

2. Die Magenverdauung im Chlorhunger.

Von

Dr. Arnold Cahn,

1. Assistenten der medicinischen Klinik in Strassburg.

(Der Redaktion zugegangen am 22. Juli 1886.)

Durch vorstehende Untersuchung ist gezeigt, dass die Degeneration der Magendrüsen, wie sie der Phosphor bewirkt, die Sekretion der Salzsäure und des Pepsins nicht aufhebt.

Als ein anderer Weg eventuell ein Verschwinden oder doch eine wesentliche Verminderung der Salzsäurebildung herbeizuführen, erschien eine Versuchsanordnung, mit der es gelingt, die Chloride, aus denen ja die Salzsäure entstehen muss, dem Organismus nach Möglichkeit zu entziehen. Bekanntlich kann man durch Darreichung einer chlorfreien Nahrung die Chloride aus dem Urin allmählich zum Verschwinden bringen. In den ersten Tagen wird das überschüssig vorhandene Chlor ausgeschieden, schliesslich aber wird der Urin chlorfrei, der Organismus hält seinen Bestand an diesem für ihn unentbehrlichen Material hartnäckig fest. Dennoch gelingt es, durch Darreichung einiger Salze, z. B. Salpeter, ihm noch weiteres Chlor zu entziehen. Fügt man dazu noch öftere Magenausspülungen, die man einige Zeit nach der Nahrungsaufnahme vornimmt, so kann eine weitere Chlormenge in Form von Salzsäure und Chloriden entzogen werden.

Wie verhält sich dabei die Salzsäurebildung? Es lassen sich allerlei Möglichkeiten denken. Entweder dieselbe bleibt erhalten, so lange eben derartige Versuche sich ausdehnen lassen; die Salzsäure wird abgeschieden, zur Verdauung benutzt, im Darm absorbiert und auf's Neue secernirt. Bedenkt man, dass die jeweils in einer Verdauungsperiode ausgeschiedene Salzsäuremenge im Verhältniss zu dem Chloridvorrath des Organismus nur gering ist, so hat diese Annahme von vornherein viel für sich. Es wäre aber immerhin möglich, dass man den Chlorhunger soweit treiben könnte, dass keine

Salzsäure mehr abgegeben werden kann. Entweder müssen dann andre Säuren auftreten, vielleicht jene vielbesprochenen «intermediären» Säuren, oder aber — und das ist die dritte Möglichkeit — die Salzsäure verschwindet, es zeigt sich keine andre Säure, die Magenverdauung hört auf.

Zur Entscheidung dieser Fragen wurde ein 8 Kilo schwerer Pudel durch eine 8 tägige Periode vorbereitet, während welcher er ausschliesslich mit kleinen Stücken Fleisch gefüttert wurde, die mit destillirtem Wasser wiederholt ausgekocht waren. Dann wurde er in den Kasten gebracht, die 24stündige Harnmenge gesammelt, allabendlich catheterisirt und dabei die in der Tabelle verzeichnete Nahrung gegeben. Im Urin wurden täglich Chlorbestimmungen ausgeführt. In Uebereinstimmung mit den Beobachtungen, die v. Mering¹⁾ bei seinen Chlorbestimmungen im Hundeharn machte, fand auch ich, dass es unbedingt nöthig war, die meist reichlich vorhandenen Schwefelsilber gebenden Substanzen durch Kochen des verdünnten Urins mit Essigsäure und Zinkstaub für die Chlorbestimmung unschädlich zu machen.

Die Chlorverluste im Urin und Mageninhalt, die Nahrung und deren Zusätze sind in folgender Tabelle verzeichnet:

Mai.	Urin- menge in cbcm.	Im Urin aus- geschiedenes Chlor in gr.	Mit dem Mageninhalt entzogenes Chlor in gr.	Nahrung.	Zusätze zur Nahrung.
10	—	—	—	40 gr. Fibrin, 150 gr. Reis, 40 gr. Talg.	—
11	180	0.076	—	do.	—
12	330	0.050	—	Nahrung z. Th. ver- weigert.	—
13	445	Spuren	—	Rest vom vorigen Tag.	5.0 KNO ₃
14	410	0.010	—	40 gr. Fibrin, 120 gr. Reis, 40 gr. Fett.	—
15	430	Spuren	—	do.	10.0 NaNO ₃
16	175	0	—	Nahrung z. Th. ver- weigert.	—
17	110	Spuren	nicht bestimmt	500 gr. ausgek. Fleisch.	—
18	330	do.	—	do.	—

¹⁾ Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. 8, S. 229 ff.

