

## Das Verhalten der Calciumphosphate im Organismus der Fleischfresser.

Von

**Tereg und Dr. Arnold,**

Docenten an der Königl. Thierarzneischule Hannover.

Es kann als feststehend angenommen werden, dass durch ungenügende Aufnahme von Kalksalzen seitens des thierischen Organismus dieser erkranken kann, vorausgesetzt, dass die Kalkentziehung längere Zeit anhält<sup>1)</sup>. Veranlassung hierzu ist gegeben entweder in einem zu geringen Kalkgehalt der Nahrung oder in mangelhafter Resorption bei ausreichender Zufuhr. In allen derartigen Fällen hat es die Therapie als ihre Aufgabe betrachtet, dem Körper durch Einverleibung von Kalksalzen in möglichst leicht resorbirbarer Form Ersatz für das Fehlende zu bieten. Obwohl eine recht grosse Anzahl von Versuchen vorliegen, welche sich mit der Frage der Aufnahme der Kalksalze in den Organismus beschäftigen, so schien es dennoch nicht unfruchtbar zu sein, einige Kalksalze, speciell die Phosphate, einer erneuten Prüfung auf ihre Resorptionsfähigkeit zu unterwerfen. Wir verfolgten ausserdem den Zweck, das Verhalten der Phosphorsäure-Ausscheidung bei wechselnder Nahrung weiterhin kennen zu lernen, und glaubten, auch einige Aufschlüsse über die Veränderungen, welchen die löslichen Kalksalze im Organismus unterliegen, zu erhalten.

Die Versuche wurden an Hunden ausgeführt.

Das erste Versuchsthier war eine Hündin von 39,9 kgr Gewicht. Sie befand sich bei Fütterung mit Hundekuchen im N-Gleichgewicht und erhielt periodenweise gleiche Mengen von drei-, zwei- und einbasisch-phosphorsaurem Kalk.

---

1) Roloff, Archiv f. Thierheilkunde, Bd. I, p. 189, 1875. E. Voit, Zeitschrift für Biologie, Bd. 16, p. 55, 1880.

Die Hundekuchen haben den Effect der Brodnahrung. Sie werden von den Thieren gern verzehrt, wenngleich zuerst mitunter nach einigem Widerstreben.

Erwähntes Material kam Anfang der siebziger Jahre von Amerika aus über Hamburg unter dem Namen „Fleischfaserzwieback für Hunde“ in den Handel. Es wurde laut Prospekt dargestellt aus reinem Mehl, Fleischfaserstoff, Datteln und „anderen Ingredienzien“. Jetzt befinden sich wohl so ziemlich in allen grösseren Städten Bäckereien, welche Hundekuchen gewerbsmässig herstellen. Man hat es in der Hand, die Zusammensetzung nach Belieben ändern zu lassen, und ist auf diese Weise in der Lage, über grössere Quantitäten gleichmässig zusammengesetzten Nährmaterials zu verfügen.

Verabreicht wurden täglich 600 gr Kuchen, trocken in Stücke zerschlagen; als Getränk destillirtes Wasser ad libitum. Die Analyse der möglichst kalk- und phosphorsäurearm hergestellten Kuchen ergab N 3,78 pCt., CaO 0,13 pCt.  $P_2O_5$  0,84 pCt.

Nach 10tägiger Vorfütterung wurden in einem Zeitraum von 4 Tagen die täglichen Ausgaben an Stickstoff, Kalk und Phosphorsäure bestimmt. Die Abgrenzung des Kothes wurde vorgenommen mit Kork<sup>1)</sup>, da anderes Material, namentlich Knochen, naturgemäss ausgeschlossen bleiben mussten. Die Korkstücke, in nicht zu grosser Zahl, bekam das Versuchsthier in Gelatine-kapseln, sechs Stunden nachdem der letzte Rest des Futters verzehrt war. Die Verabreichung des Korkes geschah desshalb so früh, damit das Einschieben der Korkstückchen in die folgende Kothportion, wie dies Tschirwinsky<sup>2)</sup> beobachtete, möglichst vermieden würde.

Die Abgrenzung gelang auf diese Weise recht gut. Die Benutzung von Russ nach dem Vorschlagen von Cramer<sup>3)</sup> ergab ausreichende Resultate dann, wenn der Koth von mehreren Tagen abgegrenzt werden sollte. Für die Markirung der Kothmengen eines einzelnen Tages kann Russ nicht mehr empfohlen werden, da dieses Material, an den Darmwandungen haftend, den Koth der folgenden Tage färbte, mitunter bis zum dritten und vierten.

---

1) Salkowski und Munk, Zeitschrift für physiologische Chemie, 1877, Bd. II, p. 37.

2) Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXV, p. 117.

3) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. VI, p. 354.

Die Kothleerung geschah am Ende jedes Versuchstages, nachdem der Hund aus dem Käfig herausgelassen war, in ein flaches, länglich viereckiges Blechgefäß, welches während des Kothabsatzes unter dem Körper weggezogen wurde. Der gewöhnlich vorher entleerte Urin wurde isolirt aufgefangen und mit dem etwa während der Nacht in den Käfig entleerten vermischt. Falls eine Entleerung während der Nachtzeit eingetreten war, wurde der Boden und die Wände des Käfigs mit destillirtem Wasser sorgfältig abgespült und in der gewöhnlichen Weise für die Harnanalyse mitbenutzt.

Die Bestimmung des Stickstoffs im Harn fand nach der Voit'schen Methode statt unter Berücksichtigung der in der Zeitschrift für Biologie veröffentlichten Erfahrungen Grubers, die Bestimmung der Phosphorsäure im Harn durch Titriren mit Urannitrat nach Neubauer, die Bestimmung des Calciums auf folgende Art. Eine bestimmte Menge Harn wurde mit soviel Ammoniak versetzt, dass ein starker Niederschlag entstand, und hierauf mit Essigsäure, bis der Niederschlag völlig verschwunden war. Dann wurde filtrirt und eine 300 cc. genuinem Harn entsprechende Menge abgemessen, bis fast zum Sieden erhitzt, mit Ammoniumoxalat versetzt und bei ca. 40° 12 Stunden absetzen gelassen. Das gefällte Calciumoxalat wurde durch ein kleines Filter mit Mouslin-Unterlage <sup>1)</sup> sehr leicht abfiltrirt, getrocknet und im gewogenen Platintiegel über der einfachen Flamme weiss gebrannt, dann im Gebläse bis zur Gewichtskonstanz geglüht und das erhaltene Calciumoxyd gewogen. Behufs der Stickstoffbestimmung im Kothe wurde der Gesamtkoth in einer Reibschale innigst gemischt, hierauf 30 bis 50 gr auf dem Wasserbade und zuletzt im Luftbade bei 105° getrocknet, gewogen, der Wassergehalt berechnet und hiervon bestimmte Quoten zur Stickstoffbestimmung nach Will-Varrentrapp verwendet. Zur Bestimmung des Calciums und der Phosphorsäure wurden von dem sorgfältig gemischten Kothe 20 bis 30 gr in einer Platinschale getrocknet und dann vorsichtig, unter Anwendung eines Glaseylinders, zur Beschleunigung dieser Operation, verascht. Die Asche wurde hierauf in verdünnter Salzsäure gelöst, die Lösung auf dem Wasserbade zur Abscheidung der Kieselsäure zur Trockne verdampft, nochmals in Salzsäure

---

1) Fresenius, Bd. XX, p. 367.

1. Periode. — Fütterung mit Hundekuchen ohne Kalkzusatz.

Einnahme: N 22,68, CaO 0,78,  $P_2O_5$  5,04 pro die.

Ausgabe:

Datum.	Menge des		Spec. Gewicht des Harns.	N			CaO			$P_2O_5$			$P_2O_5 : N$ im Harn.	Bemerkung.
	Harn.	Koth.		Harn.	Koth.	Gesamt.	Harn.	Koth.	Gesamt.	Harn.	Koth.	Gesamt.		
November.	ccm	gr				gr			gr			gr		
12.	630	277	1040	17,45	4,29	21,74	0,045	1,49	1,535	3,510	3,14	6,650	20 : 100	Gew. am 12. u. 15. Nov. 32,9 kg. Reaction des Harn stets amphoter. Sediment von Tripel- phosphat. Kothreaction stets sauer.
13.	635	276	1042	18,10	4,06	22,16	0,048	1,60	1,648	2,930	3,02	5,950	16 : 100	
14.	610	210	1027	18,47	4,10	22,57	0,047	1,02	1,067	2,745	2,28	5,025	15 : 100	
15.	640	274	1032	17,01	4,79	21,80	0,042	1,75	1,792	3,162	3,57	6,732	17 : 100	
Summa	2515	1037	—	71,03	17,24	88,27	0,182	5,86	6,042	12,847	12,01	24,857	—	
Durchschn. Einnahme.	629	259	1035	17,76	4,31	22,07	0,0455	1,465	1,5105	3,087	3,003	6,089	17 : 100	
	—	—	—	—	—	22,68	—	—	0,7800	—	—	5,040	—	
Durchschn. Diff.	—	—	—	—	—	+ 0,61	—	—	— 0,7305	—	—	— 1,049	—	

**Tages-Bilanz.**

Tag.	N	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
I	+ 22,68 — 21,74	+ 0,780 — 1,535	+ 5,040 — 6,650
Diff.	+ 0,94	— 0,755	— 1,610
II	+ 22,68 — 22,16	+ 0,780 — 1,648	+ 5,040 — 5,950
Diff.	+ 0,52	— 0,868	— 0,910
III	+ 22,68 — 22,57	+ 0,780 — 1,067	+ 5,040 — 5,025
Diff.	+ 0,11	+ 0,287	+ 0,015
IV	+ 22,68 — 21,80	+ 0,780 — 1,792	+ 5,040 — 6,732
Diff.	+ 0,88	— 1,012	— 1,692
Gesamt-Bilanz.	+ 90,72 — 88,27	+ 3,120 — 6,042	+ 20,160 — 24,357
Diff.	+ 2,45	— 2,922	— 4,197

gelöst, die Lösung auf ein bestimmtes Volumen gebracht und hiervon ein Theil zur Kalkbestimmung nach der beim Harn angegebenen Methode, ein anderer Theil zur Phosphorsäurebestimmung verwendet. Die Phosphorsäure lässt sich im Kothe wegen der oft in grosser Menge vorhandenen Thonerde und des Eisens nicht durch Titriren bestimmen, sondern nur vermittelt der Sonnenschein'schen Molybdän-Methode. Die Chlorbestimmung wurde im Harn und Koth nach der Methode von Arnold<sup>1)</sup> vorgenommen.

Die Resultate der letzten 4 Tage der Vorfütterungsperiode ergaben sich aus vorstehender Zusammenstellung.

Nach den vorstehenden Ergebnissen hätten innerhalb der 4 Tage 2,45 gr N zum Ansatz gebracht werden müssen. Dies entspräche einer Gewichtszunahme von 72 gr. Das Gewicht des

1) Neuhauser und Vogel, Harnanalyse, p. 322.

Hundes veränderte sich nicht. Der Grund, wesshalb eine N-Menge von 0,61 gr p. d. verschwand, ist höchst wahrscheinlich darin zu suchen, dass ein diesem N entsprechender Bruchtheil der Nahrung überhaupt nicht in den Körper gelangte. Es konnte trotz der grössten Sorgfalt nicht vermieden werden, dass bei dem Zerkauen der trocknen Bissen Spuren auf den Boden fielen, welche ihrer Kleinheit wegen verloren gingen. Dass diese Vermuthung richtig ist, ergiebt sich aus den folgenden Versuchen. Bei diesen wurden die im Ganzen gemahlenen Kuchen abgewogen und mit destillirtem Wasser zu einem steifen Brei angerührt. Der Verlust durch Umherstreuen wurde vermieden, das N-Deficit sank bis auf 0,17 p. d. Die in diesem Versuch fehlenden 0,61 gr N p. d. entsprechen einem täglichen Futterverlust von 16 gr. Anstatt 600 gr müssten demnach 548 gr Kuchen in Rechnung gebracht werden. Die wirklich aufgenommene CaO-Menge würde sich dann p. d. um 0,021 gr (von 0,78 auf 0,759), die der  $P_2O_5$  um 0,136 gr (von 5,04 auf 4,904) ermässigen. Nichtsdestoweniger ist diese Correction in der Tabelle nicht ausgeführt worden, da die zu ziehenden Schlüsse trotzdem ihre Gültigkeit behalten.

