

## Zur Theorie der Säurevergiftung.

Von

**Dr. Heinrich Winterberg.**

---

Aus der IV. medicinischen Abtheilung der k. k. Krankenstiftung Rudolphspital in Wien.  
(Prim. Dr. v. Limbeck.)

(Der Redaction zugegangen am 11. April 1898.)

---

Unsere Kenntnisse von der Wirkung der Säuren auf den thierischen und menschlichen Organismus haben ihre Grundlagen in zahlreichen Studien gefunden, von denen die ältesten in Betracht kommenden sich fast ausschliesslich mit der Frage beschäftigen, ob dem Körper einverleibte oder in demselben entstandene Säuren die Fähigkeit haben, ihm Alkalien zu entziehen.

Die Entscheidung blieb lange Zeit mehr oder weniger schwankend, bis Salkowski<sup>1)</sup> im Jahre 1872 wenigstens für den Pflanzenfresser den sicheren Nachweis lieferte, dass sowohl bei äusserer Zufuhr von Schwefelsäure als auch bei Auftreten derselben als Zwischenstoffwechselprodukt dem Körper Alkali entzogen werde.

Er stellte fest, dass sowohl bei Einführung von Taurin in den Magen von Kaninchen, als auch bei direkter Verabreichung von Schwefelsäure die im Harn enthaltenen Basen fast vollständig hinreichen, um die Säuren desselben zu sättigen, ferner dass bei gleichbleibender Fütterung die ausgeschiedene

---

<sup>1)</sup> E. Salkowski, Ueber die Möglichkeit der Alkalientziehung beim lebenden Thier. Virchow's Archiv, Bd. 58, p. 134, 1873.

Berichte der deutschen chem. Gesellschaft, Bd. V, p. 637, 1872.

Menge von Alkalien unter diesen Bedingungen bedeutend zunehmen.

Für den Hund war ungefähr gleichzeitig Gaehtgens<sup>1)</sup> mittelst derselben einwandfreien Methodik — nämlich Bestimmung sämtlicher durch den Harn ausgeschiedener Basen und Säuren — zu einem wesentlich anderen Resultate gekommen, dass nämlich die fixen Basen nach Einführung von Schwefelsäure zur Deckung der Säuren nicht hinreichen. Der Hund erwies sich also im Gegensatze zum Kaninchen gegenüber der Möglichkeit einer Alkalientziehung bis zu einem gewissen Grade immun.

Indem nun Salkowski die eigenen und die von Gaehtgens gefundenen Thatsachen kritisch zusammenfasste, erörterte er als erster den principiellen Unterschied, der nach seinem Ausdrucke in der „chemischen Organisation“ der Pflanzen- und Fleischfresser besteht.

Damit war aber die von Gaehtgens nachgewiesene Immunität des Hundes erst recht zum Räthsel geworden, dessen Lösung Salkowski allerdings sehr nahe war, als er die Vermuthung aussprach, dass in Fällen, wo bei Säurezufuhr die fixen Alkalien nicht vermehrt seien, an die Möglichkeit der Sättigung der Säuren durch vermehrte Ammoniakausscheidung gedacht werden müsse.

Er hat jedoch diesen Gedanken experimentell nicht weiter verfolgt, hauptsächlich wohl deshalb, weil er im Banne der Anschauung stand, dass selbst anorganische Säuren aus ihren Salzen in der Niere abgespalten und so frei im Harn auftreten könnten.

Uebrigens waren die von Gaehtgens gewonnenen Resultate durch eine Arbeit Lassar's<sup>2)</sup> wieder unsicher geworden. Da erhielten dieselben im Jahre 1877 durch die aus

<sup>1)</sup> Gaehtgens, Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1872, Nr. 53.

<sup>2)</sup> Lassar, Zur Alkaleszenz des Blutes, Pflüger's Archiv, Bd. IX, p. 44.

der Schmiedeberg'schen Schule hervorgegangene Arbeit Walter's<sup>1)</sup> eine neue Stütze.

Neben den vielfach nicht genügend gewürdigten Leistungen Salkowski's bilden die von Walter entdeckten Thatsachen wohl noch heute die Basis der modernen Lehre von der Säureintoxication.

Walter's Experimente zeigten, dass Hunde auch gegen solche Säuremengen immun sind, welche, auf das Kilo Thier berechnet, bei Kaninchen sicher den letalen Ausgang bewirken würden. Ihm verdanken wir aber auch den so wichtigen Nachweis, dass diese Immunität von einer vermehrten Ammoniakausscheidung abhängig sei.

Von der Voraussetzung ausgehend, dass das Blut und die Lymphe die grösste Alkalimenge enthalten und demnach als Reservoir und Quelle für die Alkalien aller übrigen Organe anzusehen seien, dass ferner der Gehalt des Blutes an Alkalien proportional sein müsste dem Gehalte desselben an Kohlensäure, da letztere im Blute fast gänzlich an Alkalien gebunden sei, zog Walter den Schluss, dass eine eintretende Alkali-entziehung sich zunächst im Kohlensäurebestande des Blutes geltend machen müsste.

Er bestimmte deshalb bei normalen und bei mit Säure vergifteten Kaninchen und Hunden die aus dem Blute nach Säurezusatz auspumpbare Kohlensäuremenge. Dieselbe zeigte nur bei Kaninchen eine gewaltige Abnahme, bis auf zwei Volumprocente, während diese Verringerung bei Hunden, wenn auch deutlich nachweisbar, so doch weit geringer ausfiel. Da es Walter überdies gelang, vergiftete schon dem Tode nahe Kaninchen durch Injection kohlen-sauren Natriums in die Blutbahn, wenn auch nur für kurze Stunden, am Leben zu erhalten, so folgerte er, dass beim Pflanzenfresser die durch die Kohlensäureverminderung nachgewiesene Alkali-Verarmung des Blutes die Ursache des eintretenden Todes sei.

<sup>1)</sup> F. Walter. Untersuchungen über die Wirkung von Säuren auf den thierischen Organismus. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. VII. p. 118. 1877.

Den naheliegenden Kontrollversuch, ob auch Kaninchen auf Säurezufuhr mit vermehrter Ammoniakausscheidung reagieren, hat jedoch Walter unterlassen, oder darüber wenigstens nicht berichtet.

Dagegen hatte schon früher Salkowski<sup>1)</sup> gelegentlich seiner Fütterungsversuche mit Taurin die Ammoniakausscheidung der Kaninchen berücksichtigt und gefunden, dass der Harn nach Taurinfütterung dieselbe geringe Menge von Ammoniaksalzen enthielt wie vorher.

Dasselbe Ergebniss hatten spätere Experimente, wo durch Hunger, Fleischfütterung und direkte Zufuhr von Säure für die Entleerung saueren Harnes gesorgt wurde.

In dieser Beziehung hatte Salkowski, der von der Anschauung ausgegangen war, dass die Geringfügigkeit der Ammoniakausscheidung im Harn der Pflanzenfresser auf die constante Alkalizufuhr in der Nahrung zu beziehen sei, durch seine eigenen Versuche eine Widerlegung erfahren.

Dagegen war Salkowski im Vereine mit Munk<sup>2)</sup> glücklicher, als er beim Hunde den umgekehrten Versuch anstellte und durch Eingabe essigsaurer Natriums alkalischen Harn erzielte. Das Ammoniak sank unter diesen Verhältnissen bis auf Werthe, die, auf das Körpergewicht reducirt, fast identisch sind mit den bei Pflanzenfressern gefundenen.

Die bisher von den einzelnen Forschern gefundenen Thatsachen wurden von Hallervorden<sup>3)</sup> zusammengefasst und gleichsam dogmatisirt.

1) E. Salkowski, Ueber die Entstehung der Schwefelsäure und das Verhalten des Taurins im thierischen Organismus. Virchow's Archiv Bd. 58, p. 460, 1873.

Weitere Beiträge zur Theorie der Harnstoffbildung. Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. I. p. 375.

2) E. Salkowski u. J. Munk, Ueber die Beziehungen der Reaction des Harnes zu seinem Gehalt an Ammoniaksalzen. Virchow's Archiv, Bd. 71, p. 500, 1877.

3) E. Hallervorden, Ueber das Verhalten des Ammoniaks im Organismus und seine Beziehung zur Harnstoffbildung. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak., Bd. X, p. 125, 1879.

Gegen Salkowski polemisirend führt Hallervorden aus, dass die Carnivoren Säure vertragen, weil sie Ammoniak disponibel haben, und dass die Herbivoren keine Säure vertragen, weil ihnen kein Ammoniak zur Neutralisation zur Verfügung steht. Der Begriff der chemischen Organisation des Kaninchens sei ein rein negativer, der Mangel einer Function, die dem Fleischfresser zukommt. Wenn ein Kaninchen keinen Neutralisationsmechanismus habe, so könne auch nicht die Rede davon sein, dass auf dieses nicht existirende Ding (das Ammoniak) durch alkalische Nahrung ein verringernder Einfluss ausgeübt werde. Dass nebenbei die Nahrung eine solche sei, welche im Organismus des Hundes Ammoniak-Verminderung herbeiführen würde, sei etwas rein Zufälliges.

Beim Hunde bestehe allerdings neben der Abhängigkeit der Ammoniak-Ausscheidung von der chemischen Organisation noch eine solche von der Reactionsschwankung der Nahrung. Es dürfe aber vom Hunde bezüglich der Wirkung von Alkali nicht auf den Herbivoren geschlossen werden, denn bei diesem habe das Ammoniak nicht bloss Harnstoff bildende, sondern auch neutralisirende Function.

