

Ueber die Steigerung des Eiweisszerfalls durch Protoplasma- gifte, speciell Chloroformwasser, beim Pflanzenfresser.

Von

Dr. Otto Rostoski,

I. Assistenten der med. Klinik zu Würzburg.

(Aus dem chemischen Laboratorium des pathologischen Instituts zu Berlin.)

(Der Redaction zugegangen am 23. November 1900.)

Zu den mannigfachen schädlichen Wirkungen, welche die Chloroformnarkose nachgewiesenermassen auf den thierischen Organismus ausübt, gehört auch eine beträchtliche Steigerung der Stickstoffausscheidung durch den Harn. Insbesondere hat Fr. Strassmann¹⁾ beim Hunde im Stickstoffgleichgewicht nachweisen können, dass die N-Ausscheidung durch eine mehrstündige Chloroformnarkose um $\frac{1}{5}$ steigt, und dass sich diese Wirkung auf 2 Tage erstreckt. Ein schon 2 Jahre vorher von Salkowski²⁾ zu anderen Zwecken an einem ebenfalls im Stickstoffgleichgewicht befindlichen Hunde angestellter Versuch bewies jedoch, dass die vermehrte Stickstoffausscheidung mit der Narkose nichts zu thun habe, sondern lediglich dem Chloroform als einem Protoplasmagifte zukomme. Indem nämlich Salkowski einem Hund 4 Tage lang 200,0 cem. Chloroformwasser gab, erreichte er am letzten Tage eine N-Ausfuhr von 25,29 gr (gegen 17,0 gr vor der Chloroformwirkung), während jede narkotische Wirkung ausblieb.

Ein zweiter Punkt, auf den sich die Aufmerksamkeit der Autoren richtete, ist die Schwefelausscheidung unter Chloroform-

1) Die tödtliche Nachwirkung des Chloroforms. Virchow's Archiv. Bd. 115 (1889), S. 1.

2) Zur Kenntniss der Wirkungen des Chloroforms. Virchow's Archiv. Bd. 115 (1889), Seite 339.

wirkung, die natürlicher Weise, da der Schwefelgehalt des Harns — beim Carnivoren und Amphivoren wenigstens — seinen Ursprung dem Schwefel des Eiweissmoleküls verdankt, mit dem vermehrten Eiweisszerfall steigen musste. Bezüglich dieser Frage machten jedoch Kast und Mester¹⁾ auch auf die interessante Thatsache aufmerksam, dass nach längeren Chloroformnarkosen (1¹/₂ Stunden und darüber) der mit dem Harn ausgeschiedene neutrale Schwefel eine bedeutende Zunahme im Verhältniss zum oxydirten sogenannten sauren Schwefel aufweist. Während vor der Narkose in 4 Fällen der neutrale Schwefel 12,5⁰/₀, 16,6⁰/₀, 14,9⁰/₀ und 10,4⁰/₀ von der Gesamtschwefelmenge betrug, lauteten die entsprechenden Zahlen nach der Narkose 20,8⁰/₀, 30,8⁰/₀, 23,2⁰/₀ und 20⁰/₀. Rudenko²⁾ fand im Laboratorium von E. Salkowski, dass beim Hunde, der 4 Tage lang 200,0 ccm. Chloroformwasser bekommen hatte, der neutrale Schwefel von 17,35⁰/₀ auf 28,02⁰/₀ stieg, während das Verhalten des Gesamtschwefels zum Stickstoff constant blieb. Zugleich ergab sich die interessante Thatsache, die auch Savelieff³⁾ bestätigen konnte, dass der neutrale Schwefel erst nach einigen Tagen aus dem Organismus ausgeschieden wird. Dasselbe Verhalten constatirte Presch⁴⁾ beim Menschen, der zu anderen Zwecken $1 \times 0,5$ bis $2 \times 1,5$ Schwefel pro die erhielt. Der vierte Theil des einverleibten Schwefels wurde bei dem Versuch von Presch in organische Substanz übergeführt und langsamer ausgeschieden als der übrige zu Säure oxydirte Schwefel. Die Beobachtung, dass bei erhöhter Stickstoffausfuhr der neutrale Schwefel im Verhältniss zum sauren steigt, dürfte um so mehr Beachtung

1) Ueber Stoffwechselstörungen nach länger dauernder Chloroformnarkose. Zeitschr. f. klin. Medicin, Bd. 18 (1891).