Von den durchschnittlich im Tage als vereinnahmt zu betrachtenden 22,07 gr N erscheinen 4,31 gr im Koth, 17,76 gr im Harn. Es sind daher als nicht verdaut zu betrachten, selbst nach Abzug derjenigen N-Menge, welche auf die Verdauungssecrete entfiel (0,15 gr)<sup>1)</sup>, rund 20 pCt. (genauer 18,8 pCt), ein gegenüber der Ausnutzung bei Fleischnahrung mit 1,3 pCt. ungünstiges Verhältniss. Etwas besser gestaltet sich dasselbe, wenn wir die Verdaulichkeit reinen Brodes ins Auge fassen. Der Hund von E. Bischoff<sup>2)</sup> schied 23 pCt. N vom aufgenommenen Brod im Koth wieder aus (der Mensch entfernt unausgenutzt 32 pCt.)<sup>3)</sup> Ferner ist es augenscheinlich, dass mit Hundekuchen das Stickstoffgleichgewicht eher herzustellen ist als mit reinem Brod. Der 29 kgr schwere Hund Bischoffs konnte mit 806 gr Brod überhaupt nicht das N-Gleichgewicht erreichen, ein 22 kgr schwerer erst mit 1054 gr, während der unsrige 32,9 kgr wiegende Hund sich schon mit 600 gr im N-Gleichgewicht befindet. Ein weiter zu beobachtender

1) C. v. Voit, Hermann's Handbuch der Physiologie, p. 34.

2) Zeitschrift für Biologie, Bd. V, 1869, p. 467.

3) Rubner, Ebenda, Bd. XV, 1879, p. 115.

Umstand ist die Möglichkeit, regelmässige tägliche Kothmengen zu erhalten. Es sind dies Vortheile, welche die Anwendung der Hundekuchen bei Stoffwechselversuchen zu empfehlen geeignet sind.

Von Kalk und Phosphorsäure erscheinen nicht nur die eingeführten Quantitäten in den Excreten, sondern ein Ueberschuss in der Ausgabe. Es kann dies nur auf eine Abgabe von Kalk und Phosphorsäure bezogen werden, welche der Körper leistet.

Bezüglich der Vertheilung der mit den Excreten ausgeschiedenen Kalkmengen ist zu bemerken, dass der bei weitem grösste Theil im Koth erscheint.

Das Verhältniss der durchschnittlich im Harn zu den im Koth enthaltenen  $\text{CaO}$ -Mengen ist 1:32 und variirt an den einzelnen Tagen nur wenig.

Die Phosphorsäure-Ausscheidung überwiegt im Harn, aber nicht constant; an einzelnen Tagen wird im Koth mehr ausgeschieden als im ersteren.

In dem Verhältniss der Gesamtausscheidung von Kalk und Phosphor lässt sich keine genaue Uebereinstimmung an den einzelnen Tagen erkennen. Im Durchschnitt übertrifft die  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Ausscheidung die des  $\text{CaO}$  um das vierfache, während in der eingeführten Nahrung 6,5mal soviel Phosphorsäure als Kalk vorhanden ist. Mit den Excreten wird also auch relativ mehr Kalk ausgeführt, als mit dem Futter vereinnahmt.

Der relative Werth der Phosphorsäure schwankt bei gleichmässiger Fütterung und Haltung zwischen 15 und 20. Im Mittel beträgt derselbe bei Hundekuchenfütterung 17. — Bei reiner Brodfütterung fand E. Bischoff<sup>1)</sup> Werthe von 21,6 bis 29,7, Zülzer<sup>2)</sup> von 22,9—27,7. Der Vergleichung wegen mögen Zahlen, welche bei Fleischfütterung erhalten wurden, folgen. Zülzer (l. c.) giebt als Durchschnittswerth bei reiner Fleischfütterung 12,8, Kramsztyk<sup>3)</sup> 18. Das durchschnittliche Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff ist nach Bischoff bei Fütterung mit Fleisch und Fett für den Hund 11,9.

Wie schon oben hervorgehoben, wird mehr Kalk und Phosphorsäure ausgeschieden, als eingeführt. Diese Mehrausgabe lässt

---

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. III, 1867, p. 319.

2) Virchow's Archiv, Bd. 66, 1876, p. 223.

3) Jahresbericht von Hofmann-Schwalbe, p. 283.

sich auch in den Bilanzen der einzelnen Tage erkennen. Nur am 3. Tage bleibt im Körper 0,015  $P_2O_5$  zurück. Berücksichtigt man jedoch den durchschnittlichen Futterverlust, so ergibt sich auch für diesen Tag ein Minus von 0,121 gr Phosphorsäure. Wenngleich dieses Verlustes wegen im Allgemeinen die vom Körper abgegebenen Mengen zu klein erscheinen, so ändert dies nichts an dem Verhältniss, in welchem die Differenzen zu einander stehen. Am ersten Tage wird 0,755 gr Kalk und 1,61 gr Phosphorsäure mehr ausgeschieden, als vereinnahmt wurde, am zweiten Tage 0,868 CaO und 0,910  $P_2O_5$ , am vierten Tage 1,012 resp. 1,692. Ein constantes Verhältniss ist in diesen Differenzen nicht erkennbar. Im Durchschnitt wird nicht ganz doppelt soviel Phosphorsäure vom Körper abgegeben als Kalk.

Dass bei kalk- und phosphorsäure-armer Nahrung gewisse Mengen dieser Aschebestandtheile zu Verlust gehen, beim Fleischfresser sowohl als beim Pflanzenfresser, ist eine durch zahlreiche Untersuchungen festgestellte Thatsache. Die Ziege Nr. 3 von Weiske<sup>1)</sup> verlor bei phosphorsäure-armer Nahrung innerhalb 42 Tagen 52,5 gr Phosphorsäure in minimo, die mit kalk-armem Futter ernährte Ziege innerhalb 49 Tagen 63,76 gr Kalk. Ein Hund, welchen Forster<sup>2)</sup> 26 Tage lang mit Fleischrückständen unter Zusatz von Fett und Stärkemehl ernährt hatte, verlor in diesem Zeitraum ca. 15,5 gr Kalk. Hierbei stellte es sich heraus, dass die Knochen die Hauptmasse des Kalks verloren hatten, 13,57 gr, während Blut und Muskeln nur mit 1,13 gr, die übrigen Weichtheile mit 0,8 gr Ca an dem Verluste theilhaft waren.

Dasselbe gilt *et. par.* auch für die Entziehung der übrigen Aschebestandtheile, resp. der Gesamttasche.

Wir möchten bei dieser Gelegenheit den Effect, welchen Forster bei salz-armer Nahrung an Hunden erzielte, mit kurzen Worten einer Besprechung unterziehen. Forster sah bei seinen Versuchsthiereu Zittern und Muskelschwäche eintreten. Die Schwäche in einzelnen Muskelpartieen, namentlich der hinteren Extremitäten, nahm allmählich schon von der zweiten Versuchswoche ab einen lähmungsartigen Charakter an. Bei einem der Hunde stellten

1) Zeitschr. für Biologie, Bd. VII, 1871, p. 179 u. 333.

2) Ebenda, Bd. XII, 1876, p. 464.

3) Ebenda, Bd. IX, 1873, p. 297.



sich Sehstörungen ein, was aus dem Umstand hervorging, dass er bei den Versuchen zu gehen beständig mit dem Kopfe an eine entgegenstehende Mauer anstiess. Auch Erscheinungen einer erhöhten Erregbarkeit machten sich in späterer Zeit öfters geltend durch plötzliches Niederfallen, heftiges Erschrecken. Der Tod erfolgte unter allgemeinen Krämpfen und Erstickungserscheinungen. Von Knochenerkrankungen war nichts zu bemerken. Es erinnern diese krankhaften Erscheinungen an ähnliche, welche Heitzmann<sup>1)</sup> bei einem Theil seiner Versuchsthiere eintreten sah. Heitzmann verabreichte gemischte Kost unter Ausschluss kalkhaltiger Nahrungsmittel. Ausserdem wurde Milchsäure, theils subcutan, theils per os verabfolgt. Bei dem einen Hunde traten eine Woche nach Beginn des Versuchs Zuckungen, bald darauf Diarrhöe und Abmagerung ein. Nach 14 Tagen stellten sich rachitische Erscheinungen ein. Ganz übereinstimmend waren die Wirkungen bei anderen jungen Hunden und Katzen; bei allen Fleischfressern waren Katarrhe der Conjunctiva, der Bronchial-, Magen- und Darm-schleimhaut, Abmagerung und Zuckungen der Extremitäten die begleitenden Symptome der Verkrümmungen und Anschwellungen an den Knochen.

Zunächst erscheint es auffallend, dass gerade bei Aschehung die Störungen in den nervösen Centralapparaten sich geltend machten, während bei Gesamthunger diese Erscheinungen fehlen. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass auch bei Gesamthunger im Centralnervensystem ein ähnlicher Zustand eintreten könnte, wie bei Aschehung. Nach C. Voit<sup>2)</sup> erhält sich bei Gesamthunger das Nervensystem fast intact. Bei der Hungerkatze Voit's entfiel von 1057 gr Gesamtverlust 1 gr auf Hirn und Rückenmark (frisches Organ). Dies wird dadurch erklärt, dass ein Theil des zersetzten Eiweiss der übrigen Organe zur Ernährung derjenige verwendet wird, welche am meisten thätig sind, daher dürfte die Annahme einer gewissen Analogie mit den Zuständen bei Aschehung nicht ungerechtfertigt erscheinen. Sodann befremdet die kurze Frist, innerhalb welcher die Zuckungen, das Muskelzittern und die Lähmungen eintreten. Es drängt sich die Vermuthung auf, dass die genannten Krankheitssymptome auf eine andre Ursache,

---

1) Anzeiger d. kaiserl. Akad. d. Wissenschaften. Wien 1873, N. 17.

2) Handbuch der Physiologie von Hermann, p. 96.

als den partiellen oder totalen Aschehungern zurückzuführen sein dürften. Roloff<sup>1)</sup> giebt dieser Ansicht in Bezug auf Heitzmanns Versuche mit folgenden Worten Ausdruck: „Die katarrhalischen Erscheinungen bei den Thieren hatten mit der Milchsäurefütterung sowie mit der Rachitis gar nichts zu thun. Bei der natürlichen Rachitis kommen bei Thieren keine Katarrhe als begleitende Erscheinungen vor, es sei denn in Folge eines zufälligen Zusammentreffens. Der Katarrh bei den Fleischfressern hatte ganz bestimmt eine andere Ursache, und die Zuckungen hingen von dem Katarrh, nicht von dem Milchsäuregenusse ab. Diese sogenannte Staupe ist ja eine sehr häufige Krankheit der Hunde.“ Es liegt sehr nahe, diesen Zweifel auch gegenüber den Forster'schen Versuchen geltend zu machen, da auch hier alle Krankheits-symptome bis in die kleinsten Details für das Vorhandensein von Staupe sprechen, nicht zum mindesten das gleichzeitige Vorkommen bei mehreren Versuchsthieren: denn die Staupe ist eine Krankheit infectiöser Natur. — Herr Professor Dr. C. von Voit hatte die grosse Liebenswürdigkeit uns in privater Mittheilung auf das Gewagte dieser Einwendung hinzuweisen. Wir glauben uns keiner Indiscretion schuldig zu machen, wenn wir die Gegen-gründe hier anreihen.

Prof v. Voit schreibt uns: „Beim Hunger tritt keine relative Aenderung der Stoffe im Körper ein, während bei Aschehungern der Salzgehalt der Organe abnimmt.“ Und weiter: „Bei einseitiger Entziehung anderer Nahrungsstoffe sind bis jetzt solche Erscheinungen nicht beobachtet worden, denn bei Ausschluss von Eiweiss oder von Fett aus der Nahrung verarmt das Gehirn thatsächlich nicht an Eiweiss oder Fett, es nimmt aber bei Entziehung von Salz an Salzen ab. Es kann doch gewiss nicht gleichgültig sein, ob die sonst so empfindliche Nervensubstanz ihren normalen Gehalt an Aschebestandtheilen besitzt oder nicht, und man wird im letzteren Falle doch sicherlich auf pathologische Erscheinungen von ihr aus rechnen müssen. Ausserdem kann ja wie bekannt das gleiche Krankheitsbild durch verschiedene Ursachen erzeugt werden.“

Da wir für längere Zeit wegen des Umbaues der Arbeits-räume ausser Stande sind, thatsächliches Material zu sammeln, so unterlassen wir es, diese Frage weiter zu ventiliren.

1) Archiv für Thierheilkunde, Bd. I, 1875, p. 189.