Durch eine beigegebene Curventafel legt Hallervorden schliesslich diesen principiellen Unterschied zwischen Fleisch- und Pflanzenfressern gleichsam mit mathematischer Genauigkeit fest.

Durch die Arbeit Hallervordens hatte die Theorie von der Säurevergiftung einen gewissen Abschluss erfahren und ist in dieser Form bis heute allgemein gültig geblieben.

So sagt z. B. Noorden<sup>1)</sup> in seinem Lehrbuch der Pathologie des Stoffwechsels: Beim Pflanzenfresser tritt nach Zufuhr freier anorganischer Säure diese deletäre Wirkung (nämlich Entziehung von Alkali) in der That ein. Denn der Organismus des Pflanzenfressers entbehrt aus Gründen, welche wir nicht kennen, der Fähigkeit, Ammoniak den Säuren zur Neutralisation zur Verfügung zu stellen.

---

<sup>1)</sup> Noorden, Lehrbuch der Pathologie des Stoffwechsels. 1893. p. 48.

Von denselben Anschauungen wie Salkowski ausgehend, dass nämlich die constant alkalische Nahrung der Pflanzenfresser in einem essentiellen Zusammenhange mit ihrer minimalen Ammoniak-Ausscheidung stehe, habe ich es neuerdings unternommen, diese principielle Frage einer Ueberprüfung zu unterwerfen, umso mehr als die einzige diesbezügliche Untersuchungsreihe Salkowski's nicht ganz eindeutig ist und, wie mir scheinen will, auch nicht consequent genug durchgeführt wurde.

Meine experimentellen Untersuchungen beweisen, wie ich vorwegnehmen will, unzweideutig, dass die Pflanzenfresser ebenso wie die Fleischfresser über Ammoniak von Säure neutralisirender Function verfügen, dass also ihre chemische Organisation im Principe wenigstens sich von der des Carnivoren entgegen unserer bisherigen Annahme nicht unterscheidet.

Zu meinen Versuchen verwendete ich gesunde Kaninchen, denen unter den schon von Walter angegebenen Cautelen Salzsäure oder Schwefelsäure subcutan oder durch die Schlundsonde beigebracht wurde.

Die Thiere wurden in Glaskäfigen mit engmaschigem Drahteinsatz gehalten, der eine Verunreinigung des Harnes bei normaler Kothentleerung ausschliessen lässt.

Die allerdings ziemlich gebrechlichen Käfige erwiesen sich wegen der Möglichkeit, sie leicht und sicher zu reinigen, zu diesem Zwecke als ausserordentlich praktisch. Die Reinigung wurde nach Abschluss von je einer 24stündigen Versuchsperiode durch gründliches Ausspülen mit destillirtem Wasser erzielt.

Die Glaskäfige liessen sich mit relativ geringen Kosten dadurch beschaffen, dass von grossen, 30—50 Liter fassenden Ballons der Boden abgesprengt und die Gefässe mit nach unten gekehrtem Halse in einen eisernen Dreifuss eingestellt wurden. Sie boten selbst Thieren von 2—3 Kilo Körpergewicht hinlängliche Bewegungsfreiheit.

Aehnliche Thierbehälter in kleineren Dimensionen sind im chemischen Institute des Prim. Dr. E. Freund im Rudolphspitale schon seit Jahren in Verwendung. Als Futter wurde gewöhnlich Hafer, Salat oder Rüben nebst genügenden Mengen mit

der Schlundsonde eingeflössten destillirten Wassers (2—300 ccm. zur Erzielung einer entsprechenden Harnmenge gegeben.

Wassergaben in diesem Ausmasse sind für das Wohlbefinden der Versuchsthiere, wie Walter behauptet und wovon auch ich mich speciell überzeugte, durchaus gleichgiltig und werden leicht und vollständig durch die Nieren ausgeschieden. Darmaffectionen catarrhalischer Natur werden durch dieselben nicht ausgelöst.

Der durch Chloroformzusatz vor Zersetzung geschützte, gewöhnlich klare und saure Harn wurde in untergestellten Bechergläsern von 24 zu 24 Stunden gesammelt. Die Mündung der Sammelgläser war, um durchfallende Koth- und Futtertheile abzuhalten, mit einer Schichte carbolinirter weisser Gaze verschlossen.

Bei Thieren, welche ihren Urin nicht spontan entleerten, wurde derselbe durch Druck auf die Blasengegend ausgepresst.

Neben Menge, specifischem Gewicht und Reaction des Harnes wurden in demselben bestimmt:

Der Gehalt an Gesamt-Stickstoff nach Kjeldahl, der an Ammoniak nach der äusserst empfindlichen Methode von Wurster-Nencki,<sup>1)</sup> wobei gewöhnlich 100, nie aber weniger als 50 ccm. Harn zur Verarbeitung gelangten, ferner das Verhältniss von Ammoniak-Stickstoff zum Gesamt-Stickstoff, die Summe von Kalium und Natrium als Chlorsalze nach der Huppert'schen<sup>2)</sup> Methode und endlich der Harnstoff-Stickstoff nach Mörner sowie sein Verhältniss zum Gesamt-Stickstoff. Ueberdies wurde täglich das Körpergewicht, die Menge des gereichten Futters, sowie die Verhältnisse der Kothausscheidung

1) Die von Nencki modificirte Wurster'sche Methode besteht in der Hauptsache darin, dass die auf Ammoniak zu untersuchende Flüssigkeit im Vacuum mit Kalkwasser destillirt wird. Eine ausführliche Beschreibung derselben mit Angabe kleiner unwesentlicher Modificationen ist in meiner demnächst in der Zeitschrift für klinische Medicin erscheinenden Publication: «Ueber den Gehalt des menschlichen Blutes an Ammoniak unter physiologischen und pathologischen Verhältnissen» enthalten.

2) Huppert, Neubauer u. Vogel, Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Harns.

verzeichnet. Die Beobachtungszeiten umfassen Perioden von 4—15 Tagen.

Versuch I.

Kaninchen 1200 gr. mit Salat gefüttert.

Versuchstag	Körpergewicht	H a r n								Koth	Futter	Anmerkung
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-Stickstoff in gr.	N (NH <sub>3</sub> )		N (U)		KCl + NaCl in gr.			
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N	Menge in mgr.	in % des Gesamt-N				
I	1137	$\frac{350}{1006}$	alk.	0.76	2.45	0.32	0.65	85	1.5	norm.	300 gr. aq.	
II	1059	$\frac{330}{1002}$	schwach alk.	0.75	1.61	0.21	0.64	84	0.72	—		
III	1010	$\frac{300}{1002}$	sauer	0.63	1.47	0.22	0.57	90	0.29	—		50 cem. $\frac{1}{4}$ Normal-schwefelsäure
IV	990	$\frac{278}{1008}$	sauer	1.07	31.5	2.94	0.94	88.2	0.99	—		totd. aufgefunden

Das zum Versuche verwendete Thier war bis 24 Stunden vor Beginn der Untersuchung mit Salat gefüttert worden. Von da an erhielt dasselbe kein Futter, sondern nur täglich 300 cem. Wasser, die mit der Schlundsonde eingeflösst wurden.

Trotz der Inanition zeigte das muntere, lebhaftere Thier in den 3 ersten Versuchstagen keinerlei Krankheitserscheinungen.

Dabei nimmt das Körpergewicht constant ab, der ursprünglich alkalische Harn wird sauer, die Ausscheidung des Gesamtstickstoffs zeigt ebenso wie die des Ammoniaks eine geringe Verminderung. Ebenso verhält sich der Harnstoff. Rapid sinken dagegen die Alkalien ab von 1.5 bis auf 0.29 gr.

Am 3. Versuchstage erhält das Kaninchen 50 cem.  $\frac{1}{4}$  Normal-Schwefelsäure subcutan in 2 Dosen um 10 Uhr Vormittags und um 5 Uhr Nachmittags in die Rückenhaut injicirt. Weder nach der ersten, noch nach der zweiten Injection waren besondere Erscheinungen zu bemerken. Am folgenden Tage jedoch wurde das Thier im Käfige todt aufgefunden.

Es hat 278 cem. sauren Harn entleert, dessen spezifisches Gewicht bedeutend angestiegen ist. Die ausgeschiedene Menge an Gesamtstickstoff ist um 56% grösser als am Vortage und dementsprechend ist auch der Harnstoff vermehrt.

Eine ganz unverhältnissmässige Zunahme erfährt dagegen der Ammoniak, dessen Ausscheidungsmenge, die in den 3 vorangehenden Tagen im Durchschnitte 1.84 mgr. betrug, plötzlich auf mehr als 31 mgr. anwächst. Auch die Relation desselben zum Gesamtstickstoff erfährt trotz der Steigerung des letzteren eine ganz bedeutende, fast das Zehnfache betragende Erhöhung.

Dem Ammoniak parallel verschiebt sich die im Harn ausgeschiedene Alkalimenge, die dem Hungerzustand entsprechend anfänglich fällt, um plötzlich und zwar ebenfalls relativ bedeutender als der Gesamtstickstoff zuzunehmen.

Der am Tage des Todes entleerte Koth war etwas reichlicher als gewöhnlich, jedoch von fester Consistenz.

