XVIII.

Aus dem pharmakol. Institut von Prof. v. Schroeder in Heidelberg.

Ueber die Ausscheidung und Resorption des Kalkes.

Von

Dr. J. G. Rey,

früherem Assistenten der med. Poliklinik in Heidelberg.

Die Untersuchungen, welche von Rüdell¹⁾ über die Resorption und Ausscheidung des Kalkes ausgeführt worden sind, hatten denselben unter Anderem zu dem Resultate geführt, dass beim Hund nach subcutaner Injection von Kalk nur ein kleiner Theil (12 bis 13 Proc.) im Harn erscheint, während die Hauptmenge auf anderen Wegen, wahrscheinlich durch den Darm, den Organismus wieder verlässt. Diese Studien fortzusetzen und insbesondere die Frage nach der Grösse und dem Ort der Ausscheidung des Kalkes in den Darm zu beantworten, habe ich auf Vorschlag von Herrn Prof. v. Schroeder gern unternommen.

Der Versuchsplan war folgender. Es musste bei hungernden Hunden der Darm zuerst durch Abführmittel nach Möglichkeit entleert, dann Kalk subcutan oder intravenös dem Thiere beigebracht und nach Verlauf einiger Stunden oder Tage die in einzelnen Theilen des Darmes befindliche Kalkmenge bestimmt werden. Weiter war dann eine Isolirung einzelner Darmtheile, sei es durch Abbindung oder Anlegung von Fisteln, zu versuchen, mit Bestimmung der in diese Abschnitte nach subcutaner oder intravenöser Injection gelangten Kalkmenge.

Die Versuchsthiere, meist mittelgrosse, kräftige Hunde, erhielten gleich nach dem Einkauf ein energisch wirkendes Abführmittel, um Reste früherer Nahrung aus dem Darm zu entfernen. Dann wurden sie mehrere Tage gleichmässig mit Fleisch gefüttert. Nach etwa 4—6 Tagen begann die eigentliche Vorbereitung zum Hungerversuch

1) Archiv f. exp. Pathol. u. Pharm. Bd. XXXIII. S. 79.

damit, dass der Darm durch Abführmittel völlig entleert wurde. Es geschah dieses durch Eingabe von 30 g Ricinusöl, dem je nach dem Gewicht des Thieres 3—5 Tropfen Crotonöl zugesetzt waren, worauf am zweiten Tage nochmals 30 g Ricinusöl mit 2—3 Tropfen Crotonöl gegeben wurden. Durch ein derartiges Verfahren gelingt es in der That, den Darm seines ganzen von aussen stammenden Inhaltes zu entleeren, wie aus Vorversuchen hervorging. Die Berechnung der Hungertage beginnt natürlich erst nach dem wieder eingetretenen Stillstand der durch die Abführmittel beschleunigten Peristaltik, also mit dem Beginn des dritten Versuchstages als ersten Hungertag.

Die Thiere wurden von diesem 3. Versuchstag ab in einem grossen Blechkäfig mit geneigtem Boden gehalten. Bei einigen derselben wurde der Harn täglich aufgefangen und die letzte zum jeweiligen Versuchstage gehörige Harnmenge der Blase durch den Katheter entnommen.

Als Trinkwasser erhielten die Thiere, um jegliche Kalkzufuhr auszuschliessen, nur destillirtes Wasser mit etwas Kochsalz oder Rohrzucker. Am Ende des 1., 2. u. s. w. Hungertages wurden die Thiere durch Verbluten getödtet. Der Darm wurde sofort in situ durch Doppel-ligaturen in drei Abschnitte getrennt: Magen, Dünndarm (Duodenum mit Dünndarm) und Dickdarm. Die abgetrennten Darmstücke wurden aussen mit Wasser abgespült und dann nach Eröffnung der einen Ligatur zwischen den Fingern ausgedrückt. Der nach dem Ausdrücken zurückbleibende, der Schleimhaut anhaftende Rest des Inhaltes wurde durch Aufschneiden des Darmstückes der Länge nach, mehrmaliges Abspülen mit destillirtem Wasser und leichtes Abreiben mit dem Finger gewonnen.