## Tages-Bilanz.

Tag.	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
I	+ 5,1400 — 5,0615	+ 8,710 — 7,910
Diff.	+ 0,0785	+ 0,80
II	+ 5,140 — 3,658	+ 8,710 — 6,562
Diff.	+ 1,482	+ 2,148
III	+ 5,140 — 5,415	+ 8,710 — 7,414
Diff.	— 0,275	+ 1,286
IV	+ 5,140 — 6,145	+ 8,710 — 11,182
Diff.	— 1,005	— 2,472
Gesamt- bilanz.	+ 20,5600 — 20,2795	+ 34,840 — 33,068
Diff.	+ 0,2805	+ 1,782

Am 16. November begann die Fütterung mit dreibasich-phosphorsaurem Calcium  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$ , welches zu dem täglichen Futter, das, wie oben schon erwähnt, gemahlen und mit destillirtem Wasser angefeuchtet war, in einer Menge von je 10 gr zugesetzt wurde. Das Kalksalz wurde vorher analysirt, und für die weitere Verwendung trocken aufbewahrt. In 10 gr Calciumtriphosphat sind enthalten 4,36 CaO und 3,37 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Die Excrete wurden vom 18. ab untersucht. — Der Zusatz des Kalksalzes zu dem Futter wirkte etwas verzögernd auf die Entleerung der Fäces, und musste am 19. und 20. mit je 40 gr Ricinusöl nachgeholfen werden.

Das weitere ergibt die vorstehende Zusammenstellung.

Stickstoffgleichgewicht ist vorhanden.

Die absoluten Mengen sowohl des mit dem Harn als auch mit dem Koth ausgeschiedenen Kalkes sind vermehrt, ebenso die der Phosphorsäure in Rücksicht auf Periode 1.

Das Verhältniss des im Urin entleerten Kalkes zu dem mit dem Koth entfernten beträgt 1:46, das analoge der Phosphorsäure 1:1,3.

Die Gesamtausgabe von Kalk ist im Vergleich zur Phosphorsäure auch hier noch etwas grösser, 1:1,6, gegenüber demselben Verhalten dieser Aschebestandtheile in der Nahrung 1:1,7.

Absolut finden wir ein Minus in der Ausgabe beider Körper, 5,0699 und 8,267, gegenüber der Durchschnittseinnahme von 5,14 und 8,17. Es ist also sowohl von Kalk als von Phosphorsäure ein geringes Quantum zurückgehalten worden, und zwar von der Phosphorsäure relativ mehr als von Kalk. Insgesamt sind im Organismus zurückgeblieben 0,2805 gr Kalk und 1,782 gr Phosphorsäure. Durchschnittlich werden täglich zurückgehalten 0,07 gr Kalk und 0,44 gr Phosphorsäure. An den einzelnen Tagen macht sich dieses Verhalten nicht constant erkennbar, was vermuthlich auf eine Unregelmässigkeit in der Kothabgrenzung zurückzuführen sein dürfte.

Bezüglich der resorbirten Mengen der beiden Aschebestandtheile macht sich eine tägliche Steigerung bemerkbar. Resorbirt ist von beiden absolut mehr als in der 1. Periode, 0,1077 CaO und 3,539 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> im täglichen Durchschnitt gegenüber 0,0455 CaO und 3,087 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> während der Vorfütterung.

Vergleichen wir jedoch die resorbirten Quoten in Bezug auf die mit dem Futter in den Darm gelangten Mengen, so finden wir, dass in der 2. Periode von dem eingeführten Kalk der 47,7. Theil, in der 1. der 17,1. Theil resorbirt worden ist; von Phosphorsäure wurde in der 2. Periode der 2,46. Theil, in der 1. der 1,6. Theil resorbirt.

Der relative Werth der Phosphorsäure hatte sich am 1. Tage nicht geändert.

Das Futter wurde in der bisherigen Weise weiter verabfolgt bis zum 26. November, an welchem Tage dreibasisch-phosphorsaures Calcium durch zweibasisches [CaHPO<sub>4</sub>] ersetzt wurde. In 10 gr dieses Salzes sind enthalten 3,908 gr Kalk und 4,310 gr Phosphorsäure-Anhydrit.

Die Untersuchungen wurden am 29. Nov. wieder aufgenommen.



## Gesamt-Bilanz:

	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	+ 18,752	+ 37,400
	— 18,439	— 37,225
Diff.	+ 0,313	+ 0,175

Wie aus der am Ende der Periode vorgenommenen N-Bestimmung hervorgeht, befindet sich der Hund noch im Stickstoffgleichgewicht.

Gegen die vorige Periode ist die Gesamtausgabe an Kalk zurückgegangen (18,439 gr, in voriger Versuchsreihe 20,2795), dagegen hat die Phosphorsäure-Ausgabe eine Steigerung erfahren, 37,225 gegen 33,068. Dies entspricht der Veränderung in der Einnahme, indess doch nicht genau; denn von der täglich verabfolgten Kalkmenge (4,688 gr) fehlen in den Tagesausgaben 0,078, insgesamt 0,313 gr; von Phosphorsäure täglich 0,044, insgesamt 0,175 gr. Von Kalk ist also annähernd ebensoviel als in der vorigen Periode, von Phosphorsäure der 10. Theil zurückbehalten worden.

Das Verhältniss des im Urin entleerten Kalk zu dem mit dem Koth entleerten ist 1:86, der Phosphorsäure im Urin zu der in den Fäces 1:2,1. Im Vergleich zur 2. Periode ist um die Hälfte weniger Kalk resorbirt worden. Dieses Minus in dem resorbirten Antheil ist nicht gleichmässig vertheilt. Am 29. November werden noch 0,067 gr, an den folgenden 0,044—0,042—0,058 gr resorbirt; es macht sich unverkennbar eine Abnahme in der Resorption bemerklich. Auch in der Resorption der Phosphorsäure ist die resorbirte Menge relativ geringer als in Periode 2, wie sich aus dem obigen Verhältniss 1:2,1 (vorher 1:1,3) ergibt. Absolut erscheint mehr P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> im Harn (4,496 gr) als in dem vorangehenden Versuch (3,539), und lässt sich an den einzelnen Tagen eine Steigerung der Resorption (von 3,938 auf 5,522) nicht verkennen. Die absoluten, im Urin enthaltenen CaO-Mengen betragen auch annähernd die Hälfte der früheren (0,211 gegenüber 0,43 gr).

Unter Berücksichtigung der resorbirten Quantitäten an CaO zu den eingeführten, erhalten wir das Verhältniss 1:88; desgleichen von P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1:2.

Die Gesamtausgabe von Kalk im Vergleich zur Phosphorsäure ist etwas geringer, 1:2, als in der Einnahme, 1:1,99; es ist also auch relativ weniger Phosphorsäure im Körper zurückbehalten worden als Kalk.

Durch die gesteigerte Resorption der Phosphorsäure hat der relative Werth derselben am letzten Tage auf  $\frac{3}{2}$  sich erhöht.

Am 3. December erhielt der Hund noch das Futter von der 3. Periode. Vom 4. ab wurde anstatt der 10 gr zweibasischen Kalkphosphats eine Lösung von einbasischem Kalkphosphat dem Futter beigemischt. In der Lösung waren 5 gr dieses Salzes enthalten, entsprechend 0,75 gr CaO und 2,81 gr  $P_2O_5$ . Es war diese geringere Quantität zuerst angewendet worden, um dem Hunde das Futter nicht zu verleiden. Da es bis zum 8. ohne Schwierigkeiten verzehrt worden war, fand am 9. eine Steigerung der Dosis auf 10 gr des Salzes statt. Hierbei wurde die Mahlzeit jedoch nicht ohne Unterbrechung verzehrt, immerhin verzehrte der Hund im Laufe einiger Stunden das gesammte Futter, wengleich nicht ohne Widerstreben.

Die Untersuchung der Excrete begann am 5. December.

4. Periode. — Fütterung mit Hundekuchen und einbas. Kalkphosphat.

#### Einnahme:

Vom 5. bis incl. 8. Dec. pro die:                      Vom 9. bis incl. 12. Dec. pro die:

N 22,68	N 22,68
CaO 0,78 + 0,75 = 1,53	CaO 0,78 + 1,5 = 2,68
$P_2O_5$ 5,04 + 2,81 = 7,85	$P_2O_5$ 5,04 + 5,62 = 10,66.

#### Insgesamt:

Vom 5.—8. Dec.	Vom 9.—12. Dec.	Vom 5.—12. Dec.
CaO 6,12	9,12	15,24
$P_2O_5$ 31,40	42,64	74,04.

Im Durchschnitt pro die:

CaO 1,905
$P_2O_5$ 9,255.





**Gesamtbilanz:**

	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	— 15,5234	— 77,986
	+ 15,2400	+ 74,040
Differ.	— 0,2834	— 3,946

Stickstoffbestimmungen wurden nur am 9. und 11. ausgeführt. An diesen beiden Tagen zeigte es sich, dass der Hund sich nicht mehr im N-Gleichgewicht befand, sondern mehr N abgab, als in dem täglichen Futter enthalten war. Der Ueberschuss in der Ausgabe entfällt auf die im Urin ausgeführten N-Quantitäten, ein Beweis dafür, dass nicht etwa mehr Eiweiss mit den Verdauungssäften nach dem Darm hin abgeschieden wird, sondern dass nach Einführung grösserer Mengen des einbasischen Kalkphosphats von dem Eiweiss der Körpersäfte mehr zerfällt als bisher. Hierfür spricht auch die Abnahme des Körpergewichts um 300 gr und der Verlust von CaO und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Man könnte einwenden, dass dieser Verlust durch eine Wasserabgabe seitens des Körpers herbeigeführt worden sei. Berücksichtigen wir jedoch, dass dem Versuchsthier Wasser in beliebiger Quantität zur Verfügung stand und thatsächlich solches in steigenden Quantitäten aufgenommen wurde, so kann man einen Wasserverlust des Organismus wohl als ausgeschlossen betrachten. Anders würde es sich vielleicht verhalten haben, wenn bei steigender Salzgabe die verabfolgte Wasserquantität die gleiche geblieben wäre.

Die aus den N-Bestimmungen erhaltenen Zahlen stehen nicht ganz im Einklang mit der Abnahme des Körpergewichts. Nehmen wir an, dass täglich 1 gr mehr N zur Ausscheidung gelangt, so entsprechen diese 8 gr einer Zersetzung von 235,3 gr Fleisch. Der Gewichtsverlust von 300 gr ist dadurch nicht gedeckt. Ob nun in den letzten Tagen mehr Körpereiwiss in den Zerfall gezogen wurde als zu Anfang, oder ob andere Bestandtheile zu Verlust gingen, mag dahingestellt bleiben. Wahrscheinlich ist letzteres, wenn wir die Phosphorsäure-Abgabe ins Auge fassen. In der Gesammtausgabe finden sich 3,946 gr Phosphorsäure mehr als in der Einnahme. Nehmen wir an, dass der Verlust von 300 gr Körper-

substanz auf Fleisch allein zu beziehen wäre, so entspräche dies einer Mehrabgabe von 10,2 gr N. Auf dieses Quantum N würde, da auf 100 N ungefähr 14  $P_2O_5$  zu rechnen sind <sup>1)</sup>, 1,428  $P_2O_5$  entfallen. 2,518 gr Phosphorsäure muss also aus anderen Organen entstammen. Es liegt wohl nichts näher, als hierbei an die Knochen zu denken. Doch unterlassen wir es, hierüber eine bestimmte Meinung auszusprechen, weil eine exacte Begründung sich wegen des Fehlens der nöthigen N-Bestimmungen nicht ausführen lässt.

Um Zahlen für die Ausscheidungen von Kalk und Phosphorsäure zu erhalten, welche mit denen der übrigen Versuche direct vergleichbar sind, wird es nöthig, die bei einer täglichen Durchschnittsdosis von 7,5 gr primären Kalkphosphats gewonnenen für eine tägliche Durchschnittsgabe von 10 gr umzurechnen. Wir erhalten:

## Ausgabe:

	CaO			$P_2O_5$		
	Harn.	Koth.	Gesammt	Harn.	Koth.	Gesammt
Summe von 8 Tagen	0,832	19,871	20,703	62,88	41,101	103,981
Durchschnitt pro die Einnahme	0,104	2,484	2,588	7,860	5,138	12,998
	—	—	2,540	—	—	12,340
Durchschnittl. Differenz	—	—	— 0,048	—	—	— 0,658

Hieraus ist ersichtlich, dass der Kalk im Harn absolut um das Doppelte zugenommen hat. Das Verhältniss zu dem im Koth vorhandenen beträgt 1:24.