Section: Gewicht 990 gr. Magen und Darm von dünnflüssigen Massen erfüllt. Der Inhalt des Magens sauer, der des Darmes alkalisch reagirend. Lungen, Herz, Nieren und Leber normal. Die Blase leer.

### Versuch II.

Kaninchen 1070 gr. mit Rüben gefüttert.

Versuchstag	Körpergewicht	H a r n						Koth	Futter	Anmerkung
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-Stickstoff in gr.	N (NH <sub>3</sub> )		KCl + NaCl			
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N				
I	1070	215 1013	alk.	0.17	0.6	0.36	1.66	0	300 gr. Rübe	
II	1060	210 1011		0.2	1.25	0.62	2.00	0	200 gr. Rübe	
III	1100	204 1010		0.2	1.19	0.59	1.87	norm.	200 gr. Rübe	40 cem. 1% Norm. Schw. + 50 aq. per os
IV	1065	216 1009		0.3	3.18	1.02	2.41	reichl. fest	300 gr. Rübe	
V	1119	166 1016		0.21	1.39	0.64	1.68	norm.		
VI	1100	153 1017		0.23	1.45	0.62	1.71			
VII	1123	155 1012		0.34	2.39	0.69	—		50 gr. Rübe	60 cem. 1% Norm. Schw. subcutan
VIII	1117	110 1015		0.22	3.21	1.49	3.00	reichl. fest	—	Versuch abgebrochen

Das Versuchsthier wurde durch längere Zeit mit gelben Rüben gefüttert, die es gut verträgt. Da das Futter genügend Wasser enthält, wird von weiterer Zufuhr desselben abgesehen. Die Versuchsperiode umfasst 8 Tage, während welcher zweimal Säure verabreicht wird. Das erste Mal werden am 3. Tage 40 cm<sup>3</sup> 1/4 Normal-Schwefelsäure mittelst Schlundsonde, das zweite Mal 60 cm<sup>3</sup> 1/4 Normal-Schwefelsäure am 7. Versuchstage subcutan beigebracht. Nach der ersten Säuregabe begann das Kaninchen schon nach zwei Stunden wieder zu fressen und liess sonst keinerlei Krankheitserscheinungen erkennen. Nach der zweiten subcutan applicirten Säuredosis war die Fresslust bedeutend länger beeinträchtigt. Von den vorgelegten 300 gr. Rübe wurden nur 50 gr. gefressen.

Die angegebenen Futtermengen beziehen sich, wie auch in allen anderen Experimenten, stets auf das bis zum folgenden Tage verzehrte Quantum. Gegeben wurden gleichmässig täglich 300 gr. Die Ueberbleibsel wurden zurückgewogen.

Das Körpergewicht blieb während der ganzen Versuchsdauer annähernd constant, der Harn reagirte auch an den der Säureverabreichung folgenden Tagen immer alkalisch.

Die Ausfuhr von Gesamtstickstoff, der Zusammensetzung des Futters entsprechend sehr gering, erfährt durch die Verabreichung von Säure keine wesentliche Veränderung. Die positive Schwankung derselben am ersten Säuretag wird durch eine ebenso grosse negative am zweiten Säuretag ausgeglichen.

Dagegen ist eine Vermehrung der Ammoniakmenge, wenn auch geringfügig, so doch deutlich und constant nicht nur absolut, sondern auch procentisch nachweisbar.

Ebenso erfahren die im Harn ausgeschiedenen Alkalien an den Säuretagen eine bedeutende Steigerung.

Am 8. Tage wurde der Versuch abgebrochen.

### Versuch III.

Kaninchen 1230 gr. mit Hafer gefüttert.

Versuchstag	Körpergewicht	H a r n					Koth	Futter	Anmerkung
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N in gr.	N (NH <sub>3</sub> )				
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N			
1	1220	176 1006	sauer	0.71	2.92	0.4	norm.	200 gr. aq. 70 gr. Haf.	

Versuchstag	Körpergewicht	H a r n					Koth	Futter	Anmerkung
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N in gr.	N (NH <sub>3</sub> )				
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N			
II	1227	175 1007	sauer	0,7	4,8	0,68		200 gr. aq. 70 gr. Haf.	
III	1230	154 1007	"	0,57	4,9	0,85	"	150 aq. 20 gr. Haf.	50 cem. 1/4 SO <sub>2</sub>
IV	1200	166 1010	"	0,69	13,12	1,9	wenig	200 gr. aq. 30 gr. Haf.	
V	1189	160 1005	"	0,55	5,5	1,2	"	200 gr. aq. 20 gr. Haf.	
VI	1140	196 1004	"	0,67	17,16	2,55	norm.	"	
VII	1117	166 1004	"	0,59	15,8	2,69	"	"	
VIII	1103	162 1007	"	0,71	15,28	2,13	diarrh.	"	
IX	1070	150 1007	"	0,65	16,0	2,38	"	"	abgebrochen

Das mit Hafer gefütterte Thier entleert stets saueren Harn. Das Körpergewicht bleibt bis zum Tage der Säureverabreichung, die mittelst Schlundsonde erfolgte, constant, sinkt aber dann bei gleichzeitiger Abnahme der Fresslust bis zum Tode, wo dasselbe nur noch 940 gr. beträgt.

Der Gesamt-Stickstoff erfährt durch die Säurezufuhr keine deutliche Beeinflussung, hingegen steigt die auffallender Weise auch schon vorher namentlich procentisch relativ hohe Ammoniakmenge bedeutend an. Am folgenden Tage etwas abfallend, ist sie jedoch 24 Stunden später wieder angestiegen und bleibt nun unter fortschreitender Abmagerung und geringer Fresslust bis zum neunten Versuchstage pathologisch vermehrt. Da der Koth zu dieser Zeit dünnflüssige Beschaffenheit annimmt und eine Verunreinigung des Harnes nicht ausgeschlossen werden kann, wurde das Experiment abgebrochen. 2 Tage später ging das Versuchsthier unter andauernden Diarrhoen ein.

Die Section ergab hochgradige Abmagerung, zahlreiche atelektatische Herde in den Lungen, sowie leichte Schwellung und stellenweise Ecchymosirung der Schleimhaut des Magen-Darmkanals.

Versuch IV.  
Kaninchen 2450 gr. mit Hafer gefüttert.

Versuchstag	Körpergewicht	H a r n						Koth	Futter	Anmerkung
		Menge in cem., spec. Gewicht	Reaction	Gesammt-N Menge in gr.	N (NH <sub>3</sub> )		KCl+NaCl			
					Menge in mgr.	in % des Gesammt-N				
I	2420	$\frac{275}{1025}$	sauer	4,03	2,12	0,05	0,99	normal	200 cem. aq. 50 gr. Hafer	
II	2400	$\frac{175}{1014}$	„	1,43	4,11	0,29	0,39	„		
III	2410	$\frac{130}{1008}$	„	0,8	2,13	0,27	0,31	„		
IV	2320	$\frac{250}{1007}$	„	1,37	3,15	0,23	0,62	„	200 cem. aq. 10 gr. Hafer	10 cem. 1/480 subcutan
V	2237	$\frac{280}{1008}$	„	1,83	3,82	0,21	0,95	„	200 cem. aq.	
VI	2175	$\frac{260}{1007}$	„	1,63	2,46	0,15	0,74	„	200 cem. aq.	50 cem. 1/480, subcutan
VII	2080	$\frac{325}{1010}$	„	1,56	8,3	0,53	1,09	„	—	getödtet

Am ersten Versuchstage ist der hohe Werth für den Gesamtstickstoff, sowie für die Alkalien auffallend. Dieser Umstand erklärt sich wohl daraus, dass das unmittelbar zum Versuche verwendete, durch längere Zeit mit Hafer gefütterte Thier den Harn mehrerer Tage retinirt hatte. Auch das hohe specifische Gewicht des Urins an diesem Tage steht damit in Uebereinstimmung. Sonst zeigen die Zahlen für den Gesamtstickstoff normale Werthe und das Verhältniss des Ammoniaks zu demselben ist trotz der sauren Nahrung nicht grösser, als es beispielsweise im Versuche II bei alkalischem Futter gefunden wurde.

Nach der ersten, nur 10 cem. 1/4 Normal-Schwefelsäure betragenden Säuregabe, die am vierten Versuchstage subcutan verabreicht wurde, erscheint der Werth für den Gesamtstickstoff etwas erhöht. Die Ammoniakmenge ist nur absolut etwas vermehrt, dagegen ändert sich ihr Verhältniss zum Gesamtstickstoff nicht.

Nach der zweiten subcutanen Säureinjection von 50 cem. 1/4 Normal-Schwefelsäure ist jedoch die Ammoniakausscheidung sowohl absolut als auch relativ deutlich gesteigert.

Schon im Anschlusse an die erste Säuredosis war das Befinden des Versuchstieres insofern alterirt, als es an diesem Tage nur wenig an den folgenden gar keine Nahrung zu sich nahm. Im Zusammenhange damit erfuhr das Körpergewicht von da an eine constante Abnahme.

Die Summe der im Harn ausgeschiedenen Alkalien zeigte beidemal nach der Säurezufuhr eine bedeutende Vermehrung.

Am 7. Versuchstage wurde das ziemlich hilfällige Kaninchen durch Verbluten aus der Carolis getödtet und im Blute der Gehalt an fixen Alkalien bestimmt. Derselbe betrug 0.55 %.

Die Section ergab weder an den Injectionsstellen noch sonst an den inneren Organen einen pathologischen Befund.