Fortsetzung der Tabelle auf Seite 523.

Mai.	Urin- menge in chem.	Im Urin aus- geschiedenes Chlor in gr.	Mit dem Mageninhalt entzogenes Chlor in gr.	Nahrung.	Zusätze zur Nahrung.
19	100	Spuren	0,548	500 gr. ausgek. Fleisch.	—
20	240	do.	—	do.	—
21	300	do.	0,025	do.	—
22	300	do.	—	do.	7,5 KNO ₃
23	240	0,058	—	do.	»
24	160	0,035	0,108	do.	—
25	180	0,041	—	50 gr. ausgewaschenes Fleischpulver ¹⁾ .	—
26	210	0	0,107	500 gr. ausgekochtes Fleisch.	—
27	300	Spuren	—	kein Futter.	—
28	120	do.	0,308	750 gr. ausgekochtes Fleisch.	—
29	260	do.	—	500 gr. Fleisch.	7,0 KNO ₃
30	300	0,061	0,119	100 gr. Fleischpulver.	—

Zu diesen Zahlen ist nur wenig zu bemerken. Wie man sieht, glückte es leicht, den Chlorgehalt des Urins bis auf Spuren d. h. unter 1 Centigramm in 24 Stunden herunterzudrücken, und an einzelnen Tagen war der Harn chlorfrei. Trotzdem gelang es, durch Darreichung von Kalisalpeter immer wieder eine Zunahme der Chloridausfuhr zu bewirken, während — allerdings nur bei einem Versuche — der Natronsalpeter sich als unwirksam erwies. Gegen die aus Fibrin, Reis und ausgelassenen Rindstalg bestehende Nahrung trat bald ein unbesieglcher Widerwille ein; das ausgekochte Fleisch dagegen wurde lieber genommen.

Während der verzeichneten Tage konnte eine Reihe Versuche angestellt werden, die gleich berichtet werden sollen. Der Hund blieb lange Zeit munter, magerte nur etwas ab und war in den letzten Tagen etwas weniger lebhaft. Doch war er noch am 29. zum Spie'en aufgelegt. Am 30. aber

¹⁾ Von einem missglückten Versuch im Magen geblieben.

wurde er Abends auffallend apathisch, und am Morgen des 31. fand man ihn ganz elend, allem Anschein nach dem Tode nahe in seinem Kasten. Es bestand unaufhörlich heftiges Muskelzittern; er taumelte, als man ihn herausnahm, hin und her, sank immer wieder aufs Hintertheil und geiferte fortwährend. Die untergesetzte Schale war ganz gefüllt mit einer alkalischen, blutigschwärzlichen, wenig riechenden Flüssigkeit, in der eine Masse Muskelfasern schwammen. Der Pelz des Thieres war vollständig durchmässt. Da ich damals in diesen Erscheinungen Symptome von Kochsalzhunger zu sehen glaubte, goss ich ihm 3,5 gr. Kochsalz in etwa 200 ebem. Wasser gelöst in den Magen und gab ihm Brod und frisches Fleisch zu fressen. Einen Theil erbrach der Hund, frass das Erbrochene aber wieder zum grossen Theile auf und hatte sich nach zwei Stunden zusehends erholt. Von da ab wurde er mit frischem Fleisch gefüttert, zeigte in den nächsten Tagen noch sehr verminderte Fresslust, benahm sich aber schliesslich wieder wie ein normaler Hund.

Versuch 1.

17. V. 86. Fleischpulver wurde mit destillirtem Wasser wiederholt ausgekocht, bis das Waschwasser mit Silbernitrat sich nicht mehr trübte. Eine Portion mit 35 gr. Trockensubstanz wurde in den Magen gebracht und 100 Minuten darin gelassen. Bei der Auspumpung fanden sich nur noch 5 gr. unverdautes Fleisch vor. Die Flüssigkeit im Magen war stark sauer, frei von flüchtiger und Milchsäure, enthielt¹⁾:

Wasser	277 ebem.
Trockensubstanz 3,11 ⁰ / ₁₀ , gesamt	8,60 gr.
Syntonin	0,14 ⁰ / ₁₀ .
Pepton	2,80 ⁰ / ₁₀ .
Salzsäure	2,40 pro Mille.