Ebenso weist die Phosphorsäure eine enorme Vermehrung im Urin auf gegenüber der vorangehenden Periode. Dieselbe ist von 4,496 im täglichen Durchschnitt auf 7,860 gestiegen und überwiegt die im Harn vortretene Quantität sogar die mit dem Koth entfernte, welche den 0,68. Theil davon ausmacht.

1) Zülzer, l. c. p. 226.

In der Durchschnittseinnahme verhält sich der Kalk zur Phosphorsäure wie 1:4,86, in der Ausgabe wie 1:5,02; die Phosphorsäure ist auch relativ in der Ausgabe vermehrt.

In Rücksicht auf die eingeführten Mengen sind als resorbiert anzusehen von Kalk 24 Theile, von Phosphorsäure 1,5 Theile. Es besteht hier ein erheblicher Unterschied in dem Verhältniss der im Urin vorhandenen Phosphorsäure zu der im Koth vorhandenen einerseits (1:0,68) und andererseits zu der in der Nahrung eingeführten (1:1,5). Es weist dieser Umstand darauf hin, dass zu dem aus dem Futter stammenden, resorbierten Antheil der Phosphorsäure noch Mengen dieser Säure von anderswo, als aus dem in den Darm gelangten Futter, hinzugekommen sein müssen; denn sonst würden diese Verhältnisse übereinstimmen.

Der relative Werth der Phosphorsäure beträgt am 11. Dec. 42.

Der Harn reagirte stets sauer. Um zu untersuchen, ob die saure Reaction des Harns auf die Zunahme der Phosphorsäure im Urin allein zu beziehen sei, wurde die Acidität mit Normalnatronlauge bestimmt. In der That sehen wir entsprechend der Zu- oder Abnahme der Phosphorsäuremenge im Urin einen entsprechenden Mehr- oder Minderverbrauch an Titrirflüssigkeit.

In dem am letzten Versuchstage aus der Jugularis entnommenen Blut sind enthalten 0,0061 pCt. CaO und 0,085 pCt.  $P_2O_5$  (1:14), ein erheblich verändertes Verhältniss als im Harn.

Vergleichen wir die aus den Einzelversuchen erhaltenen Resultate unter sich, so ergeben sich nachstehende Folgerungen.

#### Gesammtausgabe:

Pe- riode	N			CaO			$P_2O_5$		
	Harn.	Koth.	Gesammt	Harn.	Koth.	Gesammt	Harn.	Koth.	Ge- sammt
	gr			gr			gr		
1	71,03	17,24	88,27	0,182	5,86	6,042	12,347	12,01	24,357
2	—	—	—	0,4295	19,85	20,2795	14,158	18,910	33,068
3	—	—	—	0,211	18,228	18,439	17,985	19,240	37,225
4	—	—	—	0,416	9,925	10,351	31,44	20,550	51,860

## Durchschnittsausgabe pro die:

Pe- riode.	N			CaO			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
	Harn.	Koth.	Gesammt	Harn.	Koth.	Gesammt	Harn.	Koth.	Ge- sammt
	gr			gr			gr		
1	17,76	4,31	22,07	0,0455	1,465	1,5105	3,087	3,003	6,089
2	—	—	22,35	0,1077	4,960	5,0699	3,539	4,728	8,267
3	—	—	22,40	0,053	4,557	4,610	4,496	4,810	9,306
4	—	—	23,58	0,104	2,484	2,588	7,860	5,138	12,998

## Gesamteinnahme:

Periode	N	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	gr		
1	90,72	3,120	20,160
2	90,72	20,560	34,840
3	90,72	18,752	37,400
4	90,72	10,160	49,360

## Durchschnittseinnahme p. d.:

1	22,68	0,780	5,040
2	22,68	5,140	8,710
3	22,68	4,688	9,350
4	22,68	2,540	12,998

## Gesamtdifferenz.

Periode.	N	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	gr		
1	+ 2,45	— 2,922	— 4,197
2	—	+ 0,2805	+ 1,782
3	—	+ 0,3130	+ 0,175
4	—	— 0,1910	— 2,632

## Durchschnittsdifferenz pro die.

1	+ 0,61	— 0,7305	— 1,049
2	+ 0,33	+ 0,0701	+ 0,443
3	+ 0,28	+ 0,0780	+ 0,044
4	— 0,90	— 0,048	— 0,658

## Relationen.

Verhältniss von	1. Periode.	2. Periode.	3. Periode.	4. Periode.
CaO im Harn zu CaO im Koth.	1 : 32,2	1 : 46	1 : 86	1 : 23,90
CaO im Harn zu CaO im Futter.	1 : 17,1	1 : 47,7	1 : 88	1 : 23,96
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Harn zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Koth.	1 : 0,97	1 : 1,3	1 : 2,1	1 : 0,68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Harn zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Futter.	1 : 1,63	1 : 2,46	1 : 2,08	1 : 1,5
Gesammt CaO zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in der Ausgabe.	1 : 4,03	1 : 1,6	1 : 2,0	1 : 5,02
Gesammt CaO zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in der Einnahme.	1 : 6,46	1 : 1,7	1 : 1,99	1 : 4,86
CaO im Harn zu P <sub>2</sub> P <sub>5</sub> im Harn.	1 : 67,8	1 : 32,86	1 : 84,83	1 : 75,58
CaO im gefütterten Salz zur entspr. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .	—	1 : 0,842	1 : 1,10	1 : 3,75
CaO zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in der Durchschnittsdifferenz.	1 : 1,43	1 : 6,3	1 : 0,58	1 : 13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> zu N.	17 : 100	17 : 100	32 : 100	42 : 100

In der 1. Periode ist CaO vom Körper abgegeben worden, und zwar hat die Ausscheidung durch den Darm stattgefunden, wie aus den Verhältnissen des im Urin vorhandenen Kalkes zu dem im Koth (1:32,2) und im Futter (1:17,1) hervorgeht. Diese Thatsache ist bemerkenswerth und giebt Veranlassung zu einer gelegentlichen Bemerkung — Seemann<sup>1)</sup> fand bei Rachitis keine Mehrausscheidung von Kalk im Harn. Derselbe schliesst hieraus, dass die Kalksalze in den Verdauungsorganen nicht genügend ausgenutzt und daher mit den Fäces ausgeschieden werden. Dieser Satz darf jedoch nicht verallgemeinert werden. Nur bei genügender Kalkzufuhr trifft diese Annahme zu. In den von Seemann angeführten Fällen war allerdings Kalkmangel nicht

1) Virchow's Archiv, Bd. 77, 1879, p. 309.

vorhanden, und deshalb auf eine ungenügende Ausnutzung im Darmkanal zu schliessen.

Damit ist jedoch keineswegs gesagt, dass Rachitis durch Kalkmangel nicht entstehen kann, wie dies von Roloff und E. Voit positiv erwiesen ist.

Das Plus an Phosphorsäure, welches in der Ausgabe vorhanden ist, hat den Körper mit dem Harn verlassen.

Bei Fütterung der Kalkphosphate wird Kalk resorbiert, und zwar sowohl vom dreibasischen als vom zwei- und einbasischen. Dasselbe gilt von der Phosphorsäure. Die resorbierten Quantitäten verhalten sich annähernd proportional den im Futter enthaltenen. Von dem in den Darm eingeführten Kalk ist mehr resorbiert in Periode 2 und 3, als mit den Verdauungssäften wieder nach dem Darm abgeschieden wurde; denn sonst müsste das Verhältniss des Kalks im Harn zu dem im Futter und Koth gleich sein. Dies ist aber nicht der Fall, sondern es befindet sich im Koth relativ weniger Kalk als im Futter. — Bezüglich der Phosphorsäure ist das gleiche zu sagen, mit Ausnahme der Fütterungsperiode mit zweibasischem Kalk. Von der Phosphorsäure dieses Salzes ist ebensoviel resorbiert, als nach dem Darm hin wieder abgeschieden.

In den in der ersten Periode zu Verlust gegangenen Quantitäten Kalk und Phosphorsäure überwiegt der Kalk, weil der Kalkgehalt der Nahrung noch relativ geringer war als der der Phosphorsäure ( $\text{CaO}$  in der Einnahme zur Phosphorsäure der 1. Periode = 1:6,46). Für diese zu Verlust gegangenen Quoten ist von der in der zweiten Periode gegebenen Phosphorsäure schon in dieser Zeit soviel zurückgehalten, dass annähernd die verlorene Phosphorsäure ergänzt wird, während der Kalk langsamer sich ersetzt. Wir sehen nämlich, dass, obwohl in der 3. Periode absolut mehr Phosphorsäure resorbiert wird als in der zweiten, von der Säure nach annäherndem Ausgleich des Bedarfs in der 2. Periode im Körper nichts mehr zurückgehalten wird, während von  $\text{CaO}$  immer noch ein kleiner Ansatz erfolgt, bis auch in dieser Richtung der ursprüngliche Verlust ausgeglichen ist.

In der 2. und 3. Periode hat also ein Ansatz von  $\text{CaO}$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$  stattgefunden. Dieses Factum ist aber nicht darauf zurückzuführen, dass der Körper ohne weiteres diese Aschebestandtheile assimiliert, diese Assimilirung ist bedingt durch den vorangegangenen Aschehunger.

Berücksichtigen wir in beiden Perioden die im Harn enthaltenen absoluten Mengen mit Rücksicht auf die im Koth vorhandenen, so ergibt sich für die 2. Periode eine viel grössere in Circulation gelangte Kalkquantität, obwohl grosse Unterschiede in den vereinnahmten Quantitäten nicht vorhanden sind (20,56 und 18,752). Es hätte also den Anschein, als ob der Kalk des dreibasischen Salzes leichter resorbirt wird als der des zweibasischen. Diese Erscheinung dürfte wohl mit dem grösseren Kalkbedürfniss des Körpers in der 2. Periode in Zusammenhang gebracht werden. Wäre kein relativ grösserer Kalkhunger vorhanden gewesen, dann wäre wahrscheinlich auch weniger Kalk resorbirt worden; ist ja doch durch die Arbeiten von E. Voit dargethan worden, dass, wenn dem Körper durch ungenügende Kalkzufuhr Kalk entzogen war, aus dem Darmkanal mehr resorbirt wird.

Von der Phosphorsäure ist in der zweiten Periode absolut weniger, aber relativ mehr resorbirt worden als in der dritten. Es ist dies wohl auch mit dem allerdings in geringerem Maasse bestehenden Phosphorsäurehunger in Beziehung zu bringen. Man könnte einwenden, dass das Verhältniss 1 : 1,3 der Phosphorsäure im Harn zu der im Koth gegenüber dem der Phosphorsäure im Harn zu der im Futter, 1 : 2,46, darin seinen Grund habe, dass von der im Körper vorhandenen Phosphorsäure nach aussen abgegeben wurde; dies müsste indess zur Folge haben, dass in der Bilanz ein Plus in der Ausgabe aufträte. In Wirklichkeit liegt aber ein Minus in der Ausgabe gegenüber der Einnahme vor, es kann also die Verschiedenheit der Verhältnisse 1 : 1,3 und 1 : 2,46 nur auf einer grösseren Resorption vom Darm aus, oder geringeren Wiederausscheidung der Phosphorsäure nach dem Darm hin beruhen. In der 3. Periode sind die Verhältnisse gleich, 1 : 2,1 und 1 : 2,08. — Es ist unter Berücksichtigung aller dieser Umstände ersichtlich, dass die Phosphorsäure des dreibasischen Phosphats annähernd in demselben Verhältniss resorbirt wird als die des zweibasischen.

Vergleichen wir die Verhältnisse der resorbirten Quoten Phosphorsäure mit den entsprechenden des Kalks in den beiden Versuchen, so finden wir keine Uebereinstimmung.

Die Resorption der Phosphorsäure verhält sich ganz und gar abhängig von der des Kalks, oder mit anderen Worten, die eingeführten Salze sind nicht als solche in der Säftemasse enthalten. Die Analyse des Blutes in der 4. Periode, welche hier herange-



zogen werden mag, da dieselbe in den übrigen Perioden nicht ausgeführt wurde, ergab ein Verhältniss des  $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 14$ . Mag auch zu berücksichtigen sein, dass sich im Blut neben den aus den eingeführten Mengen resorbirten Quantitäten schon  $\text{CaO}$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$  befindet, so würde dies Verhältniss nicht erheblich differiren, wenn ohne weitere Veränderungen grössere Mengen der Salze in das Blut gelangten und, wenn auch nur kurze Zeit, in demselben verweilten. Weder die im Ganzen eingeführten Mengen, noch die in dem zugesetzten Salz enthaltenen  $\text{CaO}$ - und  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Quantitäten entsprechen diesem Verhältniss. Entweder sind daher die Salze schon im Darm ganz oder theilweise zersetzt, und Phosphorsäure und Kalk unabhängig von einander resorbirt worden, oder sie sind in der gebotenen Form im Blut zersetzt, und die verschiedenen Bestandtheile in ungleichen Quoten nach dem Darm und durch die Nieren ausgeschieden worden.