Der auf diese Weise aus den einzelnen Darmabschnitten gewonnene Inhalt wurde in Platinschalen auf dem Wasserbad zur Trockne gebracht, bei 110° im Trockenschrank bis zur Gewichtsconstanz getrocknet, verascht und mit Salzsäure ausgezogen. In der Regel ging die ganze Asche in Lösung; irgend bemerkenswerthe Rückstände, z. B. Sand, fand ich so gut wie niemals.

In dem salzsauren Auszug wurde die Phosphorsäure in üblicher Weise mit Eisen entfernt, der Kalk mit oxalsaurem Ammon gefällt, nach Glühen in schwefelsauren Kalk übergeführt und als Oxyd in Rechnung gebracht. Im Harn wurde der Kalk in essigsaurer Lösung als oxalsaures Salz gefällt, als Sulfat gewogen und als Oxyd in Rechnung gebracht.

Durch Vorversuche habe ich mich überzeugt, dass man bei Einhaltung des eben angegebenen Verfahrens der Verabreichung von Ab-

fürmitteln in der That bei der am 1. oder 2. Tage später erfolgten Tödtung des Thieres den Darm leer findet, selbst dann, wenn absichtlich vor Beginn des Versuches knochenhaltiges Fleisch und Brod als Nahrung verabreicht worden waren. Man findet im Darm nur etwas Galle und sonstige Secrete. Die Schleimhaut selbst war blass, was beweist, dass sie gar nicht oder nur ganz vorübergehend gereizt worden war.

Nachdem festgestellt worden war, dass völlige Leerheit des Darmes in obiger Weise leicht zu erzielen war, musste weiter ermittelt werden, wie viel ein hungernder Hund pro Kilo und Tag Kalk in den Darmkanal ausscheidet, nachdem ihm in genannter Art der Darm mit Sicherheit entleert worden war.

Diese Frage sollten die nächsten Versuche entscheiden.

Versuch 1.

Hund von 11 Kilo Körpergewicht. Es wird Leerheit des Darmkanals in oben erörterter Weise bewirkt. Darauf 4 Hungertage.

Es waren enthalten im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz
Magen	0,0056	0,4696	1,19
Dünndarm	0,0085	4,5230	0,19
Dickdarm	0,1236	3,7980	3,25

Magnesia fand sich nur spurweise im Dünndarm, im Dickdarm war sie nicht vorhanden, ebensowenig im Magen.

Da der Hund 11 Kilo wog und 4 Tage gehungert hatte, so waren ausgeschieden worden:

pro Kilo und Tag im Gesamtdarm = 0,0031 CaO
 „ „ „ „ „ Dickdarm = 0,0028 „

Versuch 2.

Hund von 5050 g Körpergewicht. Es wird Leerheit des Darmkanals bewirkt. Darauf 5 Hungertage.

Es waren enthalten im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz
Magen	0,0017	0,425	0,40
Dünndarm	0,0092	6,210	0,15
Dickdarm	0,0978	5,813	1,69

Da der Hund 5 Tage gehungert hatte, so waren gefunden worden:

pro Kilo und Tag im Gesamtdarm = 0,0041 CaO
 „ „ „ „ „ Dickdarm = 0,0036 „

Versuch 3.

Hund von 9,8 Kilo Körpergewicht. Es wird Leerheit des Darmkanals hervorgerufen. Darauf 4 Hungertage.