Versuch 2.

19. V. Dieselbe Menge Fleischpulver blieb 95 Minuten im Magen. Herausbefördert wurden:

1) Ueber die Art und Weise der Gewinnung des Mageninhalts, über die Bestimmung der procentischen und absoluten Werthe des Syntonins und Peptons vergl. meine Arbeit: «Ueber die Verdauung des Fleisches im normalen Magen». Zeitschr. f. klin. Medicin, Bd. 12. Die Säurebestimmungen sind nach den neuerdings von v. Mering und mir angegebenen Methoden (D. Arch. f. klin. Medicin, Bd. 39, H. 3 u. 4) ausgeführt.

Ungelöstes Fleischpulver	11 gr.
Salzsäure 2,4 pro Mille, gesamt	0,512 gr.
Gesamtes Chlor im Mageninhalt.	0,548 »
Trockenrückstand 5,27 0/0, gesamt	11,40 »
Pepton	4,3 0/0.
Wasser	216 ccm.

Der gesammte Chlorgehalt übersteigt den in der Form von Salzsäure vorhandenen um 0,050 gr. ($0,512 \text{ HCl} = 0,498 \text{ Cl}$).

Versuch 3.

21. V. 5 gr. Pfeffer — mit 0,0025 gr. Chlor (Bestimmung durch Schmelzen einer gewogenen Portion mit Soda und Salpeter) werden mit 200 ccm. Wasser für 30 Minuten in den Magen gebracht. Die entleerte Flüssigkeit ist fast neutral, enthält noch nicht 0,01 pro Mille Salzsäure. Trotzdem wird Chlor gefunden. Der Chlorgehalt beträgt 0,13 0/0, das gesammte entzogene Chlor 0,0253 gr.

Versuch 4.

24. V. Wiederholung mit 10 gr. Pfeffer, der 20 Minuten im Magen bleibt. Reaktion der ausgepumpten Flüssigkeit völlig neutral. Das gesammte entzogene Chlor — in Form von Chloriden vorhanden — 0,1079 gr.

Versuch 6.

26. V. 50 gr. ausgewaschenes Fleischpulver und 300 ccm. Wasser werden für 95 Minuten in den Magen gebracht. Beim Auspumpen zeigt sich dasselbe unverändert, nicht gequollen; die Flüssigkeit ist ganz farblos, nicht gelb wie sonst die peptonhaltigen Lösungen. Die Biuretreaktion ist kaum zu erkennen; das Filtrat ist absolut neutral, enthält:

Trockenrückstand 0,25 0/0, gesamt 0,43 gr.

Das gesammte Chlor im Mageninhalt 0,107 »

Das rückständige Fleischpulver 19 »

Trotzdem keine Säure vorhanden war, hatte doch eine theilweise Weiterschaffung des Mageninhaltes stattgefunden.

Versuch 7.

28. V. Nach einem Hungertag werden wieder 50 gr. gut ausgewaschenes Fleischpulver in den Magen gebracht. Nach 75 Minuten werden entleert:

Unverdautes Fleischpulver (trocken) 13 gr.

Wässrige Lösung 280 ccm.

Darin: Salzsäure 0,85 pro Mille.

Milchsäure, flüchtige Säure 0.

Syntonin 0,24 0/0.

Pepton 1,56 0/0.

Chlor 0,11 0/0.

Die absolute Chlormenge (0,308 gr) übersteigt die in der Form von Salzsäure vorhandene (0,237 gr.) um 0,071 gr.

Versuch 8.

30. V. In dem zu diesem Versuche benutzten Fleischpulver wurde eine Chlorbestimmung ausgeführt. Es stellte sich dabei heraus, dass, wenn beim Auswaschen mit heissem Wasser dieses sich mit Silbernitrat nicht mehr trübt, doch noch Spuren von Chlor zurückgehalten werden; das Fleischpulver enthielt auf trockene Substanz berechnet noch 0,12% fest (Bestimmung nach dem Schmelzen mit Soda und Salpeter). — Eingeführt wurden 29 gr. trockene Substanz mit 0,04 gr. Chlor und nach 30 Minuten der Magen entleert. Es fanden sich in ihm vor:

Unverändertes trockenes Fleischpulver . . . 11 gr.