### Versuch V.

Kaninchen 2750 gr. mit Hafer gefüttert.

Versuchstag	Körpergewicht	H a r n						Koth	Futter	Anmerkung
		Menge in cem. Spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N NH <sub>3</sub> Menge in mgr.	N in % des Gesamt-N	KCl + NaCl			
I	2740	150 1007	sauer	0.77	2.94	0.38	0.4	norm.	200 cem. aq. 50 gr. Hafer	
II	2640	190 1014		1.66	3.52	0.21	0.83			200 cem. 1/4 Norm. Hafer
III	2620	162 1010		1.06	5.86	0.55	0.42			
IV	2600	180 1013		1.47	3.34	0.23	0.66	reichl. fest		50 cem. 1/4 Norm. Hafer
V	2600	185 1006		0.84	10.68	1.27	0.47	norm.		
VI	2575	170 1009		0.99	10.17	1.03	0.48			
VII	2550	185 1012		1.5	16.33	1.08	0.6			
VIII	2510	195 1013		1.5	11.81	0.79	0.57			50 cem. 1/4 Norm. NaHCO <sub>3</sub>
IX	2550	125 1013		1.03	7.0	0.68	0.47	reichl.		100 cem. 1/4 Norm. NaHCO <sub>3</sub>

Versuchstag	Körpergewicht	H a r n					Kolb	Futter	Anmerkung	
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N NH <sub>3</sub> Menge in mgr.	N NH <sub>3</sub> in % des Gesamt-N				KCl+NaCl
X	2560	110 1015	sauer	0.92	2.39	0.26	0.66	reichl.	200 cem. aq. 60 gr. Hafer	100 cem. 1/4 Norm. HCl
XI	2590	145 1012		0.69	4.79	0.7	0.89			
XII	2510	215 1009		0.79	25.66	3.25	1.03	norm.		
XIII	2445	225 1012		1.35	40.32	2.99	1.16		200 cem. aq.	
XIV	2375	215 1010		1.14	47.63	4.16	1.05			
XV	2300	20cem.		0.49	41.3	8.55	—			totl auf- gefunden

Während der ganzen Versuchsdauer erhielt das Thier täglich 200 gr. Wasser mit der Schlundsonde und 50 gr. Hafer. Das vorgelegte Futter wurde nur am 14. und 15. Tage zurückgelassen, sonst immer vollständig gefressen.

Der Harn musste während der ganzen Untersuchungsperiode täglich in seiner genannten Menge aus der Blase abgepresst werden, da eine spontane Urinentleerung nicht erfolgte. In diesem Versuche ist also jedwede Zersetzung des Harnes, der nach der Entleerung augenblicklich verarbeitet wurde, absolut ausgeschlossen.

Das Körpergewicht nimmt nach der ersten und zweiten Säuregabe constant ab, um am 9., 10. und 11. Tage im Anschlusse an die Einführung von Soda bicarbonica wieder anzusteigen. Der Gewichtszunahme entspricht an denselben Tagen eine entsprechend geringere Urinmenge, d. h. der Körper retinirt Wasser. Dass bei Einnahme von Alkalien Wasser im Organismus zurückgehalten wird, hat unter Anderen schon Muench<sup>1)</sup> beobachtet. Die näheren Bedingungen dieser Erscheinung sind jedoch noch nicht genügend aufgeklärt.

1) Muench cit. nach Stadelmann. Ueber den Einfluss der Alkalien auf den menschlichen Stoffwechsel. Stuttgart 1890, p. 6.

Nach der ersten Säureverabreichung ist eine deutliche, absolute und relative Steigerung des Ammoniaks vorhanden, die aber am nächsten Tage schon vollständig abgeklungen ist. Dagegen folgt auf die Verabreichung der 2. Dosis von 50 ccm.  $\frac{1}{4}$  Normal-Salzsäure eine Periode von 4 Tagen mit einer ganz bedeutenden Mehrausscheidung von Ammoniak. Das Befinden des Thieres bleibt dabei vollständig normal.

Durch Einführung von Natrium bicarbonicum an 2 aufeinander folgenden Tagen sinkt indessen die Ammoniakmenge rasch wieder auf ihr physiologisches Minimum.

Vom 10. Versuchstage an wurden nunmehr täglich 100 ccm.  $\frac{1}{4}$  Normal-Salzsäure mit der Schlundsonde eingeflösst. Auch diese Dosis wird durch 3 Tage leicht vertragen, ohne dass auch nur die Fresslust beeinträchtigt wäre. Die Ammoniakmenge steigt dabei rasch bis auf 25 mgr. und 3% des Gesamtstickstoffs. Sie nimmt an den folgenden Tagen noch weiter zu bis auf 47 mgr. und 4% des Gesamtstickstoffs, wobei jedoch schon Vergiftungssymptome wahrnehmbar wurden. Das Kaninchen verweigert jede Aufnahme von Nahrung und sitzt fast regungslos im Käfig.

Am 15. Versuchstage wurde das Thier todt, aber noch warm im Käfige aufgefunden. In der Blase waren 20 ccm. klaren sauren Harnes enthalten, die mittelst Pipette aufgesaugt wurden. 10 ccm. desselben wurden nach der Methode von Schlösing auf Ammoniak verarbeitet, wobei 5 ccm.  $\frac{1}{10}$  Normalschwefelsäure vorgelegt und mit  $\frac{1}{40}$  Normal-Natronlauge nach 5 mal 24 Stunden zurücktitrirt wurde. Dabei wird der hohe Werth von 41,3 mgr. Ammoniak auf 100 ccm. Harn berechnet gefunden, der 8,55% des Gesamtstickstoffes entspricht. Zur Bestimmung des letzteren wurden 5 ccm. Harn verwendet.

Die so gefundenen Ammoniak-Zahlen sollen übrigens weiter nicht verwerthet werden, da ich keine Kontrollbestimmungen zwischen der Schlösing'schen und der Methode von Wurster-Nencki ausgeführt habe.

Eine deutliche Vermehrung des Gesamtstickstoffs ist während der ganzen Untersuchungszeit nicht mit Sicherheit zu erkennen.

Die Alkalien sind erst vom 11. Tage an erheblich gesteigert.

Der Koth war nur am 4., 8. und 10. Tage reichlicher als normal, aber immer von gewöhnlicher fester und geformter Beschaffenheit.

Die Section ergab keinerlei pathologischen Befund.

Aus dem Herzen wurden 13,53 gr. theils flüssigen, theils geronnenen Blutes entnommen und der Gehalt desselben an Alkalien ( $\text{KCl} + \text{NaCl}$ ) bestimmt. Derselbe betrug 0,568%.

Versuch VI.

Kaninchen 2540 gr. mit Hafer gefüttert.

Versuchstag	Körpergewicht	H a r n						Koth	Futter	Anmerkung
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N (NH <sub>3</sub> )		KCl + NaCl			
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N				
I	2540	$\frac{185}{1006}$	sauer	1.1	2.64	0.24	0.51	norm.	200 cem. aq. 50 gr. Hafer	
II	2520	$\frac{190}{1006}$	»	0.98	2.65	0.27	0.47	»	»	
III	2535	$\frac{205}{1005}$	»	1.21	2.3	0.19	0.49	»	200 cem. aq. 40 gr. Hafer	100 cem. $\frac{1}{4}$ Norm.-HCl
IV	2500	$\frac{220}{1009}$	»	1.03	36.26	3.52	1.32	reichl. fest	200 cem. aq. 50 gr. Hafer	
V	2480	$\frac{210}{1008}$		0.97	28.91	2.98	0.84	norm.	200 cem. aq. 50 gr. Hafer	100 cem. $\frac{1}{4}$ Norm.-NaH <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
VI	2490	$\frac{170}{1006}$		0.89	5.96	0.67	0.59			100 cem. $\frac{1}{4}$ Norm.-NaH <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
VII	2530	$\frac{150}{1003}$	»	1.16	3.71	0.32	0.43			
VIII	2510	$\frac{180}{1006}$	»	1.07	2.57	0.24	0.39			totd

Das Versuchsthier erhielt täglich 200 cem. Wasser mit der Schlundsonde und 50 gr. Hafer. Mit Ausnahme des 4. Versuchstages, wo 40 gr. Hafer zurückgewogen wurden, ist das Futter immer vollständig gefressen worden.

An diesem Tage war der gesammte Harn spontan entleert worden, an allen übrigen Tagen musste er in seiner ganzen Menge durch Druck auf die Bläsengegend gewonnen werden.

Das Körpergewicht verhält sich wie im vorausgehenden Versuche, bezuglich die entleerte Harnmenge.

Der Gesamtstickstoff wird weder durch die Säure noch durch die Alkalizufuhr klar beeinflusst.

Dagegen erfährt entsprechend der Säureverabreichung die Ammoniakausscheidung eine sehr wesentliche Zunahme, die noch am

folgenden Tage anhält, dann aber unter dem Einflusse des ebenso wie die Säure mittelst Schlundsonde gegebenen kohlensauren Natrons abnimmt.

Die Alkalien werden in sehr vermehrter Menge nach der Säureeingabe ausgeschieden, während nach der Zufuhr von Alkali ungefähr normale Werthe gefunden werden.

Der Tod des Thieres erfolgte am 8. Versuchstage durch einen unglücklichen Zufall, indem die Schlundsonde in die Trachea gelangte und das in die Lungen injicirte Wasser den sofortigen Exitus bewirkte.