Es waren enthalten im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz
Magen	0,0048	0,706	0,68
Dünndarm	0,0227	6,400	0,36
Dickdarm	0,1261	9,600	1,31

Da der Hund 4 Tage gehungert hatte, so ergab sich:
 pro Kilo und Tag im Gesamtdarm = **0,0038 CaO**
 = = = = = Dickdarm = **0,0032 =**

Aus diesen drei übereinstimmenden Versuchen ergibt sich, dass im Darmkanal des hungernden Hundes die bei weitem grösste Kalkmenge im Dickdarm angetroffen wird, denn es fanden sich

		im Gesamtdarm	davon im Dickdarm
pro Kilo und Tag in Versuch 1		0,0031 CaO	0,0028 CaO
= = = = = 2		0,0041 =	0,0036 =
= = = = = 3		0,0038 =	0,0032 =
im Mittel		0,0037 CaO	0,0032 CaO

Die Menge des in den Darmkanal eines hungernden Hundes ausgeschiedenen Kalkes können wir demnach pro Kilo und Tag auf rund 0,004 CaO angeben. Wenn wir die Gesamtmenge des im Darmkanal gefundenen Kalkes = 100 setzen, so stellt die im Dickdarm befindliche Menge etwa 87 Proc. derselben dar. Da wir über die Schnelligkeit, mit welcher der Darminhalt sich in den einzelnen Abschnitten des Darmkanals vorwärts bewegt, keine genügende Einsicht besitzen, so konnte aus obigen Versuchen natürlich nicht der Schluss gezogen werden, dass die Hauptmenge des Kalkes erst im Dickdarm zur Ausscheidung kommt, es wurde uns aber doch wahrscheinlich, dass entgegen der üblichen Anschauung dem Dickdarm bei der Kalkausscheidung eine wichtige Rolle zukommt.

Versuche mit subcutaner und intravenöser Injection von Kalk.

Nachdem die Grösse der Kalkausscheidung beim hungernden Hunde festgestellt worden war, unternahm ich subcutane und intravenöse Einführungen von bekannten Kalkmengen, um über die Grösse, die Schnelligkeit und, wenn möglich, auch über den Ort der Kalkausscheidung im Darm ein Urtheil zu gewinnen. Zu den Versuchen benutzte ich eine Lösung von essigsauerm Kalk, welche vor der Injection durch etwas kohlensaures Natron schwach alkalisch gemacht worden war.

Versuch 4.

Hund von 5,2 Kilo Körpergewicht. An 2 Tagen in angegebener Weise Abführmittel verabreicht, zuletzt dünne wässrige Stühle. Am 3. Tage wurde das Thier ruhig im Käfig gelassen; dann am 4. Tag 0,82 CaO subcutan injicirt, am Ende des 5. Tages durch Verbluten getödtet.

Es waren enthalten im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz	Bemerkungen
Magen	0,0057	0,909	1,50	0,82 CaO subcutan 3 Hungertage.
Dünndarm	0,0072	2,644	0,66	
Dickdarm	0,1741	3,195	13,23	

Es wurden gefunden im Dickdarm = 0,1741 CaO

Nach der Norm erwartet = 0,0499 =

Ueberschuss = **0,1242 CaO**

Dieser Ueberschuss von 0,1242 CaO entspricht = **15,14 Proc.** der injicirten Menge.

Steigerung des Kalkes im Dickdarm gegen die Norm = **1 : 3,48.**

Versuch 5.

Hündin von 6,3 Kilo Körpergewicht. An 2 Tagen starke Abführung, am 3. Ruhe. Am 4. und 5. Tage Subcutaninjection von je 0,8 CaO, am 8. (nach 6 Hungertagen) durch Verbluten getödtet.

Es waren enthalten im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz	Bemerkungen
Magen	0,0052	0,295	1,79	1,60 CaO subcutan 6 Hungertage.
Dünndarm	0,0289	4,840	0,59	
Dickdarm	0,5370	3,150	17,02	

Es wurden gefunden im Dickdarm = 0,5370 CaO

Nach der Norm erwartet = 0,1142 =

Ueberschuss = **0,4228 CaO**

Dieser Ueberschuss beträgt von der injicirten Menge = **26,14 Proc.** Steigerung des Kalkes im Dickdarm gegen die Norm = **1 : 4,70.**

Versuch 6.

Hund von 13,0 Kilo Körpergewicht. An 2 Tagen starke Abführung. Am 3. Tage Subcutaninjection von 1,2 CaO. Am Ende des 6. Tages durch Verbluten getödtet. Anzahl der Hungertage 3.

