

Ueber die Ausscheidung der Basen im Harn des auf absolute Carenz gesetzten Kaninchens.

Von
K. Katsuyama.

Aus dem physiologischen Laboratorium der 3. Hochschule zu Okayama.

(Der Redaction zugegangen am 11. Januar 1899.)

Die Arbeiten der letzten Zeit haben mannigfache werthvolle Beiträge zur Kenntniss des Stoffumsatzes der Thiere und des Menschen im Hungerzustande gebracht. Aber alle diese Forschungen haben ausser dem Menschen zumeist den Hund zum Gegenstande gehabt, und die Untersuchungen, die an Pflanzenfressern ausgeführt wurden, sind sehr dürftig. Ohne auf die zahlreichen, dies Thema behandelnden Untersuchungen einzugehen, sei hier nur eine Mittheilung von Heymans¹⁾ hervorgehoben, welche sich auf den Stoffwechsel des hungernden Kaninchens bezieht.

Heymans unterwarf 29 Kaninchen von 2—3 kg. der Carenz und setzte die Beobachtung so lange fort, bis sie durch Hunger zu Grunde gingen. Die Hauptresultate, welche Heymans dabei gewonnen hat, beziehen sich auf Körpergewicht, Menge und specifisches Gewicht des Harns, Harnstoff, Phosphorsäure und Chlor des Harns; allein die Bestimmung der Basen scheint niemals ausgeführt zu sein.

Da nun die Basen für die normale Zusammensetzung der Gewebe und Organe ebenso nothwendig sind wie die organischen Körperbestandtheile, so unterliegt es keinem

¹⁾ Heymans, Centralblatt für Physiologie, 1896, S. 297.

Zweifel, dass die Bestimmung der Basen im Harn einen Massstab für den Stoffumsatz des hungernden Organismus abgibt. Durch Munk¹⁾ wissen wir, dass in Folge des Umsatzes der kalireichen Gewebe beim Hungern das Kalium in verhältnissmässig grösserer Menge im Harn ausgeschieden wird. Wir wissen ferner, dass die Phosphorsäure und das Calcium im Harn mit der Dauer der Inanition mehr und mehr zunimmt, was wohl auf die Zersetzung der Knochensubstanz zurückzuführen ist. Diese interessanten Beobachtungen sind indessen nur bei hungernden Menschen und Hunden gemacht worden, und es fehlt immer noch an Untersuchungen, wo es sich um die Ausscheidung der Basen im Harn vom Hungerkaninchen handelt. Die folgenden Versuche wurden zum Zwecke angestellt, um diese Lücke auszufüllen.

Als Versuchsobjekt benutzten wir ausschliesslich Kaninchen, welche mit Tofukara²⁾ ernährt waren. Kurz vor dem Beginn des Versuchs wurde den Thieren der Harn aus der Blase ausgepresst und dann ihr Körpergewicht bestimmt. Um dem etwaigen Verlust des Harns vorzubeugen, wurden die Thiere in einen Käfig gebracht, dessen Boden mit Zinkblech so beschlagen ist, dass der entleerte Urin in einem untergestellten Gefässe sich sammeln musste. Zur Abgrenzung der Tagesmenge wurde den Thieren alle 24 Stunden der Harn aus der Blase ausgedrückt. Da nun aber die Harnmenge, die ein Kaninchen in 24 Stunden liefert, nicht für die Bestimmung der sämtlichen Basen ausreicht, so waren wir gezwungen, zwei Reihen von Versuchen anzustellen, und zwar die eine für die Alkalien und die andere für die alkalischen Erden.

1) Munk, Virchow's Archiv, Suppl. z. Bd. 131, S. 151.