Für die dreibasischen und zweibasischen Phosphate dürfte die erstere Annahme wohl die grössere Wahrscheinlichkeit für sich haben. Es ist bekannt, dass bei Fütterung grösserer Mengen dieser Salze, wenigstens des dreibasischen, gewisse Quoten unzersetzt mit dem Koth entfernt werden; dies berechtigt zu der Annahme, dass diese Salze nicht ohne weiteres resorbirt werden können. Es sprechen aber auch diese Versuche dafür, dass das dreibasische und das zweibasische Kalkphosphat im Darm zersetzt wird, bevor es zur Resorption gelangt.

Für das einbasische Salz hingegen muss die zweite Annahme Platz greifen aus Gründen, welche später entwickelt werden sollen.

Ein Vorzug des zweibasischen gegenüber dem dreibasischen ist nicht erkennbar. Weder in Bezug auf die Resorption, noch auch hinsichtlich der Assimilation machen sich durchgreifende Unterschiede bemerklich. In ihrer physiologischen Wirkung sind diese beiden Salze daher als gleich zu erachten. Feser<sup>1)</sup> giebt zwar an, dass zu therapeutischen Zwecken der sogenannte basische phosphorsaure Kalk weniger geeignet sei, wie das „drittelsaure Calciumphosphat“ (zweibasische oder secundäre); diese Behauptung wird jedoch nicht begründet. Auch wir hegen die Vermuthung, dass der Kalk des secundären Salzes in grösserer Menge resorbirt

---

1) Lehrbuch der theoretischen und practischen Chemie, p. 880.

werden würde, als der des dreibasischen. Der Versuch lehrt jedoch, dass es ganz von dem Kalkbedürfniss des Organismus abhängt, wieviel von dem einen oder andern Salze Kalk in die Säftemasse gelangt.

Für das einbasische Salz entsprach der Erfolg den gehegten Erwartungen. Mit dem Harn wurden Quantitäten von Kalk und Phosphorsäure ausgeschieden, welche fast doppelt so gross sind als in der 3. Periode. Für die Phosphorsäure könnte dies vielleicht nicht auffallen, weil die mit dem Salz zugeführte Menge absolut grösser ist, für den Kalk lässt sich das Gleiche nicht sagen; denn die zugeführte Menge ist geringer als in der Periode vorher. Nichtsdestoweniger wird mehr Kalk ausgeschieden.

Die Resorptionsfähigkeit des einbasischen Salzes ist eine bedeutend grössere als des drei- oder zweibasischen. Dies ergibt sich unmittelbar aus dem eben Angeführten.

Als mit der Fütterung des Salzes begonnen wurde, befand sich der Hund nicht allein im Stickstoff-, sondern auch im Kalk- und Phosphorsäure-Gleichgewicht. Dieser Zustand wird durch andauernde Verabreichung des Salzes beeinflusst. Man hätte vielleicht erwarten können, dass bei der reichlichen Resorption etwas im Körper zurückgehalten wird in ähnlicher Weise, wie bei reichlicher N-Zufuhr ein Ansatz von N-haltigem Material erfolgt. Es findet aber das Gegentheil statt.

Bei reichlicher Zufuhr des sauren Calciumphosphats geht vom Organismus Kalk und Phosphorsäure zu Verlust. Dies gilt auch vom Stickstoff, und ist die letzterwähnte Thatsache rücksichtlich eines anderen leicht resorbirbaren Phosphats ( $\text{Na}_2 \text{HPO}_4$ ) schon von Feder<sup>1)</sup> constatirt.

Damit ist natürlich nicht gesagt, dass das saure Ca-Phosphat nicht geeignet wäre, vom Körper assimiliert zu werden. Es wird sich nur durch weitere Versuche entscheiden lassen, wie sich dieses Salz bei Kalkbedarf des Organismus verhält.

Der auf Abgabe vom Körper zu beziehende Antheil von Kalk ist so gering, dass sich nicht mit voller Sicherheit behaupten lässt, der Körper habe Kalk abgegeben. Ein derartiges Bedenken kann bezüglich der Phosphorsäure nicht erhoben werden. Wir finden

---

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. XVII, p. 564.

hierin eine Analogie mit den von Perl<sup>1)</sup> bei Chlorkalcium-Fütterung gemachten Beobachtungen. P. erhält in der ersten Versuchsreihe sämtliches Chlor des verabreichten  $\text{CaCl}_2$  wieder und noch einen erheblichen Ueberschuss, ebenso auch in der zweiten Versuchsreihe bei N-Gleichgewicht ein Plus von 0,1695 gr.

Die Vertheilung der im Harn und Koth enthaltenen Kalk- und Phosphorsäuremengen ist eine andere als in der 2. und 3. Periode. — Da im Harn neben der als resorbirt anzusehenden Quote noch vom Körper herstammende abgegeben wird, so ist das Verhältniss zu der im Koth enthaltenen (1:0,68) ein ähnliches wie in der 1. Periode, wo gleichfalls Phosphorsäure zu Verlust ging (1:0,97). Vom Kalk ist im Koth noch ca. 24mal mehr enthalten als im Harn; zieht man aber die vorangehende Periode in Betracht, wo 86mal mehr Kalk im Harn als im Koth enthalten war, so spricht dies ebenfalls für eine reichlichere Ausnutzung des Kalks.

Die Vergleiche des im Harn gefundenen Stickstoffs mit der Phosphorsäure lassen in Uebereinstimmung mit E. Bischoff den Einfluss erkennen, welchen die Nahrung auf den relativen Werth der Phosphorsäure ausübt. Auf die Theorie von Edlefsen<sup>2)</sup>, auch auf die neuerdings von ihm aufgestellte<sup>3)</sup>, näher einzugehen, liegt hier keine Veranlassung vor, da dieselbe von Feder<sup>4)</sup> schon zur Genüge gewürdigt wurde.

Die Durchschnittsmenge des Harn steigt nach Verabreichung der Kalksalze. In der 1. Periode scheidet der Hund im Mittel 629 cem Harn aus, in der zweiten 899, in der dritten 1118, in der vierten 1092. In der letzten Periode bekam er  $2\frac{1}{2}$  gr Salz im Durchschnitt weniger; trotzdem ist die Menge annähernd dieselbe als in der vorangehenden Periode. Es lässt sich hiernach ein gesteigertes Wasserbedürfniss des Körpers nach Aufnahme der Salze nicht verkennen. Entsprechend den vermehrten Quantitäten des Harn sinkt auch dessen specifisches Gewicht.

Die Reaction des Harn ist insofern bemerkenswerth, als die-

---

1) Virchow's Archiv, Bd. 74, 1878, p. 54.

2) Medic. Centralblatt, 1878, Nr. 16, p. 510 und Deutsches Archiv für klinische Medicin, Bd. XXIX, p. 409.

3) Medic. Centralblatt, 1882, Nr. 42, p. 783.

4) l. c.

selbe den Beweis liefert, dass die Phosphate bei amphoterer Reaction sowohl als bei alkalischer (Per. 2) in grossen Mengen vorhanden sein können. Die amphotere Reaction muss wohl auf das Vorhandensein von secundärem Phosphat neben primärem zurückgeführt werden<sup>1)</sup>.

Der Harn der Pflanzenfresser reagirt auch alkalisch, enthält aber für gewöhnlich nur Spuren von Phosphorsäure, der des Pferdes nach Frohner<sup>2)</sup> 0,008 pCt., dagegen reichlich Carbonate, besonders auch Calciumcarbonat. — In krankhaften Umständen des Digestionstraktus und anderen Krankheiten, welche mit oder ohne Fieber verlaufen, ist von Frohner vielfach ein Ansteigen der Phosphate im Urin der Pferde und ein Absinken der Carbonate beobachtet worden. Frohner beantwortete die Frage nach der Herkunft der vermehrten Phosphorsäuremenge im Harn in den pathologischen Fällen mit der Erklärung, dass der im normalen Zustand nur sehr wenig phosphorsaure Salze resorbirende Darmkanal der Pflanzenfresser in gewissen pathologischen Zuständen, wie sie vor allem bei Magendarmkatarrhen gegeben sind, ein grösseres Resorptionsvermögen für die phosphorsauren als für die pflanzensauren Salze hat.

Diese Hypothese wurde von Tereg<sup>3)</sup> bezweifelt, und eine andere Erklärung in Aussicht gestellt. Wir glauben in der Lage zu sein, diese Erklärung nunmehr geben zu können. Sie geht aus Nachstehendem hervor.

G. Bunge fand bei seinen Versuchen über die Bedeutung des Kochsalzes und das Verhalten der Kalisalze im menschlichen Organismus<sup>4)</sup>, dass durch die Einnahme von citronensaurem Kali am 5. Versuchstage des II. Versuchs die Phosphorsäure von 2,850 auf 1,177 sofort herabgedrückt wurde. Bunge macht ausdrücklich auf diese Thatsache aufmerksam. Die Selbstversuche von Bertram<sup>5)</sup> bestätigten jedoch diese Beobachtung nicht. Die Phosphorsäurequantität im Urin beträgt nach Einnahme von 40 gr citronensaurem Kali 4,749 pro Tag, in der Periode vorher ohne dieses Salz 4,855.

---

1) Salkowsky und Leube, Die Lehre vom Harn, 1882, p. 22.

2) Repertorium der Thierheilkunde, 1881, 3. Heft, p. 195.

3) Jahresbericht der Thierarzneischule Hannover, 1880/82, p. 34.

4) Zeitschrift für Biologie, Bd. IX, 1873, p. 104.

5) Ebenda, Bd. XIV, 1878, p. 335.

Aus den Untersuchungen Haubners über Osteoporose beim Pferd<sup>1)</sup> ergibt sich nach den Analysen von Sussdorf, dass der Phosphorsäuregehalt des Harns durch Verabreichung von kohlensaurem Kalk vermindert wird. Vor Einverleibung des Calciumcarbonats enthielt der Harn des Pferdes am 1. Tage 0,422 pCt. Phosphorsäure; an den Tagen nachher 0,193 und 0,0567 pCt. Am 4. Tage war der Phosphorsäuregehalt wieder auf 0,780 pCt. gestiegen.

Von Soborow<sup>2)</sup> sind ebenfalls Versuche am Menschen mit Verabreichung von kohlensaurem Kalk angestellt worden, ebenso mit Einspritzungen von essigsaurem Kalk in die Vene eines Hundes. In allen Fällen ist nur der Kalk berücksichtigt, dessen Menge im Urin vermehrt wurde. Auch von Ott<sup>3)</sup>, welcher den Einfluss des kohlensauren Natrons und des kohlensauren Kalks auf den Eiweissumsatz im Thierkörper untersuchte, ist auf das Verhalten der Phosphorsäureausscheidung nicht weiter Rücksicht genommen.

Dagegen liegen Versuche von Riesell<sup>4)</sup> vor, welche die Frage der Einwirkung der Einführung von Kreide in den Magen auf die Ausscheidung der Phosphorsäure durch den Harn speciell ventiliren. R. scheidet als Mittel von 4 Tagen ohne Kalkzufuhr in seinem Harn 2,774 Phosphorsäure aus, zum kleinsten Theil an Kalk und Magnesia gebunden, aus. Nach Einnahme von je 10 gr  $\text{CaCO}_3$  ist die Kalkausscheidung bei unveränderter Diät am 1. Kalktage auf 1,3108, am 2. auf 1,6128 gesunken, um allerdings am 3. auf 2,1627 und am 4. auf 2,206 gr in Folge Resorption von phosphorsaurem Kalk anzusteigen. Wie sich aus einer weiteren Versuchsreihe nämlich ergibt, hat sich der phosphorsaure Kalk im Darm gebildet, denn in den Fäces waren nach Kreideeinnahme grössere Phosphorsäuremengen, aber keine phosphorsauren Alkalien nachweisbar.

Berücksichtigen wir den Umstand, dass die Kalkphosphate in alkalischen Flüssigkeiten nicht gelöst werden, die Reaction im Darmkanal der Pflanzenfresser eine vorherrschend alkalische ist,

---

1) Magazin für die gesammte Thierheilkunde von Gurlt u. Hetwig, 1854, p. 206.