Es waren enthalten im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz	Bemerkungen
Magen	0,0082	0,354	0,23	1,2 CaO subcutan 4 Hungertage.
Dünndarm	0,0493	4,120	0,98	
Dickdarm	0,8072	5,030	20,20	

Es wurden gefunden im Dickdarm = 0,8072 CaO

Erwartet nach der Norm = 0,1664 =

Ueberschuss = **0,6408 CaO**

Dieser Ueberschuss von 0,6408 CaO beträgt

von der injicirten Menge = **53,40 Proc.**

Steigerung des Kalkes im Dickdarm gegen die

Norm = **1:5,0.**

Um zu sehen, wo der Kalk, welcher doch erst allmählich sich ausscheidet, abgelagert wird, wurden Milz, Leber, Nieren und Darmtheile verascht und darin der Kalk bestimmt. In Leber und Milz fand sich keine irgend erhebliche Kalkmenge. In den Darmwänden des Ileum wie des Colon waren fast gleiche Mengen enthalten — in ersteren 0,022 Proc., in letzteren 0,026 Proc. CaO. Im Blut dagegen fand sich eine wesentliche Vermehrung des Kalkgehaltes, nämlich 0,020 Proc., während normales Hundeblood nur etwa 0,01 Proc. CaO enthält.

Versuch 7.

Hund von 6 Kilo Körpergewicht. An 2 Tagen nach einander starke Abführung. Am 3. Tage wurden 0,2 CaO als essigsäures Salz in einprocentiger schwach alkalischer Lösung sehr langsam in die Vena saphena injicirt. Da Kalk sehr stark auf Herz und Respiration einwirkt, so muss die Einführung sehr behutsam mit Unterbrechungen ausgeführt werden. Am 4. Tage wurden dem Thiere in gleicher Weise 0,3 CaO injicirt, so dass die intravenös eingeführte Kalkmenge im Ganzen 0,5 CaO betrug. Am 5. Tage wird das Thier durch Verbluten getödtet.

Es waren enthalten im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz	Bemerkungen
Magen	0,0063	0,610	1,32	0,5 CaO intravenös 3 Hungertage.
Dünndarm	0,0152	5,470	0,28	
Dickdarm	0,1605	7,570	2,91	

Es wurden gefunden im Dickdarm = 0,1605 CaO

Erwartet nach der Norm = 0,0576 =

Ueberschuss = **0,1029 CaO**

Dieser Ueberschuss von 0,1029 CaO beträgt

von der injicirten Menge = **20,58 Proc.**

Steigerung des Kalkes im Dickdarm gegen die

Norm = **1:2,79**

Versuch 8.

Hund von 5 Kilo Körpergewicht. An 2 Tagen nach einander starke Abführung; am 3. Tage Ruhe. Am 4. Tage Injection von 0,35 CaO als essigsäures Salz in einprocentiger schwach alkalischer Lösung in die rechte Vena saphena, am 5. 0,34 CaO in die linke Saphena. Am 7. Tage wird das Thier durch Verbluten getödtet.

Es waren enthalten im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz	Bemerkungen
Magen	0,0027	0,212	1,27	0,69 CaO intravenös 5 Hungertage.
Dünndarm	0,0071	5,150	0,13	
Dickdarm	0,2152	8,116	2,65	

Es wurden gefunden im Dickdarm = 0,2152 CaO

Erwartet nach der Norm = 0,0800 =

Ueberschuss = **0,1352 CaO**

Dieser Ueberschuss von 0,1352 CaO beträgt **19,59 Proc.** der injicirten Menge.

Rteigerung des Kalkes im Dickdarm gegen die Norm = **1 : 2,69.**

Am letzten Hungertage vor der Kalkinjection hatte das Thier im Harn ausgeschieden = 0,0036 CaO. Ausscheidung nach der Injection bis zum Tode = 0,0195 CaO. Nehmen wir die Zahl 0,0036 als Normalzahl, so beträgt die Mehrausscheidung von CaO in den Harn nach der Injection nur 0,0088 CaO, was etwa 1,3 Proc. der injicirten Kalkmenge beträgt. Diese Zahl ist wahrscheinlich etwas zu klein, weil es sich um einen Hungerversuch mit rasch fallender Kalkausscheidung handelt.