2) Ueber das Verhalten des neutralen Schwefels bei Stoffwechselstörungen und über die Oxydation desselben im thierischen Organismus. Virchow's Archiv, Bd. 125 (1891).

3) Ueber den Einfluss des Eiweisszerfalls auf die Ausscheidung des neutralen Schwefels. Virchow's Archiv, Bd. 136 (1894).

4) Ueber das Verhalten des Schwefels im Organismus und den Nachweis der unterschwefligen Säure im Menschenharn. Virchow's Archiv, Bd. 119 (1890).

verdienen, als erst jüngst Freund¹⁾ nachgewiesen hat, dass bei gesteigerter Schwefelausscheidung in Folge veränderter Ernährung der absolute Werth des neutralen Schwefels annähernd constant bleibt, während nur der Werth für den sauren Schwefel entsprechend steigt. Auf Procent berechnet nimmt also in letzterem Falle der neutrale Schwefel bei gesteigerter Gesamtschwefel- und Stickstoffausfuhr ab, während er gerade umgekehrt, wenn Körpereiwiss zur Einschmelzung kommt, mit der vermehrten Stickstoff- und Gesamtschwefelausfuhr zunimmt. Die beim Menschen gemachten Beobachtungen Freund's stehen allerdings im Widerspruch zu Kunkel's²⁾ Versuch, der beim Hunde nachwies, dass durch eine gesteigerte Fleischration der neutrale und der saure Schwefel in gleicher Weise zunehmen.

Ausser dem Chloroform ist von verschiedenen Autoren der Einfluss anderer dem Chloroform mehr oder minder nahe stehender Mittel auf die Stickstoff- und Schwefelausscheidung untersucht worden. Es sind besonders die Arbeiten von Ken Taniguti,³⁾ Martin Hahn,⁴⁾ Julius Peiser,⁵⁾ Harnack und Remertz,⁶⁾ Harnack und Kleine⁷⁾ zu erwähnen.

Aus diesen Arbeiten geht im Allgemeinen hervor, dass sich Chloralhydrat wie Chloroform verhält. Eine Herabsetzung der Stickstoffausfuhr bewirkt nach den Versuchen von Harnack und Remertz sowie Peiser das Amylenhydrat. Ver-

1) Zur Kenntniss der Schwefelausscheidung bei Säuglingen. Zeitschr. f. physiologische Chemie, Bd. XXIX (1900), S. 24.

2) Ueber den Stoffwechsel im Säugethierkörper. Pflüger's Archiv, Bd. 14.

3) Ueber den Einfluss einiger Narkotika auf den Eiweisszerfall. Virchow's Archiv, Bd. 120 (1890).

4) Ueber den Einfluss des Sulfonals auf den Eiweisszerfall. Virchow's Archiv, Bd. 125 (1891).

5) Ueber den Einfluss des Amylenhydrats und Chloralhydrats auf die Stickstoffausscheidung beim Menschen. Fortschritte der Medicin 11.

6) Ueber die Beeinflussung der Stickstoff- und Schwefelausscheidung durch Chloralhydrat und Amylenhydrat. Fortschritte der Medicin 11 Nr. 7.

7) Ueber den Werth genauer Schwefelbestimmungen im Harn für die Beurtheilung von Veränderungen des Stoffwechsels. Zeitschrift für Biologie, N. F., Bd. 19, S. 417.

