792 \text{ NH}_3 = 0,14737 \text{ N}$$

$$\text{Verschwunden waren } 14,2696 \text{ NH}_3 = 11,76772 \text{ N}$$

$$\text{davon gefunden als } \overset{+}{\text{U}} \text{ 22,75 Grm.} = 10,601 \text{ N}$$

$$\text{der Untersuchung entzogen } 1,166 \text{ N} = 9,9 \text{ pCt.}$$

Diese geringe Menge kann theils durch bei den Bestimmungen vorgefallene unvermeidliche Fehler der Beobachtung entgangen sein,

theils ist wohl nicht alles Ammoniak resorbirt und dürfte der grösste Theil dieses Procentgehaltes dem mit den Fäces entleerten NH_3 entsprechen.

Durch diese Arbeit glaube ich auch für den Menschen den Beweis geliefert zu haben, dass das Ammoniak als eine Vorstufe des Harnstoffs zu betrachten sei und dass der menschliche Organismus sich hinsichtlich seiner Ammoniakausscheidung gegenüber Säuren respective Alkalien genau ebenso verhält wie der des Carnivoren.