Da die Gesamtausscheidung von Kalk in den Darm 0,2250, die in den Harn 0,0231 beträgt, so ist das Verhältniss der Ausscheidung des Kalkes durch den Darm zu derjenigen durch die Niere etwa wie 10 : 1.

Versuch 9.

Hund von 6,5 Kilo Körpergewicht. An 2 Tagen nach einander starke Abführung, am 3. intravenöse Injection von 0,67 CaO, am 4. eine ebensolche von 0,70 CaO. Am 8. Tage durch Verbluten getödtet.

Summe des injicirten Kalkes = 1,37.

Es waren enthalten im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz	Bemerkungen
Magen	0,0031	0,286	1,20	1,37 CaO intravenös 5 Hungertage.
Dünndarm	0,0385	7,890	0,40	
Dickdarm	0,6187	8,720	7,01	

Es wurden gefunden im Dickdarm = 0,6187 CaO

Erwartet nach der Norm = 0,1248 =

Ueberschuss = **0,4939 CaO**

Der Ueberschuss von 0,4939 CaO beträgt **36,05 Proc.** der injicirten Menge.

Steigerung des Kalkes im Dickdarm gegen die Norm = **1 : 4,93.**

Es wurden nach der Kalkinjection bis zum Tode (5 Tage) in den Harn ausgeschieden im Ganzen 0,0948 CaO. Da die Gesamtausscheidung an Kalk in den Darm während derselben Zeit 0,6604 CaO beträgt, so stellt sich das Verhältniss des durch den Darm zu dem durch die Nieren ausgeschiedenen Kalkes wie 12,8 : 1.

Die bemerkenswerthesten der gewonnenen Resultate sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Kalkmenge des Dickdarms.

Numer des Versuches	CaO in g im Dickdarm	Steigerung gegen die Norm	Gefunden in Proc. d. injicir- ten CaO	Getödtet nach der Injection nach	Bemerkungen
4	0,1741	1 : 3,48	15,14	2 Tagen	Subcutane Injection.
5	0,5370	1 : 4,70	26,14	4 "	" "
6	0,8072	1 : 5,0	53,40	3 "	" "
7	0,1605	1 : 2,79	20,58	2 "	Intravenöse Injection.
8	0,2152	1 : 2,69	19,59	3 "	" "
9	0,6187	1 : 4,93	36,05	5 "	" "

Aus den obigen Versuchen ergibt sich, dass die Ausscheidung des Kalkes in den Darm bei subcutaner oder intravenöser Injection etwa 20—30 Proc. der injicirten Menge beträgt.

Durch die Nieren treten nur sehr geringe Mengen aus; etwa 1—2 Proc. der eingeführten Kalkquantität.

Die Ausscheidung des Kalkes in den Darm findet sehr langsam statt. Die Gleichmässigkeit derselben in den einzelnen Versuchen tritt am besten hervor, wenn wir die in den Darm ausgeschiedenen Kalkmengen pro Kilo und Tag angeben. Es wurden so ausgeschieden pro Kilo und Tag

in Versuch 4 — 0,0121 CaO,
 " " 5 — 0,0167 "
 " " 6 — 0,0164 "

Es ist bemerkenswerth, dass in keinem Falle eine stärkere Zunahme des Kalkes im Dünndarm beobachtet wurde, weder absolut noch procentisch. Dies kann darin seinen Grund haben, dass entweder der immer niedrigeren Kalkgehalt besitzende Dünndarminhalt erst im Dickdarm eingedickt und so der Kalk gegen die zum Theil dort resorbirte organische Substanz angereichert wird, oder es findet entgegen den üblichen Vorstellungen in der That in den Dickdarm eine Ausscheidung von Kalk statt, wie ja andere Ausscheidungen in diesen Darmabschnitt zahlreich bekannt sind.