Fasst man die Ergebnisse der vorliegenden Versuchsreihen zusammen, so ergibt sich als constante Folge der Säurezufuhr eine Vermehrung der Ammoniakausscheidung, deren Grösse von der eingeführten Säuremenge und der Art der Fütterung abhängig ist.

So bewirken im Versuche II bei alkalischem Futter trotz geringeren Körpergewichtes 60 ccm.  $\frac{1}{4}$  Normal-Schwefelsäure eine bei weitem geringere Vermehrung des Ammoniaks, als nur 50 ccm.  $\frac{1}{4}$  Normal-Schwefelsäure im Versuch III bei saurerer Nahrung und etwas höherem Körpergewichte erzeugen.

Auch die übrigen Versuche unterliegen derselben vergleichenden Betrachtungsweise, wenn sich auch individuelle Verschiedenheiten bis zu einem gewissen Grade bemerkbar machen.

Bei sehr kleinen Säuredosen, wie z. B. im Versuche IV (4. Tag), bleibt eine sichere relative Steigerung des Ammoniaks aus, oder sie erscheint nur als absolute geringe Erhöhung.

Grössere Säuremengen können nicht nur am folgenden, sondern durch eine ganze Reihe von Tagen hindurch von einer Mehrausscheidung des Ammoniaks begleitet sein (Versuch V und VI).

Im Versuch III ist dieses Verhalten nicht eindeutig und könnte auch von der folgenden Erkrankung des Darmes abhängig gedacht werden. Ob es sich dabei um eine secundäre Säuerung des Organismus handelt, wie dies Keller<sup>1)</sup> wenigstens für einen Theil seiner magen-darmkranken Säuglinge annimmt, lasse ich dahingestellt.

1) A. Keller, Zur Kenntniss der Gastroenteritis im Säuglingsalter. Jahrbuch für Kinderheilkunde. 1897. Bd. 44. p. 25.

Mit Rüben gefütterte Kaninchen, welche dieses Futter nicht vertrugen, zeigten trotz der alkalischen Nahrung sehr hohe Ammoniakwerthe des Harns (20—30 mgr., 4—5% des Gesamtstickstoffs).

Da jedoch die begleitenden starken Diarrhöen eine Verunreinigung des Harnes nicht sicher ausschliessen liessen, muss ich diesbezüglich von bindenden Schlüssen absehen. Immerhin bleibt zu beachten, dass, wenn auch die Säuremenge nicht hinreicht, um die alkalische Reaction des Harnes in die saure überzuführen, dennoch die Vermehrung des Ammoniaks beträchtlich sein kann (Versuch II). Sie ist allerdings nicht so hoch als unter sonst gleichen Bedingungen bei saurer Nahrung oder im Hunger (Versuch I).

Dass aber im Allgemeinen die erhöhte Ammoniakausfuhr als reine Säurewirkung aufzufassen ist, beweist schlagend der Umstand, dass sie durch Darreichung von doppeltkohlensaurem Natrium in kurzer Zeit sowohl procentisch als auch absolut auf ihr physiologisches Minimum herabgedrückt wird (Versuch V und VI).

Dagegen ist dieselbe nicht unmittelbar von einem pathologischen Zerfall stickstoffhaltiger Gewebe abhängig, da die ausgeschiedene Stickstoffmenge, selbst bei starker Vermehrung des Ammoniaks, normal sein kann.

Nur im Versuche I bei einem hungernden Thier ist eine Erhöhung der im Harn erscheinenden Menge von Gesamtstickstoff von 0,71 gr. als Durchschnitt der 3 vorangehenden Tage gegen 1,07 gr. am Tage nach der Säureverabreichung deutlich wahrzunehmen. Sonst sind die positiven Schwankungen an den Normaltagen fast immer so gross als die positiven Schwankungen an den Säuretagen, ja es entsprechen den letzteren auch solche in negativer Richtung.

Als pathognomonisch für Säureintoxication kann daher ein reichlicher Zerfall stickstoffhaltigen Gewebes wenigstens für das Kaninchen nicht gelten.

So sehr nun Hallervorden im Unrecht war, wenn er behauptete, die Function des Ammoniaks als Säure-Neutralisator fehle dem Pflanzenfresser vollständig, so besteht doch die von

ihm bestätigte Beobachtung Salkowski's zu Recht, dass die Grösse der Ammoniakausscheidung bei den Herbivoren unabhängig sei von der Reactionsschwankung der Nahrung. Bei den Carnivoren dagegen sei jede Schwankung in der physiologischen Reaction der Zufuhrstoffe, wie nach der Seite der Alkalescenzenz, so auch nach der Seite der Acidität von einer entsprechenden Schwankung des Ammoniaks begleitet.

Schon in den vorangehenden Experimenten ist die Thatsache auffällig, dass unter sonst normalen Bedingungen das Verhältniss von Ammoniak zum Gesamtstickstoff, auf das es in dieser Frage allein ankommt, im sauren Harn nicht grösser ist als im alkalischen.

Dass auch bei demselben Versuchsthier der Uebergang von alkalischer zu saurerer Fütterung keine wesentliche Veränderung desselben zur Folge hat, lehrt das nachstehende, zu diesem Zwecke angestellte Experiment.

Die Ammoniakausscheidung bewegt sich auch hier innerhalb der Grenzen von 0,2—0,6 % des Gesamtstickstoffs, da die absolute Vermehrung derselben bei Haferfütterung einer entsprechenden Mehrausfuhr von Stickstoff parallel läuft.

Versuch VII.  
Kaninchen 2100 gr.

Versuchstag	Körpergewicht	Harn					Koth	Futter
		Menge in com. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N (NH <sub>3</sub> )			
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N		
I	2100	135	alkal.	0,96	4,3	0,45	norm.	350 gr. Rübe.
		1019						
II	2080	300		0,46	1,6	0,35	0	
		1006						
III	2050	255		0,39	1,6	0,41	norm. reichl.	
		1006						
IV	2095	355		0,59	1,36	0,23	0	
		1005						

Versuchstag	Körpergewicht	Harn					Koth	Futter
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N (NH <sub>3</sub> )			
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N		
V	2110	$\frac{300}{1005}$	alkal.	0.61	2.07	0.34	0	350 gr. Rübe
VI	2075	$\frac{270}{1006}$		0.72	3.74	0.52	norm. reichl.	70 gr. Hafer. 300 cem aq.
VII	2040	$\frac{285}{1006}$	sauer	0.81	2.67	0.33		
VIII	2055	$\frac{260}{1007}$		0.85	2.38	0.28	norm.	
IX	2080	$\frac{255}{1007}$		0.79	2.05	0.26		
X	2070	$\frac{270}{1006}$		0.87	2.61	0.3		getödtet.

Nach Abschluss des Versuches wurde das Kaninchen durch Verbluten aus der Carotis getödtet und im Blute die Summe der Alkalien sowie der Gehalt an Chloriden bestimmt. Die erstere betrug 0,73 %, der letztere 0,485 %.

Diesem Experimente wurden solche angeschlossen, welche eine etwa vorhandene Beeinflussung der Ammoniakausscheidung bei vorwiegender Fleischnahrung erkennen lassen sollten.

Zu diesem Zwecke wählte ich den Hungerzustand, in welchem die Thiere den Fett- und Eiweissbestand ihres Körpers angreifen und demnach als Fleischfresser zu betrachten sind.

Die Versuchsthiere — 3 an Zahl — erhielten nur zur Erzielung einer genügenden Harnmenge täglich eine entsprechende Dosis destillirten Wassers mit der Schlundsonde eingeflösst.

Versuch VIII.  
Kaninchen 1193 gr.

Versuchstag	Körpergewicht	Harn							KCl + NaCl	Futter
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N (NH <sub>3</sub> )		N + U			
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N	Menge in gr.	in % des Gesamt-N		
I	1193	$\frac{165}{1005}$	schwach alkalisch							200 cem. ad. Hafer
II	1228	$\frac{155}{1005}$	sauer	0.55	2.39	0.43	0.46	82.4	0.3	300 cem. ad.
III	1165	$\frac{285}{1004}$		0.73	2.29	0.31	0.6	82.2	0.35	
IV	1097	$\frac{314}{1004}$		1.13	12.31	1.0	0.99	87.4	0.94	
V	988	$\frac{355}{1005}$		1.45	35.88	2.4	1.34	92.3	0.64	200 cem. ad.
VI	940	$\frac{175}{1006}$		0.39	10.74	2.73	0.33	83.8	0.35	Tod.

Bis zur Verwendung zum Versuche hatte das Kaninchen gemischtes Futter erhalten, am ersten Versuchstage bekam es noch Hafer, von da an nur täglich 300 cem. Wasser in 3 Dosen.

Mit Ausnahme des zweiten Tages zeigt das Körpergewicht eine constante, dem Hungerzustande entsprechende Abnahme.

Der Harn ist schon am ersten Hungertage (zweiter Versuchstag) sauer. Seine Menge wächst mit fortschreitender Inanition, ebenso die Schnelligkeit, mit welcher er ausgeschieden wird. Am 5. und 6. Tage konnte man nach jeder der 3 Wasserinjectionen in den Magen von je 100 cem. eine annähernd ebenso grosse Menge nach längstens 1½ Stunden durch den Harn wiedererscheinen sehen.

Die Ausscheidung des Gesamtstickstoffs erfährt vom 4. Tage an eine auffallende Steigerung.

Mit derselben correspondirt eine sowohl absolut als auch procentisch noch mehr ins Gewicht fallende Vermehrung des Ammoniaks.