2) Zur Herstellung des Tofu, des Bohnenkäses, zermahlt man die in Wasser eingequollenen Sojabohnen zwischen Mühlsteinen und kocht die teigartige Masse einige Zeit in einem Kessel. Die gekochte Masse wird nun durch Leinwand colirt und die ausgepresste Flüssigkeit durch Zusatz von Salzmutterlaugen zur Coagulation gebracht. Das so gebildete Coagulum ist «Tofu». Das, was dabei auf der Leinwand zurückgeblieben ist, nennt man «Tofukara».

I. Die Ausscheidung der Alkalien im Harn.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass beim ersten Hungertage ein Theil von den ausgeschiedenen Alkalien von der vorher aufgenommenen Nahrung herrührt, um so mehr, als Kaninchen verhältnissmässig lange Gedärme besitzen. Man darf daher nicht unterlassen, den Gehalt des Futters an Alkalien zu bestimmen. Um das Tofukara zu analysiren, verfahren wir folgendermassen:

15 gr. Substanz werden in einer Platinschale getrocknet und bei beginnender Rothgluth verkohlt. Darauf wird die Kohle mit Wasser versetzt, mit einem kleinen Glasstäbchen zerrieben, auf dem Wasserbade digerirt, durch ein aschefreies Filter filtrirt und mehrmals mit heissem Wasser ausgewaschen. Die auf dem Filter zurückgebliebene Kohle wird wieder mit dem Filter in der vorher benutzten Platinschale getrocknet und vollständig verascht. Die Asche wird in Wasser unter Zusatz von einigen Tropfen verdünnter Salzsäure aufgelöst und mit dem ersten Auszug vereinigt. Die Lösung wird mit Chlorbaryum versetzt, so lange ein Niederschlag entsteht, dann Barytwasser bis zu deutlich alkalischer Reaction hinzugefügt, abfiltrirt, ausgewaschen, das Filtrat mit Aetzammoniak und kohlensaurem Ammoniak vollständig gefällt, wieder abfiltrirt und ausgewaschen. Das gesammelte Filtrat dampft man in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade zur Trockne ab, erhitzt zur vollständigen Vertreibung der Ammoniaksalze bei beginnender Rothgluth, löst den Rückstand in wenig Wasser, filtrirt ab, wäscht gut mit Wasser aus, verdunstet die Flüssigkeit, glüht schwach und wiegt nach dem Erkalten die Chloralkalien.

Die Trennung der Chloralkalien wird genau nach der Vorschrift von Huppert¹⁾ ausgeführt. Da uns kein Glaswollenfilter zu Gebote stand, so verfahren wir folgendermassen: Der mit Aether und Alkohol gut ausgewaschene Niederschlag vom Kaliumplatinchlorid wird auf einem Papierfilter gesammelt, mit heissem Wasser gelöst, das Filter vollständig ausgewaschen, die Lösung in einer gewogenen Porzellanschale verdunstet, der Rückstand bei 100° C. getrocknet und nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen.

1. Analyse.

15 gr. Tofukara lieferten:

0,0500 gr. KCl + NaCl; daraus 0,0413 gr. KCl;

daraus berechnet:

0,0260 gr. K_2O **0,0046** gr. Na_2O .

2. Analyse.

15 gr. Substanz, getrocknet 3,0610 gr., ergaben:

0,0555 gr. KCl + NaCl; daraus 0,0420 gr. KCl;

daraus berechnet:

0,0264 gr. K_2O **0,0071** gr. Na_2O .

Aus diesen zwei Analysen geht hervor, dass das Tofukara das Kalium in reichlicherer Menge enthält, als das Natrium. Da die Ausscheidung der fixen Alkalien durch den Harn im Wesentlichen nur vom Verhältniss abhängt, in dem die beiden Alkalien in den Körper eingeführt werden, so ist von vornherein wahrscheinlich, dass bei der Fütterung mit einer kali-reicheren Nahrung die Menge des Kali im Harne die des Natrons überwiegt. In der That haben wir stets das Kalium in grösserer Menge im Harne des mit Tofukara gefütterten Kaninchens gefunden, als das Natrium. Als Belege dafür theilen wir einige Bestimmungen aus dem Harne des mit dem oben genannten Futter ernährten Kaninchens mit.