2) Centralblatt für die medic. Wissenschaften, 1872, Nr. 39.

3) Zeitschrift für Biologie, 1881, p. 165.

4) Medicin. chemische Untersuchungen von Hoppe-Seyler, Heft 3, 1868, p. 319.

während bei den Fleischfressern und beim Menschen die saure Reaction, bei welcher eine Resorption der Kalkphosphate möglich ist, überwiegt, so erscheint die nachträgliche Vermehrung durch Resorption von Kalkphosphat in Form des sauren Phosphats, dessen Resorption vom Bedürfniss des Körpers allein nicht abhängt, in den Riesell'schen Selbstversuchen wohl erklärbar, ebenso eine dauernde Verminderung der Phosphorsäure im Harn der Pflanzenfresser.

Dass in den Versuchen Soborows wirklich die Resorption der Kalkphosphate die Ursache des nachträglich vermehrten Auftretens der Phosphorsäure im Harn war, erhellt aus der procentigen Zunahme der an Kalk und Magnesia gebundenen Phosphorsäuremengen, welche von 0,0295 allmählich anstiegen auf 0,039 bis 0,072 und 0,104 pCt. Genau dasselbe geht aus den Versuchen von Bertram nach Einnahme von 10 gr  $\text{CaCO}_3$  hervor. Auch in diesem Falle war eine Resorption von phosphorsaurem Kalk, der als Sediment im Harn auftrat, zu constatiren.

Bei Fleischfressern sind bisher nach dieser Richtung keine Versuche angestellt worden. Es lag nahe zu untersuchen, ob die beim Menschen erzielten Resultate auch bei Fleischfressern eintreten. Zu diesem Zweck wurde derselbe Versuchshund benutzt, nur mit dem Unterschiede, dass die Alcalescenz des Harnes nicht durch Zusatz von pflanzensauren Salzen herbeigeführt, sondern neben den Hundekuchen einfach das Calciumcarbonat verabreicht wurde. Die umstehende Tabelle macht den Erfolg ersichtlich.

In der Zeit vom 12. bis incl. 18. December hatte der Hund nur seine gewöhnliche Ration Kuchen, 600 gr p. d., erhalten. Vom 18. ab wurden mit dem in der bisherigen Weise zerkleinerten und mit destillirtem Wasser angefeuchteten Futter je 10 gr Kreide verabfolgt. Der CaO-Gehalt war durch Glühen und Wägen zu 5,6 pCt. bestimmt worden.

Sofort nach Verabreichung der Kreide macht sich ein Absinken der Phosphorsäure im Urin bemerkbar. Die tägliche Durchschnittsausgabe bei ausschliesslicher Kuchenfütterung (1. Periode) beträgt 3,087 gr. Am 1. Tage der Kreidefütterung sinkt dieselbe auf 2,881, weiterhin auf 1,278—0,604 bis 0,581, eine Ziffer, auf welche niemals vorher bei demselben Futter der Phosphorsäuregehalt herabgegangen war. Ein nachträgliches Ansteigen der Phosphorsäure, wie es von Riesell innerhalb der zweiten 4tägigen Periode bemerkt wurde, ist nicht eingetreten.

5. Periode. — Fütterung mit Hundekuchen und secundärem Calciumcarbonat.

Einnahme pro die: N 22,68, CaO 0,78 + 5,6 = 6,38, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 5,04.

## Ausgabe:

Datum.	Menge des		Reaction des Harns.	CaO			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			Bemerkung.
	Harn.	Koth.		Harn.	Koth.	Gesamt	Harn.	Koth.	Gesamt	
November.	ccm	gr				gr				
19.	1340	} 1020	} alkalisch neutral alkalisch alkalisch	} 0,632	} 17,23	} 17,862	} 2,881 1,278 0,604 0,581	} 8,351	} 13,695	Harn reich an Carbo- naten.
20.	1630									
21.	1024									
22.	1120									
Summa	5114	1020		0,632	17,23	17,862	5,344	8,351	13,695	
Durchschn. Einnahme.	1279	255	—	0,158	4,31	4,466	1,336	2,088	3,424	
	—	—	—	—	—	6,380	—	—	5,040	
Durchschn. Diff.	—	—	—	—	—	+ 1,914	—	—	+ 1,616	

**Gesamt-Bilanz.**

CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
+ 25,520	+ 20,160
— 17,864	— 13,696
+ 7,656	+ 6,464

Es ist aber noch ein weiterer auffälliger Umstand zu vermerken. Bei der Kuchennahrung ohne jeden Salzzusatz wird CaO und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> abgegeben. In der 1. Periode verlor der Körper 2,922 gr CaO und 4,197 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Es ist nicht anzunehmen, dass der Organismus sich in der 6tägigen Zwischenzeit, wo ausschliesslich Kuchen gefüttert wurde, anders verhalten haben wird. Obwohl demnach auf einen Ausgleich des Verlustes zu rechnen war, muss immerhin die Menge der assimilierten Substanzen als auffällig hoch bezeichnet werden, denn es verschwinden 7,656 gr Kalk und 6,464 gr Phosphorsäure. — Die Versuche wurden später auch bei Fleischfütterung wiederholt; es gingen jedoch eine Anzahl Bestimmungen verloren, und konnte die auffällig grosse Kalkassimilierung nicht controlirt werden; mit Sicherheit war jedoch auch in den erwähnten, des fragmentarischen Charakters wegen nicht mitgetheilten Bestimmungen die Herabminderung der Phosphorsäure und das Ansteigen des Kalks im Urin zu beobachten. —

In derselben Weise, wie in den Selbstversuchen von Riesell nach Einnahme von kohlen saurem Kalk und von Bertram nach Einnahme von essigsäurem Kalk, machte sich in der 5. Periode eine Steigerung des Kalkgehalts im Urin bemerklich. Die Durchschnittsausgabe beträgt pro Tag 0,158, eine Grösse, welche selbst nicht nach Fütterung mit saurem Phosphat erzielt wurde.

In der Hauptsache ist der Beweis geliefert, dass der Phosphorsäuregehalt beim Fleischfresser bei brodhähnlicher Nahrung durch kohlen sauren Kalk stark vermindert wird. Ein Wiederansteigen der Phosphorsäure im Harn, wie dieselbe Riesell in der 4tägigen Periode beobachtete, trat in diesem Falle nicht ein, und



darf dies auf eine Assimilierung der in der Ausgabe fehlenden Mengen bezogen werden.

Der Unterschied zwischen Fleischfressern und Omnivoren einerseits und den Pflanzenfressern andererseits liegt darin, dass bei den Pflanzenfressern durch  $\text{CaCO}_3$ -Zufuhr die Phosphorsäure dauernd erniedrigt wird, wie dies Bertrams Ziegenbock erweist, während die Phosphorsäuremenge im Urin des Menschen eine nachträgliche Steigerung erfährt. Bei unserem Versuchshund ist diese Steigerung der besonderen Umstände wegen nicht eingetreten.

Von der Reaction des Harns allein ist, wie aus den Ergebnissen der vorliegenden 5 Fütterungsperioden hervorgeht, der Phosphorsäuregehalt des Urins nicht abhängig. Als zweiter Faktor ist unstreitig die mehr oder minder grosse Menge der mit der Nahrung zugeführten Kalkcarbonate, event. der Salze, aus denen sich dieselben bilden, anzusehen.

Um indess den Einfluss, welche die saure Reaction des Harns hierbei ausübt, beim Fleischfresser näher kennen zu lernen, wurde nunmehr die Nahrung gewechselt. Der Hund erhielt vom 23. Dezember ab 600 gr sorgfältig ausgesuchtes Pferdefleisch und 100 gr ausgeschmolzenes Pferdefett. Der Gehalt des Fettes an Kalk und Phosphorsäure ist so minimal, dass er nicht weiter in Betracht kommt. Das Fleisch enthält im Mittel aus 6 Analysen in Procenten 3,43 gr N, 0,467  $\text{P}_2\text{O}_5$  und 0,024 CaO. Je 3 Analysen des Fleisches von der Schultermusculatur hatten im Durchschnitt ergeben 3,46 N, 0,47  $\text{P}_2\text{O}_5$  und 0,025 CaO, von den glutaei 3,40 N, 0,465  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 0,023 CaO.

Die Untersuchungen der Excrete nahmen ihren Anfang am 28. Dezember, und wurden ebenfalls wieder 4tägige Perioden innegehalten. Während der Zeit vom 28. bis incl. 31. Dezember wurde nur Fleisch und Fett ohne Zusatz eines Kalksalzes verfüttert.

6. Periode. — Fütterung mit Fleisch und Fett.

Einnahme pro die: N 20,56, CaO 0,144, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2,802.

**Ausgabe:**

Datum.	Menge des		N		CaO		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : N im Harn.	Bemerkung.	
	Harn.	Koth.	Harn.	Koth.	Gesammt	Harn.	Koth.	Gesammt			
											ccm
December.											
28.	720	156	16,21	15,80	—	0,025 0,013 0,022 0,019	— — — —	3,200 3,817 3,109	— — — —	20 : 100   19 : 100	Reaction des Harns alkalisch. Koth sauer. Gewicht am 28. Decbr. 33,5 kgr., am 31. Decbr. 33,52 kgr.
29.	580										
30.	520										
31.	470										
Summa	2290	156	65,78	15,80	81,58	0,079	0,41	0,489	10,126	0,950	
Durchschn. Einnahme.	573	39	16,45	3,9	20,39	0,02	0,10	0,122	2,532	0,237	2,769
	—	—	—	—	20,58	—	—	0,144	—	—	2,802
Durchschn. Diff.	—	—	—	—	+ 0,19	—	—	+ 0,022	—	—	+ 0,033

Die Ausnutzung des N des Fleisches ist in vorliegendem Falle eine verhältnissmässig ungünstige und eigenthümlicherweise dieselbe wie die der Kuchen; der im Koth noch enthaltene N beträgt 18,9 des N der Nahrung, der Kalkgehalt des Urins den 5. Theil des im Koth enthaltenen, dagegen den 7,02. von dem im Futter vorhandenen. Die Phosphorsäuremenge im Harn ist gegenüber der im Koth sehr hoch (1:0,09) und macht den 1,1. Theil der im Futter nachgewiesenen aus, eine Ausnutzung, die 90,37 pCt. beträgt. Es kommt diese Ziffer der von E. Bischoff<sup>1)</sup> ermittelten sehr nahe. Durch eine derartige ausgiebige Resorption der Phosphorsäure wird es bedingt, dass sich Kalk und Phosphorsäure im Harn verhalten wie 1:126,6.

In der Zeit vom 28. bis 31. Decbr. hatte der Hund um 20 gr zugenommen; da von dieser Zeit ab das Gewicht constant blieb, wurde vom 4. Januar ab je 10 gr zweibasischer Kalk p. d. verfüttert. Die Analysen der Ausgaben erstrecken sich auf den Zeitraum vom 7. bis 10.

Da es uns hauptsächlich darum zu thun war, in Erfahrung zu bringen, ob bei Fleischnahrung ein Ansteigen der Phosphate im Urin eintreten würde, fand der Urin eine ausschliessliche Berücksichtigung.

7. Periode. — Fütterung mit Fleisch, Fett und zweibasischem Kalkphosphat.

**Einnahme** pro die:

N 20,48.

CaO 0,144 + 3,908 = 4,052.

P<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2,802 + 4,310 = 7,112.

---

1) Dies Archiv, Bd. III, 1868, p. 310.

**Ausgabe:**

Datum.	Menge	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Bemerkung.
	des Harns.			
Januar.	ccm	gr		
7.	} 860	} 0,116	} 6,142	Gewicht 33,52 kgr. Reaction des Harns alkalisch.
8.				
9.				
10.				
	500		3,679	
	510		3,785	
Summa	1870	0,116	13,606	
Durchschn.	468	0,029	3,402	

Das Quantum des im Harn vertretenen Kalks hat gegenüber der in der vorangehenden Periode im Harn enthaltenen Kalkmenge eine geringe Steigerung erfahren. Von der in den Organismus eingeführten Quantität beträgt dieselbe den 139. Theil. Bezüglich der Phosphorsäure dagegen lässt sich eine erhebliche Steigerung konstatiren. Die als resorbiert zu betrachtende Menge macht den 2,09. Theil der insgesamt verabreichten aus. Das Verhältniss des im Harn enthaltenen Kalks zur Phosphorsäure stellt sich demnach auf 1:117. Der Harn reagirte durchweg, wie eigenthümlicherweise auch in der 6. Periode, alkalisch.