Die Harnstoffmenge schwankt zwischen 82 und 92% des Gesamtstickstoffs, wobei an den Tagen der vermehrten Ammoniakausscheidung dieses procentische Verhältniss seine höchsten Werthe erreicht.

Mit dem Einsetzen der vermehrten Ausfuhr von Stickstoff und Ammoniak am 4. Versuchstage steigt auch die Alkalimenge plötzlich bedeutend an, ist aber am folgenden Tage schon wieder etwas abgefallen.

Die für den 6. Tag berechneten Zahlen beziehen sich auf nur 100 ccm. Harn und sind deshalb nur in ihrem gegenseitigen Verhältniss zu verwerthen. Für diesen Tag ist nur ein Bruchtheil des Harnes gewonnen worden, da der Tod des Kaninchens schon am 5. Versuchstage um 1 Uhr Nachmittags eintrat. Eine Stunde vor Eintritt desselben — bis dahin war das Befinden anscheinend nicht wesentlich gestört — bemerkte man Zustände von Schwäche, der Kopf sank herab, das Thier verlor die Fähigkeit, sich aufrecht zu erhalten, und fiel zur Seite. Um 3/4 4 Uhr traten klonisch-tonische Krämpfe auf, die sich in kurzen Pausen wiederholten. Die Athembewegungen wurden oberflächlich und aussetzend, während die Herzaction noch im Gange war.

In diesem Stadium wurde das Kaninchen aufgebunden und aus dem Herzen 29.72 gr. Blut erhalten. Der Gehalt desselben an Alkalien betrug 0.54 gr.

Die Section ergab ausser starker Abmagerung keinen pathologischen Befund. Magen und Darm enthalten reichlich wässerige, grünliche, kothige Massen.

### Versuch IX. Kaninchen 1730 gr.

Versuchstag	Körpergewicht	Harn								Koth	Futter
		Menge in ccm. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N (NH <sub>3</sub> )		N (C <sup>+</sup> )		K Cl + Na Cl		
					in % des Gesamt-N	Menge in mg.	Menge in gr.	in % des Gesamt-N			
I	1730	$\frac{230}{1008}$	sauer	0.89	0.3	2.74	0.81	91	0.64	reichl. brezig	350 gr. aq.
II	1692	$\frac{350}{1006}$		1.24	0.5	6.15	1.1	89	0.56	norm. fest	
III	1569	$\frac{420}{1003}$		1.24	0.45	5.44	1.03	85	0.34		
IV	1515	$\frac{360}{1003}$		0.87	0.29	2.52	0.79	91	0.25	norm.	
V	1389	$\frac{420}{1007}$		2.26	0.31	7.06	2.06	91	0.93		

Versuchstag	Körpergewicht	Harn								Koth	Futter
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N (NH <sub>3</sub> )		N (U)		KCl + NaCl		
					in % des Gesamt-N	Menge in mgr.	Menge in gr.	in % des Gesamt-N			
VI	1300	390 1007	sauer	2.03	1.12	22.8	1.73	85	0.74	norm.	350 gr. ad.
VII	1179	370 1008		2.7	0.76	20.46	2.54	93	0.88		
VIII	1122	375 1008		2.24	0.96	21.53	2.11	94	0.56		300 gr. ad.
IX	1115	225 1007		0.82	2.1	17.31	0.73	89	1.18		Tod.

Das Versuchsthier war durch längere Zeit mit Hafer gefüttert worden. Einen Tag vor Beginn des Experiments wurde mit der Fütterung aufgehört und von da an nur täglich 350 cem. destillirten Wassers in 3 Dosen mittelst Schlundsonde gegeben.

Das Körpergewicht zeigt mit der zunehmenden Inanition eine constante Abnahme, der entleerte Harn ist sauer, seine Menge schwankt ziemlich ungleichmässig zwischen 230 und 420 cem.

Die Stickstoffausscheidung ist in den ersten 4 Tagen ungefähr normal, erfährt aber dann eine sehr beträchtliche, fast das Doppelte betragende Steigerung, die bis zum Tode anhält. Gleichzeitig mit derselben erreicht auch der Ammoniakgehalt des Harnes pathologische Werthe. Am 5. Versuchstage ist die Vermehrung desselben nur eine absolute, an den folgenden aber auch eine bedeutende relative.

Die Summe der durch den Harn austretenden Alkalien erfährt in den ersten 4 Tagen einen gleichmässigen Abfall von 0,64 bis auf 0,25 gr. und erhebt sich am 5. Tage gleichzeitig mit der eintretenden Vermehrung von Stickstoff und Ammoniak plötzlich auf 0,93 gr. Dieser Werth vermindert sich an den 3 folgenden Tagen bis auf 0,56 gr. und erreicht am Tage des Todes mit 1,18 gr. einen zweiten Höhepunkt.

Der Harnstoff verläuft in seiner Ausscheidung dem Gesamtstickstoff ziemlich parallel und schwankt zwischen 0,8 bis 2,5 gr. Seine Relation zum Gesamtstickstoff beträgt 85 bis 94% und erreicht an den beiden vorletzten Tagen die höchsten Werthe mit 93 und 94%.

Der Koth war mit Ausnahme des ersten Tages, wo er reichlich und breig abgesetzt wurde, immer fest und geformt.

Bis zum 7. Tage zeigte das Kaninchen normales Verhalten, am

8. Tage machten sich Krankheitserscheinungen insofern bemerkbar, als das bis dahin muntere und lebhaftere Thier still und unbeweglich im Käfige sass.

Am 8. Tage wurde dasselbe um 5 Uhr Nachmittags todt aufgefunden.

Die Erscheinungen bei Eintritt des Todes wurden nicht beobachtet. Der Urin des letzten Tages entspricht nicht einer ganzen 24 stündigen Periode, die gefundenen Zahlen haben demnach einen nur untereinander vergleichbaren Werth, bis auf die Alkaliausfuhr, die auch in der Theilportion des Harnes den absolut höchsten Werth erreicht.

Die Section zeigte auch in diesem Falle ausser hochgradiger Abmagerung nichts Pathologisches. Magen und Darm waren fast vollständig leer.

**Versuch X.**  
**Kaninchen 2400 gr.**

Versuchstag	Körpergewicht	Harn								Koth	Futter
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N (NH <sub>3</sub> )		N (U)		KCl + NaCl in gr.		
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N	Menge in gr.	in % des Gesamt-N			
I	2400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200 cem. aq.
II	2200	$\frac{290}{1010}$	alkal.	1.07	6.7	0.62	0.86	81	1.06	—	300 cem. aq.
III	2112	$\frac{260}{1008}$	sauer	1.18	4.82	0.41	1.04	88	0.62	—	
IV	2060	$\frac{280}{1005}$	»	1.27	3.72	0.29	1.08	85	0.49	norm.	
V	2025	$\frac{255}{1006}$	»	1.2	3.84	0.32	0.97	81	0.33	»	
VI	1964	$\frac{305}{1006}$	»	1.26	4.8	0.38	1.14	91	0.47	»	
VII	1893	$\frac{320}{1005}$	»	1.24	4.03	0.32	1.1	88	0.47	—	
VIII	1855	$\frac{276}{1004}$	»	0.99	3.67	0.37	0.84	85	0.19	—	
IX	1800	$\frac{300}{1006}$	»	1.06	3.26	0.31	0.95	89	0.27	—	

Versuchstag	Körpergewicht	Harn								Koth	Futter
		Menge in cem. spec. Gewicht	Reaction	Gesamt-N Menge in gr.	N (NH <sub>3</sub> )		N (C <sup>+</sup> )		K Cl + Na Cl in gr.		
					Menge in mgr.	in % des Gesamt-N	Menge in gr.	in % des Gesamt-N			
X	1760	290 1004	sauer	1.08	5.68	0.53	0.92	86	0.29	wenig	300 cem. ag.
XI	1737	270 1005		1.05	3.87	0.37	0.92	87	0.25	>	
XII	1700	275 1005		1.06	3.47	0.33	0.91	86	0.4	>	
XIII	1670	210 1006		1.02	3.49	0.34	0.8	78	0.39	—	
XIV	1645	200 1008		1.25	14.18	1.31	0.99	79	0.3	rechl. norm.	Tod.

Bis einen Tag vor Beginn des Versuches hatte das Kaninchen gemischtes Futter erhalten. Von da an täglich in 2 Dosen je 150 cem destillirten Wassers mittelst Schlundsonde.

Das Körpergewicht zeigt vom Beginne des Experiments bis zum eingetretenen Tode eine ziemlich gleichmässige Abnahme. Die Harnmenge schwankt zwischen 255 und 360 cem. Die Reaction des Harnes ist vom 3. Tage an immer sauer.

Der Gehalt des Harnes an Gesamtstickstoff lässt trotz des Hungerzustandes eine auffallende Gleichmässigkeit erkennen. Nur am letzten Tage ist vielleicht eine unerhebliche Steigerung vorhanden, doch finden wir noch etwas höhere Werthe auch am 4. und 6. Tage. Ebenso wie der Stickstoffgehalt bleibt auch der an Ammoniak bis zum 14. Tage, wo eine deutliche Steigerung desselben eintritt, innerhalb der physiologischen Grenzen mit sehr geringen Schwankungen. Die Harnstoffausfuhr bewegt sich ziemlich ungleichmässig zwischen 91 und 78 % des Gesamtstickstoffs.