Trockensubstanz im Filtrat 0,30%, gesamt . . . 0,83

Der Chlorgehalt war 0,04%, gesamt . . . 0,1188 gr.

mithin war fast dreimal so viel Chlor im Magen, als mit der Nahrung eingeführt war. Der Mageninhalt war ganz neutral; liess Fibrin unverändert. Mit der gleichen Menge 1 pro Mille Salzsäure gemischt, verdaute er Fibrin schnell; mit Natriumcarbonat schwach alkalisch gemacht, gewann er keine fibrinverdauende Wirkung.

Als nicht unwichtig wäre noch hervorzuheben, dass vom 25. bis zum Morgen des 30. V. nur einmal Koth entleert wurde. Derselbe war sehr hart, pechartig, mit einem dichten Filz von Haaren durchsetzt, enthielt nur Spuren von Chlor und 1,2 gr. Stickstoff. Die am letzten Versuchstage in der Urinschale gefundenen blutigen Massen wurden nicht untersucht, da es sich nicht erkennen liess, ob sie erbrochen waren oder diarrhoische Stühle darstellten oder sich aus beiden zusammensetzten.

Zur Bestätigung und Erweiterung der erhaltenen Resultate wurde eine zweite Versuchsreihe an einem sehr kräftigen mittelgrossen Hunde angestellt, der ebenfalls mehrere Tage mit ausgekochtem Fleisch gefüttert und dann in den Kästen gebracht wurde. Der 24stündige Urin wurde in untergesetzter Schale gesammelt. Von Catheterisiren wurde abgesehen, da es auf die scharfe Abtrennung der einzelnen Tage nicht so genau ankam. Gefüttert wurde Abends gleich nach dem Wechseln der Urinschale. In der folgenden Tabelle sind wieder Nahrung, Chlorverluste u. s. w. verzeichnet.

Jun.	Urinmenge.	Im Urin aus- geschiedenes Chlor.	Mit dem Mageninhalt entzogenes Chlor.	Nahrung.	Zusätze zur Nahrung.
4	—	—	—	} 50 gr. Fibrin, 150 gr. Reis, 50 gr. Rindstalg.	} 7,0 KNO ₃
5	420	0,2612	—		
6	800	0,2083	—	Dieselbe.	—
7	1000	0,0206	—	do.	—
8	1450	0,1727	0,258	do.	10,0 KNO ₃
9	1500	Spuren	—	do.	—
10	900	0,1186	—	do.	7,0 KNO ₃
11	1660	0,0252	—	} 45 gr. getrocknete chlorfreie Carne- pura, 150 gr. Reis, 50 gr. Fett.	} 10,0 KNO ₃
12	1260	0,0309	—		
13	860	0	0,588	Kein Futter.	—
14	310	0,1981	—	70 gr. Carne pura, 150 gr. Rohrzucker.	7,0 KNO ₃
15	200	0	0,342	225 gr. Rohrzucker.	—
16	300	0,0437	—	100 gr. Fibrin, 200 gr. Rohrzucker.	5,0 KNO ₃
17	200	0	0,136	200 gr. Rohrzucker.	—
18	200	Spuren	0,282	Kein Futter.	—
19	275	0,0368	—	50 gr. Carne pura, 50 gr. Amylum.	7,0 KNO ₃
20	410	0,1991	—	750 gr. ausgekochtes Fleisch.	—
21	490	0,1654	0,454	Dasselbe, zum Theil verweigert.	8,0 KNO ₃
22	640	0,0398	0,535	Kein Futter.	—
23	300	Spuren	—	750 gr. ausgekochtes Fleisch.	1,75 CaCl ₂
24	1340	0,0694	—	500 gr. frisches Fleisch.	—
				Dasselbe.	—

Bei diesem viel widerstandsfähigeren Thiere war das Chlor, wie ersichtlich, schwieriger aus dem Urin zum Verschwinden zu bringen, der Chlorhunger schwerer zu erzielen. Leider gibt aber die Ausscheidung des Chlors im Urin keinen Anhalt zur Beurtheilung des Chlormangels in Blut und Geweben. Denn wie die Bestimmungen der beiden letzten Tage übereinstimmend mit denen anderer Beobachter zeigen, werden ganz beträchtliche Chloridmengen — hier 1,75 gr. Chlorcalcium — im Organismus zurückgehalten, ohne dass sich der vermehrte Chlorvorrath durch entsprechende Mehrausscheidung im Urin zu erkennen gäbe. Die mit diesem Thiere während des Salzhungers angestellten Versuche sind folgende:

Versuch 9.