Die Frage, ob die grossen im Dickdarm gefundenen Kalkmengen aus dem Dünndarm hinuntergewandert oder dort ausgeschieden waren, suchte ich durch Versuche zu entscheiden, in welchen ich bei Hunden mit völlig entleertem Darm eine Ligatur am unteren Ende des Dünndarms anlegte und darauf eine subcutane Injection von Kalk gleich folgen liess. Leider leben so operirte Hunde nur 1—2 Tage, doch sind trotzdem die erhaltenen Resultate entscheidend.

Versuch 10.

Hündin von 6,3 Kilo Körpergewicht. Nachdem das Thier in angegebener Weise durch Abführung für den Versuch vorbereitet war, wurde noch zur grösseren Sicherheit nach dem Abführen der Dickdarm durch weit in denselben eingeführte Schlundsonde ausgespült. Als Ausspülflüssigkeit wurde eine halbrocentige Zuckerlösung benutzt. Nach Beendigung der unter aseptischen Cautelen ausgeführten Operation lief das Thier verhältnissmässig munter im Zimmer umher. Es werden ihm 2,0 CaO subcutan injicirt. Tod nach 36 Stunden.

Es wurden gefunden im Dickdarm — 0,4658 CaO

Erwartet nach der Norm — 0,0202 =

Ueberschuss — **0,4456 CaO**

Dieser Ueberschuss von 0,4456 CaO stellt von der injicirten Menge = **22,29 Proc.** dar.

Steigerung des Kalkes im Dickdarm = **1:23,06.**

Die Bestimmung des Kalkes im Dünndarm ging durch einen Unfall verloren.

Versuch 11.

Hund von 4,1 Kilo Körpergewicht. Er wurde in gleicher Weise wie das Thier des vorhergehenden Versuches behandelt und der Dickdarm in derselben Art sorgfältig ausgespült. Nach Beendigung der Operation wurden 0,6 CaO subcutan injicirt. Nach 24 Stunden läuft das Thier noch umher. Tod nach circa 40 Stunden.

Es fanden sich im	CaO in g	Trockensubstanz in g	CaO in Proc. der Trockensubstanz	Bemerkungen
Magen	0,0026	0,659	0,40	0,6 CaO subcutan, Tod nach 40 Stunden.
Dünndarm	0,0427	7,850	0,54	
Dickdarm	0,0895	3,660	2,45	

Es wurden gefunden im Dickdarm — 0,0895 CaO

Erwartet nach der Norm — 0,0213 =

Ueberschuss — **0,0682 CaO**

Dieser Ueberschuss von 0,0682 CaO stellt von der injicirten Menge **11,33 Proc.** dar.

Steigerung des Kalkes im Dickdarm gegen die Norm = **1:4,20.**

Es hat in diesem Versuch sicher auch eine Kalkausscheidung in den Dünndarm stattgefunden. Wenn der Norm entsprechend im Dünndarm etwa 0,007 CaO zu erwarten waren, so betrug die Mehrausscheidung 0,0357 = 5,9 Proc. der injicirten Menge, während die Dickdarmausscheidung 11,33 Proc., also das Doppelte betrug.

Die beiden letzten Versuche beweisen mit völliger Sicherheit, dass nach Injection grösserer Mengen von Kalk eine directe Ausscheidung desselben in den Dickdarm stattfindet, welcher unter diesen Verhältnissen Hauptausscheidungsort des Kalkes ist.

Es wird durch die letzten Beobachtungen wahrscheinlich, dass die früher im Dickdarm gefundenen grossen Kalkmengen zum grössten Theil daselbst zur Ausscheidung gekommen und nicht erst aus dem Dünndarm heruntergewandert sind. In den Versuchen mit subcutaner Injection von Kalk (No. 4—6) betrug die im Dickdarm befindliche Kalkmenge pro Kilo und Tag 0,0121, 0,0167, 0,0164, während in Versuch 10 pro Kilo und Tag 0,0477, in Versuch 11 0,0114 in den Dickdarm ausgeschieden worden sind.