änderungen in der Schwefelausscheidung sind bei diesem Mittel von Harnack und Remertz constatirt, von Harnack und Kleine jedoch in nennenswerthem Maasse vermisst worden. Auch Sulfonal ist nicht wirksam (Hahn). Harnack vermuthet deshalb, dass die Wirkung auf abgeschiedenem Chlor beruht, das als trockner Chloralhydrat erst spät ausgeschieden wird, und hat seine Ansicht dadurch zu stützen gesucht, dass er einem Thiere Chloralhydrat und Soda zugleich gab,¹⁾ wodurch die Wirkung des Chlorals aufgehoben wurde. Harnack meint, dass die beste Erklärung hierfür darin bestehe, dass abgespaltenes Chlor bei gehöriger Alkalescenz des Körpers gebunden wird. Das Alkali allein bewirkt nach den Versuchen desselben Autors eine Zunahme des sauren Schwefels, während Salkowski, Jawein²⁾ und Ken Taniguti³⁾ die allerdings — ebenfalls bei einem Versuch am Hunde — grössere Dosen gaben (Jawein bis zu 20,0 Natr. bicarb., Ken Taniguti bis zu 16,0 essigs. Natr.), zu dem Resultat kamen, dass eingeführte Alkalien die Oxydationsvorgänge im menschlichen Körper auch mit Bezug auf die Schwefelausscheidung steigern.

Die bisher angeführten Versuche beziehen sich, soweit sie nicht den Menschen⁴⁾ selbst betreffen, sämmtlich auf Hunde, also auf Fleischfresser. Beim Hunde sind auch Harnack und Remertz⁵⁾ zu dem überraschendem Resultat gekommen, dass die vermehrte Stickstoffausscheidung in Folge Einführung von Chloralhydrat nicht durch eine entsprechende Steigerung

1) Zeitschrift für Biologie, N. F., Bd. 19, S. 453.

2) Zeitschrift f. klinische Medicin, Bd. 22.

3) Virchow's Archiv, Bd. 117 (1889).

4) Angaben über die Schwefelausscheidung beim Menschen finden sich schon in Leube und Salkowski «Die Lehre vom Harn», Berlin 1882, S. 174 ff. Und die seitdem gemachten Angaben sind alle in der oben citirten Arbeit von Freund zusammengestellt. Um so auffallender ist es, dass Schrader in seiner Arbeit «Einige abgrenzende Ergebnisse physiologisch-chemischer Untersuchungen über den Stoffwechsel während der Schwangerschaft und im Wochenbett», Archiv f. Gynäkologie, Bd. 60, S. 534 behauptet, es hätten vor der Arbeit von Harnack und Kleine keine Angaben über die Schwefelausscheidung beim Menschen vorgelegen.

5) L. c.

der Harnstoffausfuhr bewirkt werde, sondern dass der vermehrte Stickstoff in anderen organischen Verbindungen, wahrscheinlich mit dem Schwefel zusammen, ausgeschieden werde. Durch dieses Resultat wäre die mangelhafte Oxydation des Schwefels beim Einschmelzen von Körpereiwiss zwar nicht erklärt, aber doch mit einer andern Erscheinung, die unter den genannten Verhältnissen auftritt, gut in Einklang zu bringen.

Auf Veranlassung des Herrn Professors E. Salkowski habe ich, um das Resultat Harnack's nachzuprüfen, die Harnstoffausscheidung unter der Einwirkung eines Protoplasma-giftes einer Prüfung unterzogen und als Versuchsthiere die bisher in dieser Frage noch nicht benutzten Kaninchen gebraucht, um zugleich einen Aufschluss darüber zu bekommen, wie das Protoplasmagift beim Pflanzenfresser wirkt. Wie seiner Zeit schon Salkowski und Auerbach,¹⁾ sowie Munk²⁾ nachgewiesen haben, verläuft ja der Stoffwechsel beim Fleischfresser und Pflanzenfresser nicht genau gleich und weist speciell Abweichungen bei der Störung der Oxydationsprocesse auf.

Ein Vorversuch am Hunde bewies mir nochmal die prompte Wirkung des von mir in Anwendung gezogenen Chloroformwassers. Die weitere Fortführung und Verwendung des Versuches wurde leider durch Eintritt eines Blasenkatarrhs unmöglich gemacht.

Brauner weiblicher Hund von 32,3 kg Gewicht. Durch 500 Pferdefleisch (= 18,1 N, mehrere Male bestimmt) und 70 Speck auf gleichmässige N-Ausfuhr durch den Harn gebracht. Die einzelnen Perioden werden durch Catheterisation abgegrenzt. Die tägliche Futterrations erhält das Thier Morgens direkt nach dem Catheterisiren: sie wird sofort vollständig gefressen. Das Chloroformwasser wurde mit dem Futter gemischt. Wie die Tabelle zeigt, ist ein anfängliches Sinken der Stickstoffausfuhr, wie es Harnack und Remertz beim Hunde nach Chloralhydrat beobachteten, nicht zu constatiren.