8. VI. Pfeffer wird mit Wasser verrührt durch die Schlundsonde in den Magen gebracht, und nach einer halben Stunde derselbe ausgepumpt. Das Filtrat ist stark sauer. Gefunden wurden:

Salzsäure 0.60 pro Mille, absolut	0.138 gr.
Chlor absolut	0.258 »
d. h. Chlor an Alkalien gebunden	0.123 »

Versuch 10 und 11.

11. VI. Carne pura wird in den Magen gebracht; beim Herauslösen verstopft sich die Sonde; das wenige Herausgebrachte ist sauer.

12. VI. Pfeffer in den Magen gebracht, macht Erbrechen; die erbrochenen Massen sind sauer.

Versuch 12.

13. VI. Fleischpulverbrei mit 50 gr. Trockensubstanz werden für 70 Minuten eingeführt. Wiedererlangt werden bei sorgfältigem Ausspülen 26 gr. Die Flüssigkeit im Magen ist neutral, enthält:

Trockensubstanz	0.48 %.
Das gesammte Chlor	0.5884 gr.

Versuch 13.

15. VI. Fleischpulverbrei mit 35 gr. Trockensubstanz wird mit 70 gr. Rohrzucker eine Stunde im Magen gelassen. Wiedergewonnen werden 29 gr. Fleischpulver. Die herausgepumpte Flüssigkeit ist schwach sauer; sie hält viel Kupferoxyd in Lösung, reducirt aber beim Erhitzen nur sehr schwach und dreht 12° R. (Soleil-Ventzke). Sie enthält mithin noch reichlich Rohrzucker und hinterlässt dementsprechend 12.5% Trockensubstanz. Eine Stickstoffbestimmung ergibt nur 0.056% N, was 0.35% Pepton entsprechen würde. Gefunden werden Spuren einer in Aether löslichen Säure (Milchsäure), keine Salzsäure. Das gesammte mit dem unverdünnt aspirirten Inhalt und Waschwasser entzogene Chlor beträgt 0.3425 gr.

Versuch 14.

17. VI. 50 gr. Fleischpulver wurden mit der gleichen Menge chlorfreier Stärke 100 Minuten im Magen gelassen. Am Abend vorher war nur ungenügende Nahrung — Rohrzucker — gegeben worden. Wiedergewonnen werden Fleischpulver und Amylum (im Ganzen 38 gr.). Die Flüssigkeit reducirt alkalische Kupferlösung in der Siedehitze; es hat also eine Umwandlung der Stärke in lösliche Produkte stattgefunden. Sie enthält:

Salzsäure	0,55 pro Mille.
Milchsäure	0,45 »
Flüchtige Säure	0.
Trockenrückstand	2,24 ⁰ / ₀ .
Syntonin	0,06 ⁰ / ₀ .
Pepton	1,64 ⁰ / ₀ .
Wasser	225 cbem.
Chlor 0,16 ⁰ / ₀ , Gesamtmenge	0,241 gr.

In Form von Salzsäure vorhandenes Chlor = 0,136 gr.

In Form von Chloriden vorhandenes Chlor = 0,105 gr.

Versuch 15.

18. VI. Nach einem Hungertag wird dieselbe Nahrungsmenge 75 Minuten im Magen gelassen. Jetzt ist der Säuregehalt höher. Es werden gefunden:

Salzsäure — nach der Titration	0,99 pro Mille.
» nach dem Cinchoninverfahren	0,91 » »
Milchsäure	0,32 » »
Flüchtige Säure	0,01 » »
Trockensubstanz	2,2 ⁰ / ₀ .
Syntonin	0,06 ⁰ / ₀ .
Pepton	2,05 ⁰ / ₀ .
Unverändertes Fleischpulver und Amylum zusammen	28 gr.
Das gesammte Chlor des Mageninhaltes	= 0,282 gr.
Das in Form von Salzsäure vorhandene	= 0,175 gr.
Das in Form von Chloriden vorhandene	= 0,097 gr.