Am 10. Januar war die Fütterung mit dem Kalksalz abgebrochen und am 12. mit dem Zusatz von saurem Phosphat zum Futter begonnen worden. Für die Zeit der Analysen vom 13. bis 16. kamen je 5 gr des letzteren Salzes zur Verwendung. Gewicht des verabreichten Fleisches und Fettes blieb dasselbe.



Das Körpergewicht des Versuchshundes hat um 90 gr abgenommen. Es lässt sich annehmen, dass auch in diesem Fall diese Abnahme durch Verlust N-haltigen Materials herbeigeführt ist; Belag hierfür kann allerdings nicht gegeben werden, da Stickstoff-Analysen nicht ausgeführt wurden. Ein Verlust an Phosphorsäure ist nicht zu constatiren, im Gegentheil assimilirt der Organismus davon. Eine Phosphorsäureabgabe vom Organismus scheint also erst nach grösseren Dosen des Salzes einzutreten. Das Minus in der täglichen Kalkausgabe 0,093 kann wohl als innerhalb der Fehlergrenzen liegend angesehen werden.

Besondere Beachtung verdient das Verhältniss der im Harn enthaltenen Kalk- und Phosphorsäuremengen zu einander ( $\text{CaO}$  0,061:  $\text{P}_2\text{O}_5$  4,572 = 1:75). Die gleichen relativen Quantitäten wurden auch in der 4. Periode im Harn ausgeschieden.

Dass der Kalk und die Phosphorsäure des Harns gegenüber den im Koth gefundenen, entsprechenden Quantitäten in einem anderen grösseren Verhältniss stehen, als zu den im Futter vorhandenen ( $\text{Kalk}$  0,061: 0,740 = 1:12,1 und 0,061: 0,894 = 1:14,6,  $\text{Phosphorsäure}$  4,572: 0,909 = 1:0,19 und 4,572: 5,612 = 1:1,2), lässt wohl nur den einen Schluss zu, dass gewisse dem Organismus entstammende Mengen Kalk und Phosphorsäure diesen durch den Harn verlassen haben. Auch bei reiner Fleischfütterung konnte dasselbe beobachtet werden.

Die Unterschiede in der Kalk- und Phosphorsäure-Ausscheidung in der 6., 7. und 8. Periode lassen sich aus folgender Zusammenstellung entnehmen. Für die 8. Periode sind die bei einer Fütterung mit 5 gr  $\text{Ca}$  ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ )<sub>2</sub> direct gewonnenen Resultate für 10 gr ungerechnet.

## Gesamt-Ausgabe.

Periode.	N			CaO			$\text{P}_2\text{O}_5$		
	Harn.	Koth.	Ge-samt	Harn.	Koth.	Ge-samt	Harn.	Koth.	Ge-samt
	gr			gr			gr		
6	65,78	15,80	81,58	0,079	0,41	0,489	10,126	0,950	11,076
7	—	—	—	0,116	—	—	13,606	—	—
8	—	—	—	0,490	5,92	6,410	36,572	7,276	43,848

Durchschnittsausgabe pro die:

Periode.	N			CaO			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
	Harn.	Koth.	Ge- sammt	Harn.	Koth.	Ge- sammt	Harn.	Koth.	Ge- sammt
	gr			gr			gr		
6	16,45	3,9	20,39	0,09	0,10	0,122	2,532	0,237	2,769
7	—	—	—	0,029	—	—	3,402	—	—
8	—	—	—	0,122	1,480	1,602	9,144	1,818	10,962

## Gesamteinnahme.

Periode.	N	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	gr		
6	82,32	0,576	11,208
7	82,32	16,208	28,448
8	82,32	7,152	44,896

Durchschn.-Einnahme p. d.:

6	20,58	0,144	2,802
7	20,58	4,052	7,112
8	20,58	1,788	11,224

## Gesamtdifferenz.

Periode.	N	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	gr		
6	+ 0,76	+ 0,088	+ 0,668
7	—	+ 0,744	+ 1,048

Durchschnittsdifferenz pro die:

6	+ 0,19	+ 0,022	+ 0,167
8	—	+ 0,186	+ 0,262

## Relationen.

Verhältniss von	6. Periode.	7. Periode.	8. Periode.
CaO im Harn zu CaO im Koth.	1 : 5	—	1 : 12,1
CaO im Harn zu CaO im Futter.	1 : 7,02	1 : 139	1 : 14,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Harn zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Koth.	1 : 0,09	—	1 : 0,19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Harn zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Futter.	1 : 1,1	1 : 2,09	1 : 1,2
Gesammt CaO zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in der Ausgabe.	1 : 22,7	—	1 : 6,8
Gesammt CaO zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> in der Einnahme.	1 : 20,0	—	1 : 6,3
CaO im Harn zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Harn.	1 : 126,6	1 : 117	1 : 75

In allen 3 Perioden reagierte der Harn alkalisch; diese abnorme Reaction erklärten wir uns hervorgerufen durch einen Blasenkatarrh, dessen Entstehung mit der Verabreichung des sauren Kalkphosphats in Verbindung gebracht werden musste. Nach der Verfütterung des zweibasischen Salzes macht sich zwar eine geringe Steigerung des Kalkes im Harn geltend, dieselbe ist aber viel geringer als nach Fütterung des einbasischen. Reichlicher ist die Phosphorsäure vertreten, so dass in der 6. Periode 126mal mehr davon als Kalk im Harn vorhanden ist. Durch die Zufuhr der Kalksalze wird dieses Verhältniss auf 117 und in der 8. Periode auf 75 herabgedrückt.

Der Kalk des zweibasischen Salzes ist augenscheinlich nur in geringen Mengen resorbiert worden; ob eine vermehrte oder verminderte Resorption als bei Kuchenfütterung stattgehabt hat, wird sich erst durch den genaueren Vergleich ergeben. Dasselbe gilt von der Phosphorsäure.

Von dem einbasischen Salz lehrt schon der Augenschein, dass bei Fleischfütterung mehr von dem Salz resorbiert worden ist, als bei Kuchenfütterung.



Ein direkter Vergleich zwischen den bei Fleisch- und Kuchenfütterung erhaltenen Resultaten wird sich nur ermöglichen lassen, wenn gleichmässige Einnahmeziffern zu Grunde gelegt und die Ausgaben darnach berechnet werden. Für die 1. und 6. Periode, während welcher Zeit keine Kalksalze zur Verfütterung gelangten, sind die Einnahmeziffern der 1. Periode als Grundlage benützt. — Um vergleichbare Zahlen für die übrigen Perioden zu erhalten, ist diejenige Menge an Kalk und Phosphorsäure, welche in der Ausgabe auf Rechnung der in den Kuchen und dem Fleisch enthaltenen Quantitäten nach Ausweis der 1. und 6. Periode zu setzen ist, von den in den Einzelperioden erhaltenen Ausgabeziffern abgezogen. Als Kalkdosis in der 4. und 8. Periode sind wiederum je 10 gr p. d. berechnet.

## Vergleichende Uebersicht.

## Einnahme:

Periode	N	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	gr		
1 und 6	22,68	0,780	5,040
3 und 7	—	3,908	4,310
4 und 8	—	1,500	5,620

## Ausgabe:

Periode	N			CaO			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
	Harn.	Koth.	Ge-sammt	Harn.	Koth.	Ge-sammt	Harn.	Koth.	Ge-sammt
	gr			gr			gr		
1	17,760	4,31	22,07	0,0455	1,405	1,5105	3,087	3,003	6,089
6	18,128	4,30	22,47	0,1180	0,542	0,6610	4,554	0,426	4,981
3	—	—	—	0,0075	3,092	3,0995	1,409	1,807	3,217
7	—	—	—	0,0090	—	—	1,870	—	—
4	—	—	—	0,0357	0,2865	0,3222	3,2295	0,6335	3,864
8	—	—	—	0,0820	7,2800	1,3580	4,080	1,3440	5,424

Aus der voranstehenden Zusammenstellung ergibt sich, dass bei reiner Fleischfütterung im Harn absolut mehr Kalk und Phosphorsäure ausgeschieden wird als bei Kuchennahrung. Der Stickstoff der Hundekuchen wird in derselben Masse ausgenützt als bei Fleischfütterung; der N-Gehalt des Kothes beträgt sowohl in der 1. als in der 6. Periode 4,3 gr. Wir hatten nachgewiesen, dass in der ersten Periode der Körper sowohl an Kalk (p. d. 0,7305 gr) als an Phosphorsäure p. d. 1,049 zugesetzt hat. Die vermehrte Kalkausscheidung ist durch den Koth erfolgt. Bringen wir diese 0,7305 gr Mehrausgabe von der berechneten Kalkausscheidung im Koth in Abzug, so bleiben immer noch 0,6745 gr bei Kuchenfütterung im Koth, während bei Fleischfütterung 0,542 vorhanden sind. Bezüglich des Kalkes ist also bei Kuchenfütterung eine Verminderung des Kalks im Urin, dagegen eine Vermehrung im Koth zu konstatiren.

In der ersten Periode hatte auch eine Abgabe von Phosphorsäure vom Organismus stattgefunden. Das vom Körper p. d. zugesetzte Quantum betrug 1,049 gr. Hiervon werden nach Ausweis des Verhältnisses der Phosphorsäure im Harn zu der im Koth und Futter  $\frac{3}{2}$  Theile entsprechend 0,619 gr mit dem Harn, das übrige 0,430 mit dem Koth ausgeschieden. Corrigiren wir darnach die Ergebnisse der Analysen, so bleiben für die Phosphorsäureausscheidung im Harn bei Kuchenfütterung 2,468 gr, im Koth 2,573 gr, während bei Fleischfütterung im Harn 4,554 gr, im Koth dagegen nur 0,426 gr enthalten sind. Es ändert also auch hier die Correctur nichts an dem Factum, dass bei gleichen eingeführten Mengen Phosphorsäure 10mal so viel im Harn erscheint, als im Koth vorhanden ist, wohingegen bei Kuchenfütterung die Phosphorsäure im Urin nicht grösser ist als die im Koth ausgeschiedene Menge.

Auch in den übrigen Perioden, deren Resultate der Vergleichung wegen nebeneinander gestellt sind, macht sich eine geringere Quote Kalk und auch Phosphorsäure im Urin geltend, selbst dann, wenn die für die 1. Periode angebrachte Correctur auch in der 4. ausgeführt wird. — Die Resultate der 3. und 7. Periode weichen in der Phosphorsäureausscheidung ab. Wir können hierfür keine Erklärung geben, da der Koth in diesen Fällen leider nicht berücksichtigt worden ist.

Im Allgemeinen ist also der Schluss gerechtfertigt, dass die Fleischfresser bei einer Kost, welche sie den Pflanzenfressern näher

bringt, von den in der Nahrung enthaltenen und in Substanz zugeführten Phosphaten geringere Quantitäten Kalk, namentlich aber Phosphorsäure, im Urin ausscheiden.

Wird nebenher kohlensaurer Kalk gegeben — so folgern wir weiter — dann wird die Phosphorsäureausscheidung stark verringert. Die Kalkausscheidung nimmt, beim Fleischfresser dabei nicht ab, vielmehr zu. Beim Menschen ist bei Verabreichung von kohlensaurem Kalk auch ein nachträgliches Ansteigen der Phosphorsäure im Urin bemerkt worden.

Wir behaupten, dass die chemischen Umsetzungen, welche die Ursachen dieser Verschiedenheiten sind, hauptsächlich im Darm vor sich gehen, eine Ansicht, welche unter anderen auch von J. Munk<sup>1)</sup> vertreten wird. Bertram<sup>2)</sup> hat zwar die Absicht gehabt, bei seinen Fütterungsversuchen am Ziegenbock mit Phosphorsäure und kohlensaurem Kalk eine Wechselwirkung dieser Substanzen im Darm zu vermeiden, eine solche ist aber unvermeidlich. Er gab morgens 10 Uhr Phosphorsäure, nachmittags die Kalkdosis. Nun ist von ihm selbst constatirt worden, dass bei den Selbstversuchen ein Theil des Calciumcarbonats unverändert den Darm passiert hat. Bei den Pflanzenfressern wird es sich auch nicht anders verhalten, und bei dem längeren Aufenthalt der Contenta im Magen und Darne wird jedenfalls die Möglichkeit vorhanden gewesen sein, dass die am Morgen verabreichte Phosphorsäure mit dem von den vorhergehenden Tagen restingenden Kalk in Wechselwirkung treten konnte. Nach denselben chemischen Gesetzen, nach welchen die Agentien auf einander ausserhalb des Körpers einwirken, wird sich die Umsetzung auch im Körper vollziehen, wenn nicht durch den Chemismus des lebenden Protoplasma Abänderungen bedingt werden. Dass eine derartige Abänderung angenommen werden muss, wie dies Frohner statuiren wollte, liegt kein zwingender Grund vor. Im Chymus des Darmes werden zunächst dieselben Veränderungen vor sich gehen, wie bei einem unter dieselben Verhältnisse gebrachten Brei ausserhalb des Körpers.