1) Virchow's Archiv, Bd. 77 (1879), S. 226.

2) Archiv f. Physiologie, 1881.

Im Gegentheil stieg die Stickstoffausfuhr, sobald am 10. Tage das Protoplasmagift gegeben wurde.

Tage	Menge und spec. Gewicht	Gewicht des Thieres	N-Ausscheid. im Harn	Bemerkungen
1.	600 1030	32.3	12.8	500 Fleisch + 70 Speck
2.	400 1040	—	13.44	500 „ „ 70 „
3.	540 1037	—	15.12	500 „ „ 70 „
4.	530 1037	31.7	15.71	500 „ „ 70 „
5.	450 1042	—	16.07	500 „ „ 70 „
6.	500 1041	31.65	15.17	500 „ „ 70 „
7.	425 1043	—	16.83	500 „ „ 70 „
8.	650 1030	—	15.90	500 „ „ 70 „
9.	550 1040	—	16.13	500 „ „ 70 „
10.	660 1034	31.61	19.57	200 Chloroformw. m. d. Futter
11.	800 1032	—	21.07	200 „ „ „ „
12.	800 1031	31.15	22.01	200 „ „ „ „

Was die Versuche am Kaninchen anlangt, so wurde versucht, die Thiere durch ein aus Rüben, Kohl und rohen Kartoffeln zu gleichen Theilen gemischtes Futter auf gleichmässige Stickstoffausscheidung zu bringen. Das Chloroformwasser erhielten die Thiere Abends, wenn das Futter aufgefressen war, durch die Schlundsonde. Der Urin wurde 3 Tage lang gesammelt und sodann die Periode durch Ausdrücken der Blase abgegrenzt, wobei sich nie Schwierigkeiten ergaben. Auf eine Bestimmung des eingeführten Stickstoffs sowie des Kothstickstoffs glaubte ich auch nach der Ansicht des Herrn Professor Salkowski verzichten zu können, weil die schlackenreiche Nahrung in dem langen Darm des Kaninchens verschieden lange zurückgehalten und ausgenutzt wird. Aus demselben Grunde sind auch für die Bestimmung 3tägige Perioden gewählt worden. Die in den Tabellen angegebenen Zahlen sind die aus diesen Perioden für den einzelnen Tag berechneten Werthe.

Wenn sich nicht alle Urinbestimmungen innerhalb der zur Verfügung stehenden 3 Tage ausführen liessen, wurde der Harn durch Schütteln mit Chloroform conservirt. Die Be-

stimmung des Stickstoffs und Schwefels geschah nach den bekannten Methoden: für die Bestimmung des Harnstoffs wurde die Mörner'sche Methode gewählt, jedoch mit der von Sal-kowski vorgeschlagenen Modification, dass das Ammoniak aus dem den Harnstoff enthaltenden Filtrat nicht durch Magnes. ust. vertrieben, sondern für sich im Harn nach Schlösing bestimmt und dann von dem für den Harnstoff gefundenen Werth abgezogen wurde. Hippursäure, die nach den Versuchen von Salaskin und Zaleski¹⁾ bei Anwendung der Mörner'schen Methode auf den Harn von Pflanzenfressern Fehler verursachen kann, fand sich bei mehrmaliger Untersuchung in dem Aetheralkoholauszug nicht, sodass die Methode auch nach dieser Richtung hin für unsere Versuche einwandfrei war.

I. Versuch.

Graues weibliches Kaninchen von 2490 g Gewicht.