Versuch 16.

21. VI. 50 gr. Fleischpulver, 60 gr. Stärke und 500 cbem. Wasser bleiben 90 Minuten im Magen. Beim Auspumpen fällt ein penetranter Fäulnisgeruch auf. Die Masse enthält reichlich blutig tingirten Schleim¹⁾.

Das Filtrat des Mageninhalts war neutral, enthielt — Bestimmung nach Schlösing —:

Ammoniak	0,10 ⁰ / ₀ .
--------------------	------------------------------------

¹⁾ Mikroskopisch sieht man zahlreiche mit endständigen Sporen versehene, z. Th. bewegliche Stäbchenbakterien, die auf zwei Gelatineröhrchen verimpft sich rasch unter Verflüssigung der Gelatine entwickelten und, aus einem derselben in sterilisirte Traubenzuckerlösung gebracht, flüchtige Säuren bildeten. Ein gleichzeitig mit leerer Nadel geimpftes Controlröhrchen blieb steril. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass diese Bakterien lebten und entwickelungsfähig waren.

Durch Ansäuern mit Schwefelsäure und wiederholtes Destilliren wurden flüchtige Säuren erhalten, äquivalent:

Essigsäure 0,18^oo.

Ausschütteln mit Aether lieferte:

Milchsäure 0,23^oo.

Das gesammte Chlor in Filtrat und Waschwasser war 0,454 gr. Auf die Auswaschung des Magens wurde diesmal eine ganz besondere Sorgfalt verwandt. Der Hund bekam kein frisches Futter; trotzdem traten stinkende Durchfälle ein.

Versuch 17.

22. VI. Es werden 25 gr. feinpulveriges, chlorfreies Casein in den Magen gebracht und daselbst 60 Minuten gelassen. Das Mageninhaltfiltrat gab keine Peptonreaktion, war fast neutral. Es enthielt:

Ammoniak 0,007^oo.

Chlor -- Gesamtmenge 0,535 gr.

Zum Schluss der Versuchsreihe bekam der Hund in

Versuch 18

22. VI. direkt im Anschluss an das vorhergehende Experiment 1,75 gr. Chlorcalcium durch die Schlundsonde. Nach einer Stunde wurden wieder 25 gr. Casein eingeführt und nach 60 Minuten die Ausspülung wiederholt. Jetzt war der Mageninhalt wieder sauer, enthielt:

Salzsäure -- nach der Titration 0,47 pro Mille.

» — nach dem Cinchoninverfahren 0,49 »

Ammoniak 0,006^oo.

Pepton 1,09^oo.

Chlor in Form von Salzsäure 0,0873 gr.

Chlor in Form von Chloriden 0,0716 gr.

Auch bei diesem Hunde wurde festgestellt, dass die neutralen, nicht verdauenden Magensäfte die Fähigkeit, Fibrin unter Bildung von Pepton zu lösen, erlangten, wenn sie mit verdünnter Salzsäure versetzt wurden. Die Ausscheidung des Pepsin ist also von der Säurebildung unabhängig, eine Auslaugung desselben aus den Zellen durch die gebildete Salzsäure unwahrscheinlich.

Ehe ich nun weiter auf die Besprechung der Versuche eingehe, muss ich erwähnen, dass in mehreren Arbeiten, die sich mit dem Salzhunger beschäftigen, auch dem Verhalten der Verdauungssäfte Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Bei