Die Alkalien gehen in ihrer Menge in den ersten Tagen rasch zurück, in den letzten Tagen bleiben sie constant auf einem etwas höheren Niveau. Koth wurde nur am 4. und in reichlicherer Menge am 14. Versuchstage entleert.

Unter zunehmenden Erscheinungen von Schwäche und Hinfälligkeit ging das Versuchsthier in der Nacht vom 14. zum 15. Tage zu Grunde.

Bei der Section fiel neben allgemeiner Atrophie der inneren Organe besonders eine solche der Leber auf. Der Magen war nur wenig mit

grünlichen, schleimigen Massen gefüllt. Blase und Darm wurden leer gefunden.

Das Resultat der vorliegenden 3 Hungerversuche ist durchaus nicht einheitlich. Die beiden ersten Versuchsthiere unterscheiden sich von dem letzten wesentlich dadurch, dass es bei denselben ziemlich rasch zu einer bedeutenden und anhaltenden procentischen und absoluten Vermehrung des Ammoniaks kommt, der eine gleichzeitig einsetzende Steigerung der Stickstoff- und Alkaliausscheidung parallel läuft. Die letztere ist im Versuche X höchstens andeutungsweise vorhanden, während die sicher zu constatirende Ammoniakvermehrung in kurzer Zeit vom letalen Ausgang gefolgt ist.

Daraus geht hervor, dass der Hungerzustand als solcher und für sich allein beim Kaninchen entweder keine oder eine erst kurz vor dem Tode auftretende Ammoniaksteigerung bedingt.

In den zwei ersten Hungerversuchen (VIII und IX) muss durch ein anderes Moment die Ursache gegeben sein, warum sich die betreffenden Thiere von einem gegebenen Zeitpunkte an ähnlich wie solche verhalten, die direkt mit Säure vergiftet wurden.

Der einzige Unterschied zwischen mit Säure vergifteten Kaninchen und denselben besteht in der bei den letzteren die Ammoniaksteigerung begleitenden Vermehrung der Stickstoffausscheidung.

Ich glaube deshalb, dass es sich auch hier im Wesen um eine Säuerung des Organismus handelt, welche bedingt ist durch einen pathologischen Zerfall stickstoffhaltiger Gewebe. Derselbe wird herbeigeführt oder wenigstens beschleunigt durch eine Auswässerung des Körpers mit destillirtem Wasser.

Denn das letztere wird von den Nieren nicht als solches, sondern stets in Begleitung einer gewissen Menge darin gelöster anorganischer und auch organischer Verbindungen ausgeschieden.

Diese vermag nun das hungernde Thier nicht wie das gut gefütterte aus der Nahrung beizustellen. Es ist gezwungen, sie dem lebenden Gewebe zu entnehmen.

Nun lehrt aber eine bekannte Thatsache, dass lebendes

Eiweiss ohne einen gewissen Aschengehalt nicht bestehen kann. Es muss demnach einschmelzen, wenn die zu seinem Bestand unentbehrlichen krystalloiden Stoffe durch grosse Wassergaben ohne Möglichkeit eines Ersatzes aus dem Körper ausgeschwemmt werden.

Die dabei auftretenden sauren intermediären Produkte werden nun ihrerseits zum Theil wenigstens durch Ammoniak gesättigt, da ihnen keine genügende Menge von Alkali zur Verfügung steht.

Ist diese Auffassung stichhaltig, so muss die auf das Kilo Thier in der Versuchseinheit (24 Stunden) entfallende Wassermenge in einem direkten Verhältnisse stehen zu der Zeit, innerhalb welcher Stickstoffzerfall, Vermehrung der Ammoniak und Alkaliausscheidung sowie schliesslich der Tod eintreten.

Versuch	Wassermenge pro Kilo Thier in 24 Stunden	Eintritt pathologischer Erscheinungen im Stoffwechsel	Eintritt des Todes
VIII	259	3. Tag	4. Tag
IX	202	5.	8.
X	125	14.	15.

Dass eine solche Beziehung wirklich zu bestehen scheint, geht aus der voranstehenden kleinen Zusammenstellung hervor. Zur Fällung eines sicheren und abschliessenden Urtheils in dieser Frage wäre allerdings eine specielle ausführlichere Versuchsführung erwünscht.

Bezüglich der Ammoniakausscheidung im Hungerzustand liegen auch für den Menschen einander widersprechende Beobachtungen vor. Es wäre zu untersuchen, ob in den Fällen, wo eine pathologische Steigerung des Ammoniaks im Hunger gefunden wurde, nicht auch ähnliche Bedingungen vorhanden waren, die, von der Inanition abgesehen, als solche eine Säuerung

des Organismus bedingen könnten. (Vergleiche Noorden l. c. p. 168 und Huppert l. c. p. 42.)

Wenn nun, von den zuletzt besprochenen Verhältnissen abgesehen, weder durch Fleischnahrung, wie im Hunger, noch durch anderweitige saure Nahrung (Hafer) eine Vermehrung des Ammoniaks im Harn der Pflanzenfresser herbeigeführt wird, wie ist dann der offenbare Widerspruch zu erklären, der sich zwischen diesem Befunde und den früher auseinandergesetzten Erscheinungen bei Darreichung von Säure aufdrängt?

Der Schlüssel zum Verständnisse dieses scheinbar unüberbrückbaren Gegensatzes liegt, wie ich glaube, in einer schon von Salkowski und Munk<sup>1)</sup> gemachten Beobachtung.

Gibt man nämlich Hunden so lange pflanzensaures Alkali, bis der Harn alkalisch wird, so sinkt der Ammoniakgehalt constant bis zu Werthen, die, auf das Körpergewicht reducirt fast identisch sind mit den bei den Pflanzenfressern physiologisch gefundenen.

Eine weitere Herabdrückung des Ammoniaks ist jedoch, wenn noch so viel Alkali zugeführt wird, nicht mehr möglich.

Da nun ist auch bei den Fleischfressern ein Grenzzustand gegeben, unterhalb dessen in einer gewissen Breite eine Schwankung der physiologischen Reaction der Zufuhrstoffe weder nach der Seite der Alkalescenz noch nach der Seite der Acidität von einer entsprechenden Schwankung des Ammoniaks begleitet ist.

Denn es ist wohl einleuchtend, dass, wenn die Zufuhr von Alkali einmal grösser geworden ist, als zur Erreichung dieses Grenzzustandes eben nothwendig gewesen wäre, nunmehr eine geringe Verminderung derselben als relative Säuerung betrachtet werden kann.

Mit Recht glaube ich behaupten zu dürfen, dass dieser

---

<sup>1)</sup> E. Salkowski und J. Munk. Ueber die Beziehungen der Reaction des Harnes zu seinem Gehalte an Ammoniak-Salzen. Virchow's Archiv Bd. 71, p. 500. 1877.

bei den Carnivoren nur künstlich zu erzeugende Zustand derselbe ist, in welchem sich die Herbivoren physiologisch befinden.

Der Organismus derselben ist ihrer Nahrung entsprechend mit Alkali übersättigt und erst, wenn die Anforderungen an basische Bestandtheile so gross werden, dass dieser Ueberschuss nicht mehr ausreicht, erst dann tritt das Ammoniak als neutralisirender Factor in Function.

Mit dieser Auffassung erscheinen wohl die vorliegenden einander scheinbar entgegenstehenden Beobachtungen mit allen bekannten Thatsachen in widerspruchloser Weise verknüpft.

In dem aber unter allen Umständen verbleibenden und durch Alkali nicht mehr verdrängbaren Ammoniakrest sehe ich nur den Ausdruck für die Thatsache, dass die Umsetzung der Ammonsalze in Harnstoff nicht quantitativ erfolgt.

Der Organismus verwendet diesen Arbeitsrückstand in zweckmässiger Weise zur Neutralisation intermediärer saurer Produkte. Wenn somit der Beweis geführt worden ist, dass die chemische Organisation der Herbivoren von der der Carnivoren im Principe wenigstens sich nicht unterscheidet, so wird man doch mit Recht einwenden, wie es kommt, dass thatsächlich die Pflanzenfresser einer Säurevergiftung viel eher erliegen, als die Fleischfresser? Es besteht also trotzdem eine wesentliche Differenz zwischen diesen beiden Säugethiergruppen? Gewiss, ich zögere nicht, dies zuzugeben, und betone nur, dass diese Differenz nicht, wie man bisher geglaubt hat, qualitativer, sondern nur quantitativer Natur ist.

Und auch das rückt unserem Verständnisse näher, wenn wir diese Verhältnisse im Lichte darwinischer Auffassung betrachten.

Wie sollte eine Function, die bei den Fleischfressern ununterbrochen durch lange Jahrtausende geübt wird, nicht ausgebildeter und leistungsfähiger sein, als bei den Pflanzenfressern, wo sie ebenso lange brach liegt und nur unter ganz abnormen Verhältnissen in Verwendung tritt!

Eine zweite Versuchsreihe beschäftigte sich mit der Frage, ob wirklich, wie Walter meint, bei letaler Säurevergiftung

die Verarmung des Blutes an Alkalien als die Ursache des eintretenden Todes anzusehen sei.

Die Versuche Walter's stützten sich, wie schon einmal erwähnt wurde, neben der Voraussetzung, dass das Blut als Reservoir und Quelle für die Alkalien aller übrigen Organe anzusehen sei, auf die supponirte Proportionalität zwischen Kohlensäure und Alkaligehalt desselben.