Die nächste mich beschäftigende Frage war: Findet nicht auch unter normalen Verhältnissen die Hauptausscheidung des Kalkes im Dickdarm statt? Trotz sehr vieler Mühe, welche ich auf die Anlegung von Fisteln am Ende des Dünndarms verwandte, waren bei der grossen Schwierigkeit, derartig operirte Hunde zu erhalten, die Resultate nicht übereinstimmend. Wenn es demnach völlig sicher gestellt ist, dass bei Injection von Kalksalzen, und zwar recht beträchtlicher Mengen derselben, der Dickdarm die Hauptaustrittspforte bildet, so ist die Frage, ob auch unter normalen Verhältnissen solches der Fall ist, im Gegensatze zu den Anschauungen von Fr. Voit¹⁾, welcher die Hauptausscheidung des Kalkes in den Dünndarm verlegt, noch unbeantwortet.

Was schliesslich die Vertheilung des injicirten Kalkes im Organismus anlangt, so lässt sich eine bedeutende Steigerung des Kalkgehaltes des Blutes feststellen, welche Tage lang anhalten kann. Nach den Bestimmungen von Jarisch²⁾ beträgt der Kalkgehalt des normalen Hundesblutes 0,009—0,014 Proc. Ich fand bei Benutzung von 200 g Hundesblut 0,0094 Proc. CaO.

Untersucht man das Blut eines Hundes, dem man eine grössere Menge Kalk injicirt hat, bald nach Beendigung des Versuches, so ist der Kalkgehalt des Blutes bedeutend gesteigert, aber lange nicht entsprechend der injicirten Menge.

Versuch 12.

Einem mit gemischter Nahrung gefütterten Hunde von 15,4 Kilo wurden 0,8 CaO im Laufe einer halben Stunde in die Ven. saphena injicirt. Nach weiteren 30 Minuten wurden aus der Femoralis 100 g Blut entnommen und der Kalkgehalt desselben bestimmt. Derselbe betrug 0,024 Proc. Wenn wir als Kalkgehalt des normalen Hundesblutes im Mittel 0,012 Proc. annehmen dürfen, so war hier die Menge des Kalkes auf etwa das Doppelte gesteigert. Da das Thier bei einem Gewicht von 15,4 Kilo etwa 2,2 Kilo Blut enthielt, so befanden sich nach $\frac{1}{2}$ —1 Stunde noch 0,313 CaO im Blute.

1) Zeitschr. f. Biologie. Bd. XXIX. S. 325.

2) Med. Jahrb. der k. k. Gesellsch. d. Aerzte in Wien 1871. S. 475.

Aus obigem Versuch ergibt sich, dass von der injicirten Menge von 0,8 CaO nach einer Stunde etwa 0,3 sich noch im Blute fanden, während 0,5 an anderen Orten vertheilt sein mussten. Da durch die früheren Versuche eine rasche Ausscheidung des Kalkes durch Darm oder Niere ausgeschlossen ist, so war wohl die einfachste Annahme zur Erklärung dieses Befundes, dass der aus dem Blut verschwundene Kalk irgendwo im Körper deponirt, von dort langsam an das Blut abgegeben und hier in gewöhnlicher Weise ausgeschieden wird. Wo diese Deponirung stattfindet, bin ich allerdings nicht im Stande anzugeben.

Ich habe in mehreren Fällen Leber, Nieren, Milz und Darmwand auf ihren Kalkgehalt untersucht, ohne mehr wie ganz geringe Mengen zu finden. In dem Blute der Thiere, welche vor mehreren Tagen Kalkinjectionen erhalten hatten, stiess ich in beiden Fällen, die ich untersuchte, auf übernormale Kalkwerthe.

In Versuch 6, wo vor vier Tagen 1,2 CaO injicirt worden waren, ergab sich für das Blut ein Kalkgehalt von 0,0187 Proc., in Versuch 9, in welchem vor 4 Tagen 1,37 CaO eingeführt waren, fand ich im Blute 0,0191 Proc. CaO. Man ist demgemäss im Stande, durch eine Kalkinjection für eine ganze Reihe von Tagen den Kalkgehalt des Blutes erheblich zu steigern.