Voit¹⁾ finde ich folgende Notiz: «Wir konnten uns auch an einem Magenfistelhund, den wir geraume Zeit mit salzfreier Nahrung gefüttert hatten, direkt von der Abscheidung der Säure im Magen überzeugen. Erst nach längerem Darreichen von salzfreier Kost fing zuletzt der Hund zu erbrechen an, und das Ausgeleerte war, obwohl es viele Stunden im Magen des Thieres verweilt hatte, nicht sauer und roch nicht im Mindesten nach Erbrochenen, sondern war wie die unveränderte Nahrung beschaffen. Der Salzangel tritt also sehr spät im Körper ein». Forster²⁾, der im Voit'schen Laboratorium die Untersuchungen über «die Bedeutung der Aschebestandtheile in der Nahrung» fortsetzte, macht bezüglich des Magensaftes folgende Angaben: Bei einer Taube, die einen Monat den Salzhunger ertragen hatte, fand er sauren Inhalt im Magen. Bei einem Hunde wurde wiederholt Erbrechen «fast gänzlich unveränderter Nahrungsmassen» beobachtet; dieselben reagierten aber immer sauer; ob die saure Reaktion von Magensaft oder von den Fleischrückständen selbst herührte, lässt er unentschieden. Bei einem andern Thiere zeigten sich ebenfalls Erbrechen anscheinend unveränderter Nahrung und diarrhoische Entleerungen. Forster folgert aus seinen Untersuchungen ausdrücklich: «dass übrigens eine Absonderung des Magensaftes auch noch zu einer Zeit stattfand, wo selbst bei längerem Verweilen des Futters im Magen der Thiere kaum eine Veränderung desselben durch den Magensaft constatirt werden konnte, lässt sich daraus erkennen, dass das erbrochene Nahrungsgemische, das vorher chlorfrei war, stets einen grösseren Gehalt an Chlor zeigte»³⁾.

An dieser Ansicht ist richtig, dass Pepsin auch noch beim stärksten Chlorhunger in den Magen abgeschieden wird. Aus meinen Versuchen geht aber mit Sicherheit hervor, dass der zweite Component eines wirksamen Magensaftes, die Salzsäure, aus demselben vollständig verschwindet, sowie der

1) Sitzungsber. d. bayer. Akad. d. Wissensch., 1869, Bd. II, S. 506.

2) Zeitschr. f. Biologie, Bd. IX, 1873, S. 296 ff.

3) L. c., S. 346.

Chlorvorrath des Organismus unter ein gewisses Mass herabgeht. Die Menge resp. der Mangel der Salzsäure im Mageninhalt gibt geradezu den Grad der Chlorverarmung des Organismus an.

Bedürfte es noch einer Erhärtung des Satzes, dass die Säure des Magensaftes ausschliesslich Salzsäure ist, so wäre in obigen Versuchen ein wenn auch indirekter, so doch bindender weiterer Beweis geliefert. Denn wie die Entziehung der Chloride im Futter auf die Abscheidung einer anderen Säure als Salzsäure Einfluss haben könnte, ist nicht einzusehen. An Schwefelsäure, Phosphorsäure verarmt der Organismus, wie bekannt, viel weniger, da Phosphor und Schwefel sich aus der Nahrung nicht entfernen lassen; thatsächlich konnte in obigen Versuchsreihen, wie in denen Forster's u. a., nachgewiesen werden, dass in den chlorfreien Harnen noch beträchtlich Schwefel- und Phosphorsäure ausgeschieden würden. Die Bildung einer organischen Säure im Mageninhalt, wie sie vielfach fälschlicher Weise für die erste Zeit nach der Nahrungseinfuhr angenommen wurde, könnte erst recht nicht behindert sein.

Dass die Salzsäuresekretion durch den Salzhunger aufgehoben wird, ist durch obige Versuche bewiesen. Wenn sie aber fehlt, so zeigt sich bei Reizung der Magenschleimhaut durch Pfeffer, durch verdauliche Ingesta, dass auch keine andere Säure auftritt. Bei intensivem Chlormangel wird der Mageninhalt neutral. Diese Thatsache spricht mit aller Sicherheit gegen die immer wieder auftauchenden Theorien, welche die Entstehung der Salzsäure durch eine im Innern des Magens vor sich gehende Zersetzung der Chloride mittelst einer «intermediären» Säure erklären wollen. Fehlt die Salzsäure, so müsste doch eine wenn auch noch so geringe saure Reaktion durch diese angenommenen sauren Körper sich erkennen lassen; es gelingt aber bei Hunden im Salzhunger Mageninhalt zu bekommen, der das empfindliche Lakmuspapier unverändert lässt. Es bleibt eben nichts Anderes übrig, als mit der grossen Mehrzahl der Physiologen den Ort der Salzsäurebildung in die

Schleimhaut des Magens zu verlegen und diesem Organe die Fähigkeit zuzusprechen, aus den Chloriden durch irgend einen nicht genauer zu definirenden Vorgang Salzsäure zu bilden und nach dem Mageninnern abzugeben, ebenso wie die sog. Speicheldrüsen von *Dolium galea* die noch viel schwerer einzusehende Eigenschaft haben, freie Schwefelsäure zu bilden¹⁾.