Die Auffassung Walter's wurde in ihrer Einseitigkeit schon von Bunge erkannt und kritisirt.

Bunge<sup>1)</sup> sagt, dass eine Alkalientziehung durch die Versuche Walter's nicht nachgewiesen sei, indem die durch Säure gesättigten Alkalien im Blute als neutrale Salze zurückbleiben könnten.

Salkowski stand übrigens von allem Anfange an auf diesem Standpunkte, indem er ausführt: Ich bin der Ansicht, dass die Säuren, indem sie resorbirt werden, sich mit dem Alkali des Blutes zu Salzen verbinden und nur in dem Maasse resorbirt werden, als sie sich verbinden.

In ähnlicher Weise führen Stadelmann<sup>2)</sup> und Minkowski<sup>3)</sup> das coma diabeticum zurück auf eine Sättigung der Alkalien des Blutes durch unvollständige Verbrennungs-Produkte sauren Charakters, wie die Oxybuttersäure.

Ich habe deshalb einerseits im Blute normaler, andererseits in dem mit Salzsäure vergifteter Kaninchen kurze Zeit vor oder nach eben eingetretenem Tode sowohl die Alkalien (Kalium und Natrium) als auch die Chloride bestimmt, die ersteren als Chlorsalze nach der von Huppert für den Harn angegebenen, die letzteren nach der Mohr'schen Titrationsmethode.

Die gewonnenen Resultate sind in den zwei folgenden Tabellen zusammengestellt.

---

1. G. Bunge. Lehrbuch der physiol. u. pathol. Chemie. Leipzig 1889. p. 386. Anmerkung.

2. F. Stadelmann. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak., Bd. 17. p. 443. 1883.

3. O. Minkowski. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak., Bd. 18. 1884.

A. Normale Thiere.

Versuchszahl	Körpergewicht	KCl + NaCl in 100 gr. Blut	Chloride in 100 gr. Blut	Anmerkung
I	1165	0,71 gr.	0,47 gr.	
II	1125	0,87 >	0,49 >	Mit Rüben gefüttert.
III	2100	0,73 >	0,485 >	Vergleiche Versuch VII.
IV	1130	0,75 >	0,48 >	
V	950	0,7 >	0,45 >	
VI	2600	0,81 >	0,5	

B. Mit Salzsäure vergiftete Thiere.

Versuchszahl	Körpergewicht	KCl + NaCl in 100 gr. Blut	Chloride in 100 gr. Blut	Anmerkung
I	990	0,64 gr.	0,503 gr.	85 ccm. $\frac{1}{4}$ HCl.
II	1160	0,64 >	0,56 >	110 ccm. $\frac{1}{4}$ HCl.
III	1300	0,58 >	0,57 >	100 ccm. $\frac{1}{4}$ HCl.
IV	1360	0,75 >	0,53 >	100 ccm. $\frac{1}{4}$ HCl.
V	1870	0,56 >	0,58 >	200 ccm. $\frac{1}{4}$ HCl.
VI	2300	0,568 >	—	Vergleiche Versuch V. Durch 5 Tage je 100 ccm. $\frac{1}{4}$ HCl.
VII	2080	0,55 >	—	Vergleiche Versuch IV. 50 ccm. $\frac{1}{4}$ HCl.
VIII	940	0,54 >	—	Vergleiche Versuch VII (Hunger).

Die zu diesen Versuchen verwendeten Thiere waren alle mit Ausnahme jener, wo dies besonders bemerkt ist, durch längere Zeit mit Hafer gefüttert worden.

Das Blut wurde entweder direkt aus der Carotis in gewogenen Gefäßen aufgefangen, oder bei schon eingetretenem Tode in der Weise gewonnen, dass nach Eröffnung der Thorax-

höhle und sorgfältigem Austupfen derselben das Herz geöffnet und das Blut mittelst Pipette ebenfalls in Gefässe von bestimmtem Gewicht gebracht wurde.

Das Stadium, in dem die vergifteten Thiere getödtet wurden, war jenes dem Tode kurz vorangehende, wo die Kaninchen den Kopf herabsinken lassen und nicht mehr im Stande sind, sich aufrecht zu erhalten.

Die zur Bestimmung der Alkalien verwendete Blutmenge schwankt zwischen 10 und 30 gr. Zur Chloridbestimmung wurden 5 bis 10 gr. Blut verarbeitet.

Während nun im Blute normaler Thiere die Gesamtsumme der Alkalien in 6 Fällen (Tabelle A) sich zwischen 0,7 und 0,87% bewegt, im Mittel also 0,76% betrug, war dieselbe bei mit Säure vergifteten Thieren (Tabelle B) in 8 Fällen auf 0,6% gesunken, wobei das Maximum 0,75, das Minimum 0,54% betrug.

Unter den mit Säure vergifteten Kaninchen erscheint auch ein Hungerthier (Versuch VIII) in Rechnung gezogen. An dem Resultate wird jedoch bei Fortfall desselben nicht viel geändert, indem das Procentverhältniss dann 0,61 betrüge.

Es besteht demnach thatsächlich, wie Walter annimmt, bei Säureintoxication eine geringe Verarmung des Blutes an Alkalien. Doch ist diese für sich allein nicht im Stande, die gewaltige Abnahme des Kohlensäuregehaltes zu erklären, und die Voraussetzung Walter's von der direkten Proportionalität zwischen dem Kohlensäure- und Alkaligehalt des Blutes muss deshalb zumindest als nur für physiologische Verhältnisse gültig eingeschränkt werden.

Veränderungen in entgegengesetzter Richtung weist dagegen der Chloridbestand des Blutes bei Vergiftung mit Salzsäure und bei normalem Blute auf. Im letzteren Falle zwischen 0,45 und 0,5% schwankend und im Durchschnitt aus 5 Fällen 0,48% betragend, erhebt er sich bei vergifteten Thieren im Mittel aus gleichfalls 5 Bestimmungen auf 0,55%, wobei der grösste Werth mit 0,58, der kleinste mit 0,503% gefunden wird.

Das heisst mit anderen Worten, bei Säurevergiftung tritt die betreffende Säure ins Blut ein, natürlich nicht in freiem

Zustande, sondern unter Absättigung der basischen Bestandtheile desselben.

Es ist nun klar, dass diese beiden Prozesse — nämlich Abgabe von Alkali aus dem Blut auf der einen und Eintritt von Säure in das Blut auf der anderen Seite — sich in ihrer folgenschweren Wirkung auf den Gehalt desselben an Kohlensäure summiren müssen.

Denn nicht nur wenn eine absolute Verminderung der Blutalkalien besteht, sondern auch bei relativem Mangel derselben durch Bindung an eine andere Säure von stärkerer chemischer Affinität werden dieselben zum Transporte der Kohlensäure unfähig sein.

Es hat demnach sowohl die ursprüngliche Annahme von Walter, als auch die von Salkowski, Bunge und anderen vertretene Ansicht ihre Berechtigung. Und die Kohlensäureverarmung des Blutes erweist sich also auch auf Grund dieser Ueberlegung als ein sicheres Kriterium für bestehende Säureintoxication, als das sie sich bis jetzt immer bewährt hat.

Wenn endlich Walter behauptet, dass das Blut und die Lymphe die grösste Alkalimenge enthalten und demnach als Quelle und Reservoir für die Alkalien aller übrigen Organe anzusehen seien, so mag das unter physiologischen Verhältnissen immerhin gelten, insofern wenigstens, als die vom Darmkanale aufgenommenen basischen Bestandtheile durch das Blut hindurch an die einzelnen Gewebe geleitet werden. Auch vermag das Blut, trotz der Zähigkeit, mit der es sonst an dem Bestande seiner anorganischen Stoffe festhält, einen geringen Theil seiner Alkalien zur Deckung eingeführter oder im Körper entstandener Säuren abzugeben.

Als das eigentliche Nothreservoir erweisen sich aber die übrigen Körpergewebe, die, wie dies am schönsten die Hungerversuche VIII und IX zeigen, dem bedrohten Organismus fast ebensoviel Alkali, als im Gesamtblute enthalten ist, zur Verfügung zu stellen im Stande sind.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen können in folgenden Sätzen zusammengefasst werden:

1. Sowohl die Fleischfresser als auch die Pflanzenfresser

besitzen Säure neutralisirendes Ammoniak. Allerdings besteht ein quantitativer Unterschied zu Gunsten der Carnivoren, im Principe jedoch ist die chemische Organisation beider Gruppen nicht verschieden.

2. Die Pflanzenfresser stehen schon physiologisch unter denselben Bedingungen, welche bei den Fleischfressern erst grössere Gaben pflanzensaurer Alkalien herbeiführen. Ihre minimale Ammoniakausscheidung entspricht dem bei der Umsetzung der Ammonsalze in Harnstoff verbleibenden Arbeitsrückstand.

3. Die Ammoniakausscheidung der Herbivoren ist von Reactionschwankungen der Nahrung innerhalb gewisser Grenzen unabhängig.

4. Die Verarmung des Blutes an Kohlensäure bei Vergiftung mit Säure ist die Summe aus einem absoluten und relativen Alkalimangel. Der letztere wird hervorgerufen durch Eintritt von Säure ins Blut unter Bildung neutraler Salze.

5. Eine direkte Proportion zwischen Kohlensäure und Alkaligehalt des Blutes kann höchstens für physiologische Bedingungen zugegeben werden.

Wien, März 1898.

Dr. H. Winterberg.