Datum	Harn, Menge und specifisches Gewicht	Gewicht des Thieres	Ges. Stickstoff- aussch. täglich	Stickstoff als Harnstoff, tägl.	Procent Harnstoff	Stickstoff als Ammoniak ausgeschieden	Bemerkungen
18.-20. I.	340/1023	2940	0,91	0,812	89,74	0	195 } 165 } gem. Futter 155 }
21.-23. I.	150/1030	—	0,455	0,368	80,96	0	150 gem. Futter tägl.
24.-26. I.	430/1016	2770	0,601	0,531	85,38	0	tgl. 150 gem. Futter + 25,0 Wasser
27.-29. I.	390/1015	2650	0,633	0,548	86,20	0,0015	> 150 > > > 25,0 >
30. I.-1. II.	400/1014	—	0,671	0,596	88,85	0,0046	> 150 > > > 25,0 >
2.-4. II.	450/1012	2540	0,628	0,593	94,33	0,0023	> 150 > > > 25,0 >
5.-7. II.	400/1011	2500	0,491	0,415	84,52	0,0051	> 25,0 Chloroformw. + 150 gem. Fut.
8.-10. II.	—	2500	—	—	—	—	—

Der Versuch erreichte leider ein jähes Ende, weil das Kaninchen, nachdem 3 Tage lang 25,0 Chloroformwasser

¹⁾ Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XXVIII, S. 73.

gegeben waren, am 4. Tage aus Versehen statt des Chloroformwassers von der zur Harnstoffbestimmung nöthigen Aetheralkoholmischung in den Magen bekam. Die 25 cem. Wasser pro die vom 29. ab erhielt das Thier, um den Einfluss des Wassers auf die Erhöhung der Stickstoffausfuhr auszuschalten.¹⁾ Wenn ich trotz des nicht abgeschlossenen Versuches die Zahlen hier mittheile, so geschieht es, um darauf aufmerksam zu machen, dass sich auch beim Kaninchen eine ziemlich gleichmässige Stickstoffausscheidung durch den Harn erreichen lässt. Ferner sind die geringen Ammoniakwerthe, die mit den Angaben Sal-kowski's hierüber in Einklang stehen, zu beachten. Und endlich ist dieser Versuch vor den übrigen ausgezeichnet durch ein (anfängliches?) Sinken der Stickstoffausfuhr nach der Einverleibung des Chloroformwassers (wie im Versuche von Harnack und Remertz beim Hund nach Chloralhydrat). Man könnte auch daran denken, dass die verabfolgten 25 cem. H₂O infolge einer Ausspülung der Gewebe Anfangs eine verhältnissmässig hohe Stickstoffausfuhr nach sich zogen, der dann natürlich bei weiteren Wassergaben eine Verminderung der Stickstoffausfuhr folgen musste. (0,491 pro die vom 5. bis 7.) Doch halte ich diese Erklärung nicht für richtig, weil der Zeitraum bis zu der geringeren Stickstoffausfuhr zu gross wäre.

In dem Versuch beim Menschen von R. O. Neumann dauerte die durch eine grössere Wassermenge (bis zu 3—4 Liter pro die) bewirkte Steigerung der Stickstoffausfuhr immer nur 2 Tage und sank am 3. Tage schon wieder ab. In unserm Falle kämen aber 12 Tage in Betracht.

II. und III. Versuch. Zunächst ist zu erwähnen, dass es nach 3 × 3 Tagen beim II. Kaninchen gelang, eine annähernd gleiche Stickstoffausscheidung durch den Harn zu erzielen, so dass sich der Einfluss des Chloroformwassers bemerkbar machen konnte, beim Kaninchen III waren die Zahlen für den Harnstickstoff von vornherein ziemlich constant. Die

¹⁾ R. O. Neumann. Der Einfluss grösserer Wassermengen auf die Stickstoffausscheidung beim Menschen. Arch. f. Hygiene, 1899, S. 248.