Bringt man phosphorsaure Alkalien mit Calciumcarbonat zusammen, so entstehen Calciumphosphate und kohlensaure Alkalien

---

1) Lehrbuch der Physiologie des Menschen und der Haussäugethiere.

2) l. c.

in wechselnder Menge. Bei saurer Reaction des Gemenges ist saures Calciumphosphat neben den anderen Calciumphosphaten vorhanden, bei einem Ueberschuss von Alkali wird sich saures Calciumphosphat nicht bilden können. — Das secundäre und tertiäre phosphorsaure Calcium ist als solches, wie aus den Versuchen hervorgeht, nicht resorbirbar.

Die grösseren Mengen an Phosphorsäure, welche im Harn nach Verabreichung von sämmtlichen Calciumphosphaten im Urin zu beobachten sind, müssen auf Rechnung von resorbirtem, saurem Calciumphosphat gesetzt werden.

Ob also und wieviel sich von dem eingeführten dreibasischen und zweibasischen Calciumphosphat zur Resorption gelangt, sei es als solches eingeführt, oder durch Wechselwirkung der in der Nahrung enthaltenen phosphorsauren Alkalien und Calciumsalze im Darm entstanden, wird von der dem Organismus im Darm zur Verfügung stehenden Säuremenge abhängen.

Je mehr kohlensaurer Kalk in den Darm gebracht wird, desto mehr wird von den unter anderen Umständen resorbirten Phosphaten zur Bildung von secundärem, resp. tertiärem Calciumphosphat verwendet, desto weniger erscheint Phosphorsäure im Harn.

Wir beobachteten aber in der 5. Periode neben der Phosphorsäureverringerng ein Ansteigen der Kalkmenge im Harn. Wir erklären dies durch Bildung von  $\text{CaCl}_2$  mittelst der freien Säure des Magensaftes. Das entstandene Chlorcalcium wird, wie die Versuche von Perl<sup>1)</sup> ergeben, zum Theil resorbirt und bewirkt eine Vermehrung der Kalkmenge im Harn.

Produceirt der Organismus soviel Säure, dass trotz des Säureverlustes durch die chemische Bindung an Kalk die Reaction im Darmkanal eine vorherrschend saure bleibt, dann wird es auch zur Bildung von saurem Phosphat kommen können, und wir sehen daher, wie die Versuche von Riesell u. a. lehren, ein Ansteigen der Kalk- und Phosphorsäuremenge im Harn eintreten, wenn nicht, wie in unseren Versuchen, eine Assimilirung der resorbirten Mengen stattfindet.

Bei den Pflanzenfressern wird es sich ebenso verhalten, nur mit dem Unterschiede, dass der Säurevorrath im Darm wohl ein Ansteigen des Kalks im Harn ermöglicht, resp. das Vorkommen

---

1) l. c.

desselben erklärt; es gestattet die im Darm disponible Säuremenge aber nicht die Bildung sauren Calciumphosphates aus den vorhandenen Kalkphosphaten, daher die minimalen Mengen von Phosphorsäure im Harn.

Welche Umwandlungen die resorbierten Kalksalze im Blute erfahren, muss dahingestellt bleiben. Auf die hierüber aufgestellten Theorien einzugehen, liegt für jetzt nicht in unserer Absicht.

Es bleibt nur noch die Behauptung, dass das Ansteigen der Phosphorsäure im Urin nach Verabreichung von Calciumphosphaten durch die Resorption von saurem Calciumphosphat bedingt ist, etwas näher zu begründen übrig.

Wenn dieses Salz als solches vom Darm aus resorbiert werden kann, dann muss bei directer Einverleibung des sauren Phosphats in die Blutbahn das Verhalten dasselbe sein, als bei Fütterung per os.

In dieser Richtung wurden einige weitere Versuche ausgeführt, über welche im Nachstehenden referirt wird. —

Ein 15,55 kgr schwerer Hund erhielt nach 5tägiger Vorfütterung mit 500 gr Fleisch und 125 gr ausgeschmolzenem Pferdefett, bei welcher Fütterung am 1. und 2. Februar der Harn auf Kalk- und Phosphorsäuregehalt untersucht wurde, vom 3. bis 5. Febr. je 5 gr saures Calciumphosphat mit dem Futter. Am 6. fand anstatt der Einverleibung des Salzes per os eine subcutane Injection der gleichen Quantität an verschiedenen Stellen des Körpers, und zwar nur auf einer Seite desselben, statt.

### Hund Nr. 2.

Fütterung mit Fleisch und Fett und Einverleibung von saurem Phosphat per os und subcutan.

Einnahme pro die am 1. und 2. Febr.;		am 3. bis 6. Febr. pro die	
N	16,70	N	16,70
CaO	0,120	CaO	0,120 + 0,75 = 0,87
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,335	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,335 + 2,81 = 5,245.

## Ausgabe:

Datum.	Menge des Harn.	Re- action	Spe. Ge- wicht	Acidi- tät	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Bemerkungen.
Februar	ccm	des Harn.		ccm	des Harn. gr		
1	632	sauer	—	—	0,0265	2,607	Fütterung mit Fleisch und Fett ohne je- den Zusatz.
2	706	"	—	—	0,0305	3,986	
Summe	1338	—	—	—	0,0570	6,593	
Mittel	669	—	—	—	0,0285	3,296	
3	610	sauer	—	—	0,0380	3,355	Fütterung mit Fleisch und Fett unter Zu- satz von 5 gr sau- rem Calciumphos- phat.
4	534	"	—	—	0,0712	4,672	
5	820	"	1043	106,6	0,0795	7,462	
Summe	1964	—	—	—	0,1887	15,489	
Mittel	627	—	—	—	0,0629	5,163	
6	600	sauer	1045	69,0	0,060	5,100	Injection von 5 gr sauren Ca - Phos- phats unter die Haut. Vom 7. ab Verweigerung der Nahrungsaufnahme. Am 10. exitus letalis.
7	900	alkal.	1031	—	0,108	3,04	
8	500	"	—	—	0,045	0,840	

Der Harn reagirte bei diesem Hunde stets sauer, mit Ausnahme der Tage nach der subcutanen Injection des Salzes. Die Quantitäten des im Harn erschienenen CaO und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sind am 1. Februar ebenso gross als die entsprechenden Mittelzahlen der 6. Periode bei alkalischer Reaction. Am 2. Februar erscheint im Harn allein mehr Phosphorsäure, als in der verabreichten Nahrung enthalten ist. Das Verhältniss des Kalks zur Phosphorsäure beträgt in den Mittelwerthen 1:116 (in der 6. Periode 1:126).

Nach Fütterung des sauren Phosphates beginnt vom 2. Tage ab ein rapides Ansteigen der Phosphorsäure im Harn, so dass schon am 5. Februar mehr davon ausgeschieden, als insgesamt zugeführt wird.

Im Mittel verhält sich der Kalk zur Phosphorsäure bei

Fütterung mit saurem Phosphat wie 1:82 (in der 4. und 8. Periode = 1:75), so dass also nicht allein ein absolutes, sondern auch relatives Ansteigen der Kalkmengen im Harn unabhängig vom Bedürfniss des Organismus zu verzeichnen ist.

Die 5 grm des sauren Calcium-Phosphats wurden am 6. Februar, nachdem der Hund seine Ration ohne weiteren Zusatz verzehrt hatte, mittelst Pravatz'scher Spritze unter die Haut gebracht. Die Operation war für das Thier anscheinend sehr schmerzhaft. Am folgenden Tage, 7. Februar, verweigerte der Hund jede Nahrungsaufnahme. Es war hohes Fieber vorhanden. Die Injectionsstellen ödematös geschwollen und bei Berührung sehr schmerzhaft. Das Thier lag auf der gesunden Seite und vermied ängstlich jede Bewegung. Zum Laufen animirt, liess sich eine starke Lahmheit der rechten Vorder- und Hinterextremität constatiren, welche durch die Geschwulst in der Flanke und der seitlichen Brustgegend bedingt war. Das Befinden des Thieres verschlimmerte sich von Tag zu Tag, und am 10. Februar, also 5 Tage nach der Injection, trat der Tod ein. Die Obduction ergab eine umfangreiche Verjauchung des subcutanen Gewebes und Nekrose der Haut an den Injectionsstellen neben einem allgemein septicämischen Befunde.

Der Harn vom 6. bis incl. 8. Februar wurde analysirt; die Reaction desselben war am 6. noch sauer, von diesem Tage ab alkalisch. Kalk und Phosphorsäure war am Tage der Injection genau soviel im Harn enthalten, als im Mittel der 3 vorangehenden bei Verabreichung des Salzes per os. Im Vergleich zu den bei reiner Fleischfütterung im Harn entleerten Kalk- und Phosphorsäuremengen ist in diesem Falle von Kalk fast genau, von Phosphorsäure annähernd das doppelte Quantum vorhanden.

Als Controlversuch wurde bei einem zweiten grösseren Hund dasselbe Quantum sauren Salzes ohne vorausgehende Einverleibung per os injicirt. Das Futter bestand wie in der 6. Periode aus 600 grm Fleisch und 150 grm Fett.

## Hund Nr. 3.

Fütterung mit Fleisch und Fett und subcutane Injection von saurem Phosphat.

<b>Einnahme</b> pro die:	am 13. und 14. pro die:
N 20,58	N 20,58
CaO 0,144	CaO 0,144 + 0,75 = 0,894
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 2,802	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 2,802 + 2,81 = 5,612.

**Ausgabe:**

Datum.	Menge des Harn.	CaO  im Harn.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Bemerkungen.
Februar	ccm	gr		
12	480	0,034	2,592	Gewicht 29,18 kgr.
13	350	0,063	2,187	Injection von 5 gr sauren Ca- Phosphats unter die Haut.
14	1062	0,074	7,699	
Summe vom 13. und 14.	1412	0,137	9,886	
Mittel	706	0,068	4,943	
15	480	—	1,250	Nahrungsaufnahme verweigert.

Die Fütterung mit abgewogener Nahrung begann am 8. Februar cr. Der Harn enthält ebensoviel Phosphorsäure wie in der 6. Periode, dagegen etwas mehr Kalk. Die Analyse des Harns wurde nur am 12. Februar ausgeführt. Am 13. wurden nach der Mahlzeit 5 gr des gelösten Salzes unter die Haut der rechten Seite gebracht. Den folgenden Tag verzehrte er nur noch einen Theil des Futters, um vom 15. ab überhaupt nichts mehr zu fressen. Das Befinden des Thieres war im Allgemeinen zwar etwas besser als des Hundes Nr. 2, Aussicht auf Wiederherstellung jedoch kaum vorhanden, weshalb das Thier nach einigen Tagen durch Verblutung getödtet wurde.

An den beiden Tagen nach der Injection, an welchen der Harn vollständig erhalten wurde, was am 15. nicht mehr möglich



war, da der Hund beständig auf der gesunden Seite lag und Koth und Urin sich vermischt hatten, ist eine durchschnittliche Steigerung des Kalks und der Phosphorsäure zu verzeichnen. In ähnlicher Weise, wie beim zweiten Hund, sind die Mengen der genannten Stoffe nach der Injection im Verhältniss zu den bei Fleischfütterung erhaltenen um das Doppelte vermehrt.

Es müssen also, wenn wir die Resultate der beiden letzten Versuche berücksichtigen, der Kalk und die Phosphorsäure des sauren Ca-Phosphats sich in derselben Weise im Organismus verhalten bei Verabreichung des Salzes per os, wie bei directer Einführung in die Blutbahn; denn darauf kommt der Effect der Injection hinaus. Da kein Unterschied in dem Verhalten der Salze bei den verschiedenen Applicationsmethoden vorhanden ist, muss das Salz aus dem Darm als solches resorbirt worden seien.

Im Harn ist ferner auch nach der Injection relativ weniger Kalk enthalten als im Salz, es muss also die fehlende Menge nach dem Darm hin abgeschieden worden sein.

Weitere Versuche sind äusserer Umstände wegen unterblieben.