Auch bei völligem Mangel der Salzsäure enthält der Mageninhalt noch immer Chloride. Durch diesen Befund könnte der Verdacht rege gemacht werden, dass auch während des Salzhungers geringe Mengen Salzsäure gebildet würden, dass aber Fäulniss im Magen stattfindet und das entstehende Ammoniak die Salzsäure binde. In der That zeigt Versuch 16, dass bei Sistirung der Salzsäurebildung eine ganz erhebliche Menge Ammoniak im Magen entstehen kann: freilich waren gleichzeitig organische Säuren in genügender Menge aufgetreten, um dasselbe zu neutralisiren. In anderen Experimenten aber, in denen sich keine Fäulniss bemerkbar machte (No. 17 und 18), wurden nur geringe Ammoniakwerthe erhalten. Was aber wichtiger ist, bei den Versuchen mit Pfeffer, bei denen die Bildung alkalischer Zersetzungsprodukte unmöglich war (No. 3 und 4), wurde mehr Chlor im Magen gefunden, als mit dem Pfeffer eingeführt war. Dasselbe kann nur an fixe Alkalien gebunden gewesen sein.

Mit dem Aufhören der Salzsäurebildung sistirt natürlich auch die Fleischverdauung im Magen; die Peptonisation des Eiweisses hört auf (vergl. Versuch 6, 8, 17). Trotzdem zeigte sich in beiden Versuchen, dass der Magen noch längere Zeit im Stande bleibt, auch das nicht verdaute Eiweiss in den Darm weiterzuschieben, wo nach Ausweis der Bestimmung des Stickstoffs im Kothe eine Verdauung durch den Pankreassaft und eine genügende Ausnützung statt hat. In dieser Hinsicht stimmen die Versuche an Thieren im Salzhunger mit den Erfahrungen Ogata's²⁾ überein. Bei seinen Ex-

1) Hoppe-Seyler, *Physiol. Chemie*, S. 243.

2) L. c. Noch beweiskräftiger ist, dass ein von Kaiser operirter Hund «noch 10 Monate nach Gastrektomia totalis lebte». Czerny's Beitr. z. oper. Chirurgie, S. 155.

perimenten war die Magenverdauung durch Ausschaltung des ganzen Organs, in unsern durch das Fehlen eines wirksamen Magensaftes verhindert; der Darm mit seinen Adnexen genügte zur Verarbeitung der Nahrung.

Wiederholt wurde bei dem zweiten Hunde der Versuch gemacht, durch gleichzeitiges Verfüttern von Kohlehydraten mit dem Fleischpulver eine Milchsäurebildung und durch diese Säure in Verbindung mit dem Pepsin eine Peptonisation zu bewirken. Dieser Vorgang ist nicht sichergestellt, da die Versuche wegen übeln Befindens des Thieres abgebrochen werden mussten.

Bei beiden Hunden wurde die Beobachtung gemacht, dass, nachdem der Mageninhalt schon neutral geworden war, plötzlich wieder etwas Salzsäure sich zeigte. Meist kam das Ergebniss nach einem Hungertag oder nachdem eine ganz unzureichende Nahrung, z. B. Rohrzucker, gegeben worden war.

Sowie irgend welche überschüssige Chloride in den Organismus kommen, beginnt auch sofort reichliche Salzsäuresekretion im Magen, wie Versuch 17 und 18 beweisen. Morgens ist der Magen salzsäurefrei; es wird Chlorcalcium eingebracht und nach einer Stunde ist das Thier schon im Stande, 0,5 pro Mille Salzsäure zu bilden. Dass diese zwischendurch und sofort nach der Chlorid-darreichung wieder auftretende Säure auch wirklich Salzsäure ist, wurde dadurch sichergestellt, dass die nach dem von v. Mering und mir angegebenen Cinchoninverfahren bestimmte Säure mit dem aus der Titration berechneten Werthe sich deckte. Es bestätigt sich eben immer wieder, dass die Säure, welche den Magendrüsen entstammt, einzig und allein Salzsäure ist.