II. Graues Kaninchen. Gewicht: 2290 g.

Datum	Gewicht des Thieres	Harn- Menge und spezifisches Gewicht	Gesamt- N-Ausfuhr täglich	N in Harnstoff ausge- scheiden täglich	Procent Harnstoff im Vergleich zum Gesamt-N	N in Form von Am- moniak ausge- scheiden täglich	S-Aus- scheidung täglich als H ₂ SO ₄	S in Form von Schwefel-säure aus- geschieden täglich berechnet	Bemerkungen
9.-11. II.	2290 g	600/1012	0,677	—	—	—	—	—	300 gem. Futter täglich
12.-14. II.	—	620/1013	0,511	—	—	—	—	—	300
15.-17. II.	2230 g	720/1011	0,700	—	—	—	—	—	300
18.-20. II.	2290 g	670/1010	0,499	0,420	84,24%	0,0154	—	—	300
21.-23. II.	2240 g	760/1009	0,470	0,368	78,35%	0,0056	—	—	300
24.-26. II.	2270 g	700/1010	0,428	0,350	81,78%	0,006	—	—	300
22. II.-1. III.	2305 g	620/1011	0,403	0,315	77,40%	0,0056	—	—	300 saurer Schwefel
2.-4. III.	2330 g	720/1011	0,466	0,420	90,07%	0,007	0,396	0,273	300 68,90%
5.-7. III.	2325 g	760/1011	0,532	0,473	88,85%	0,021	0,38	0,276	300 gem. Futter täglich + 30 Chloroformwasser 64,03%
8.-11. III.	2295 g ¹⁾	910/1011	0,875	0,767	83,15%	0,021	0,323	0,233	300 gem. Futter + 30 Chloroformwasser 8. III. 35 Chloroformwasser 72,17%
12.-14. III.	2300 g	640/1010	0,472	0,420	88,86%	0,014	0,277	0,207	300 gem. Futter täglich 74,70%
15.-17. III.	2320 g	660/1011	0,411	0,378	90,17%	0,007	0,343	0,243	300 70,87%
18.-20. III.	2320 g	740/1009	0,346	—	—	—	—	—	300

¹⁾ Periode von 4 Tagen.

III. Weisses Kaninchen. Gewicht 2885 g.

Datum	Harn- Menge und spezifisches Gewicht	Gewicht des Thieres	Gesamt- N-Ausfuhr täglich	N in Harnstoff ausge- scheiden täglich	Percent Harnstoff im Vergleich zum Gesamt-N	N in Form von Am- moniak ausge- scheiden täglich	Gesamt- S-Aus- scheidung täglich als H ₂ SO ₄	Gesamt- Schwefelsäure- ausscheidung täglich berechnet	Bemerkungen
13.-15. II.	550/1011	2770 g	0,484	—	—	—	—	—	300 gem. Futter täglich
16.-18. II.	620/1011	2750 g	0,569	—	—	—	—	—	300 gem. Futter täglich
19.-21. II.	660/1010	2770 g	0,481	0,455	94,7 %	0,0084	—	—	300 gem. Futter + 25,0 Aqu. dest. täglich
22.-24. II.	—	2730 g	0,516	0,411	79,65 %	0,0007	—	—	300 gem. Futter + 25,0 Aqu. dest. täglich
25.-27. II.	620/1011	2750 g	0,569	0,500	87,97 %	0,0007	—	—	300 gem. Futter + 25,0 Aqu. dest. täglich
28. II.-2. III.	640/1012	2750 g	0,613	0,487	79,51 %	0,0029	—	—	300 gem. Futter + 25,0 Chloroformwasser
3.-5. III.	670/1011	2780 g	0,613	0,553	90,03 %	0,0007	0,350	0,284	300 gem. Futter + 25,0 Aqu. dest. täglich
6.-8. III.	650/1010	2610 g	0,621	0,530	85,29 %	0,0126	—	—	300 gem. Futter + 30 Chloroformwasser täglich. 8. III. 35 Chloroformwasser
9.-11. III.	630/1010	2700 g	0,770	0,702	92,08 %	0,0007	0,313	0,226	300 gem. Futter täglich
12.-14. III.	680/1013	2650 g	0,875	0,851	97,13 %	0,0007	0,368	0,299	300
15.-17. III.	600/1012	2600 g	0,481	0,432	89,67 %	0,0006	0,357	0,277	300
18.-20. III.	650/1010	2610 g	0,275	0,243	88,28 %	0,0056	0,282	0,197	300
21.-23. III.	660/1010	2590 g	0,508	—	—	—	—	—	300

mittlere Stickstoffausscheidung war beim Kaninchen II vom 18. II. bis 4. III. (also vom Tage nach Erreichung der constanten Stickstoffausfuhr bis zur Verabfolgung des Chloroformwassers) 0,453, beim Kaninchen III vom 13. bis zum 24. II. 0,524. Das Chloroformwasser hat nun einen viel geringeren Einfluss auf die Stickstoffausscheidung gehabt als beim Hund. Während beim letzteren, wenn wir pro Kilogramm Körpergewicht 6,2 Chloroformwasser gaben, die Stickstoffausfuhr von 16,3 auf 20,89, also ungefähr um 25% steigt, haben wir beim Kaninchen, wenn wir ebenso lange 10,9 Chloroformwasser pro Kilogramm Körpergewicht geben, die Stickstoffausfuhr von 0,453 auf 0,532 (Nr. II), also um 15% erhöht, und wenn wir 8,7 pro Kilogramm Körpergewicht geben, eine Steigerung von 0,524 auf 0,613 (Nr. III), also um beinahe ebenfalls 15%.

Ob diese Steigerung der Stickstoffausfuhr in der That eine grössere am 2. und 3. Tage der Periode war und nur durch ein anfängliches Sinken maskirt wurde (wofür vielleicht der Versuch Nr. I spräche), ist nicht wahrscheinlich. Denn beim Kaninchen Nr. III erreicht die Stickstoffausfuhr erst in der zweiten Periode, in der kein Chloroformwasser mehr gegeben war (12.—14. III.), ihren Höhepunkt, kann also am 2. oder 3. Tage der ersten Chloroformperiode nicht schon höher gewesen sein, als sie aus den 3 Tagen berechnet wurde.

Eine bedeutende Steigerung der Stickstoffausfuhr erreichen wir erst, wenn 13,1 bis 15,3 bzw. 10,4 bis 12,2 g Chloroformwasser pro Kilogramm Körpergewicht mehrere Tage gegeben sind (auf 0,875 = 48% bzw. 40%). Die Stickstoffausfuhr ist unter Umständen verzögert und das Maximum kann erst dann erreicht sein, wenn schon tagelang kein Chloroformwasser mehr gegeben ist (Nr. III).

Dass die Thiere, nachdem die Einwirkung des Protoplasmagiftes aufgehört hat, abnorm wenig Stickstoff ausscheiden (0,346 und 0,275), um das Manco zu decken, ist nicht auffallend.

Rücksichtlich der Harnstoffausfuhr ist zu bemerken, dass beide Versuche nicht mit dem von Harnack und Remertz erhaltenen Resultat übereinstimmen. Zieht man zunächst die

absoluten Zahlen für den Harnstoff in Betracht, so bemerkt man in beiden Fällen eine bedeutende Steigerung der Harnstoffausfuhr von 0,375 bezw. 0,455 im Mittel vor der Verabreichung des Chloroformwassers auf 0,767 bezw. 0,851 nach Erreichung der vollen Wirkung des Protoplasmagiftes. Diese Zahlen sprechen schon allein dagegen, dass die Mehrausscheidung des Stickstoffs ganz oder zum grossen Theil auf Rechnung eines andern Körpers, wie Harnstoff, zu setzen ist. Zieht man die relativen Zahlen für den Harnstoff in Betracht, so ist allerdings auffallend, dass in diesen beiden Versuchen, wie im I, die Procentzahlen für den Harnstoff (im Vergleich zum Gesamt-N) so bedeutenden Schwankungen unterworfen sind. Eine Erklärung für dieses Verhalten fehlt mir. Ich möchte nur noch bemerken, dass die angegebenen Zahlen auf Grund gut stimmender Doppelanalysen gewonnen sind. Im Mittel beträgt die Procentzahl für den Harnstoff bei fehlender Chloroformwasserwirkung 84,41 bezw. 88,05 gegenüber einer Ausscheidung von 83,15 und 97,15% auf der Höhe der Chloroformwasserwirkung.

Die Zahlen für Ammoniak weisen dieselben niedrigen Werthe wie im I. Versuche auf.

In 5 bezw. 6 Perioden habe ich auch die Schwefelausscheidung, und zwar den sauren und den Gesamtschwefel bestimmt. Wenn sich das beim Fleischfresser oft constatirte Verhalten, dass bei gesteigerter Stickstoffausfuhr der neutrale Schwefel im Verhältniss zum sauren erheblich zunimmt, beim Pflanzenfresser nicht findet, so kann beim Pflanzenfresser von vornherein nicht davon die Rede sein, dass die vermehrte N-Ausscheidung auf der vermehrten Ausscheidung eines N- und S-haltigen Körpers beruhen könnte. Ich habe nun in der That in meinen Versuchen eher eine Zunahme des sauren wie des neutralen Schwefels constatiren können. Doch möchte ich auf die für den Schwefel erhaltenen Zahlen aus folgendem Grunde nicht allzuviel Gewicht legen. Wie ein Blick auf die Tabellen lehrt, sind die Zahlen für den Schwefel im Verhältniss zum Stickstoff ungemein hoch, sie betragen z. B. beim Versuch I vom 2. — 4. III. 27% der Stickstoffausfuhr und vom

5. 7. III. gar 32,71% der Stickstoffausfuhr. Zu erklären sind diese hohen Schwefelwerthe offenbar durch die verhältnissmässig grosse Schwefelaufnahme mit der Nahrung. Ich fand in 300,0 gemischtem Futters 0,55 und 0,51 Schwefel als H_2SO_4 ausgedrückt. Beim Hunde, der durch Fleisch und Fett ins Stickstoffgleichgewicht gebracht ist, steht im Harn der Schwefel zum Stickstoff in einem ganz bestimmten Verhältniss, nämlich in dem Verhältniss, in welchem sich beide Elemente im Eiweissmolekül finden. Auch beim Menschen, der neben Fleisch und Fett Amylaceen geniesst, ist dieses Verhältniss ziemlich gewahrt, da die mit der Nahrung eingeführte Schwefelsäure neben dem aus dem Eiweiss stammenden Schwefel wenig in Betracht kommt. Wir können deshalb auch in diesen Fällen aus dem Verhältniss des sauren zum neutralen Schwefel einen Schluss auf die Oxydationsvorgänge im Organismus machen. Anders ist es dagegen nach der oben mitgetheilten Erfahrung mit dem im Stickstoffgleichgewicht bzw. in gleichmässiger Stickstoffausscheidung befindlichen Pflanzenfresser. Hier hängt selbstverständlich die hohe Schwefelausscheidung nur von der gewählten Nahrung ab. So ergab sich in den Versuchen von E. Salkowski¹⁾ an Kaninchen, welche mit Kartoffeln gefüttert wurden, das Verhältniss $H:N = 1:12,5:13,2; 12,8$ u. s. w. Das aus Kohl, Rüben und Kartoffeln gemischte Futter wählten wir, weil die Kaninchen Kartoffeln allein für längere Zeit schlecht fressen. Dass die gewählte Nahrung einen so hohen Gehalt an schwefelhaltigen, nicht eiweissartigen Körpern aufweist, konnte nicht vorausgesehen werden.

Fasse ich die wesentlichen Punkte der Arbeit nochmals zusammen, so komme ich zu folgenden Schlüssen:

Protoplasmagifte bzw. Chloroformwasser bewirken beim Pflanzenfresser erst in erheblich grösserer Dosis als beim Fleischfresser eine Steigerung der Stickstoffausfuhr. Die Wirkung des Giftes überdauert seine Einführung unter Umständen um mehrere Tage. Bisweilen scheint es vor der Steigerung

¹⁾ Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. I, S. 18ff.

der Stickstoffausfuhr zu einer Herabsetzung derselben zu kommen.

Die vermehrte Stickstoffausfuhr wird durch eine vermehrte Harnstoffausfuhr bewirkt.

Der Schwefelgehalt des Harns hängt beim Kaninchen in so hohem Grade von der Ernährung ab, dass auch bei Thieren, die constante Harnstoffausscheidung zeigen, die äusserste Vorsicht bei Schlussfolgerungen nach dieser Richtung geboten ist.

Herrn Professor E. Salkowski fühle ich mich für die Ueberlassung des Themas und für seinen lebenswürdigen Rath bei Aufstellung der Versuche zu lebhaftem Dank verpflichtet.