1. Analyse.

60 ccm. Kaninchenharn enthielten:

1,0748 gr. KCl + NaCl; daraus 0,9204 gr. KCl;

daraus berechnet:

0,5806 gr. K_2O **0,0818** gr. Na_2O .

2. Analyse.

85 ccm. Kaninchenharn enthielten:

1,4332 gr. KCl + NaCl; daraus 1,1706 gr. KCl;

daraus berechnet:

0,17384 gr. K_2O **0,1391** gr. Na_2O .

1) Huppert, Anleitung z. qualit. u. quantit. Anal. d. Harns. 1890. S. 456.

Nachdem das relative Verhältniss der Na- zur K-Ausscheidung im Harn des gut gefütterten Kaninchens ermittelt ist, wenden wir uns nun zur Hauptfrage: Welche Veränderung erfährt das Verhältniss des Kaliums zum Natron im Harn nach der Entziehung der Nahrung? Zur Entscheidung dieser Frage sind folgende Versuche angestellt worden:

1. Versuch.

Der Versuch begann den 1. Mai 1896 um 9 Uhr Vormittags und endete den 14. Mai um 9 Uhr Vormittags, als das Thier im Käfig todt gefunden wurde. Die Versuchsergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1.

Datum.	Körpergewicht in gr.	Harnmenge in ccm.	React.	K ₂ O in gr.	Na ₂ O in gr.	K ₂ O: Na ₂ O.	Bemerkungen.
30. April 96	2499						Letzter Fütterungstag.
1. Mai 96	2342	111.0	Neutral	0.2973	0.0367	1: 0.1237	
2. »	2251	56.0	Sauer	0.3063	0.0310	1: 0.1012	
3. »	2171	46.0	»	0.2422	0.1038	1: 0.4285	
4. »	2096	45.0	»	0.2013	0.1598	1: 0.7938	
5. »	2023	43.0	»	0.2136	0.1139	1: 0.5332	
6. »	1954	43.0	»	0.2215	0.1257	1: 0.5674	
7. »	1885	45.0	»	0.2069	0.1114	1: 0.5384	
8. »	1815	46.0	»	0.2272	0.0695	1: 0.3059	
9. »	1745	30.0	»	0.1426	0.0799	1: 0.5603	
10. »	1665	33.5	»	0.2146	0.0586	1: 0.2730	
11. »	1570	24.0	»	0.1877	0.0349	1: 0.1859	
12. »	1489	17.0	»	0.1055	0.0251	1: 0.2379	
13. »	1420	2.5	»	} 0.0573	0.0090	1: 0.1570	
14. »	—	2.0	»				
Summe . .		544.0		2.6262	0.9603		

2. Versuch.

Vom 23. Mai 1896, 10 Uhr 30 Minuten Vormittags, wurde ein kräftiges Kaninchen von 2294 gr. Körpergewicht der absoluten Carenz ausgesetzt. Die Beobachtung wurde bis zum Tode des Thieres fortgesetzt, der erst am 3. Juni erfolgte. Die Alkalibestimmungen wurden alle 2 Tage einmal ausgeführt. Die Versuchsergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2.

Datum.	Körpergewicht in gr.	Harnmenge in ccm.	React.	K ₂ O in gr.	Na ₂ O in gr.	K ₂ O : Na ₂ O.	Bemerkungen.
22. Mai 96	2294						Letzer Fütterungstag.
23. »	2153	86,0	Sauer	0,6506	0,1446	1 : 0,2222	
24. »	2052	62,0	»				
25. »	1960	58,0	»	0,4344	0,3289	1 : 0,7571	
26. »	1883	54,0	»				
27. »	1810	50,0	»	0,4290	0,3179	1 : 0,7410	
28. »	1740	48,0	»				
29. »	1664	48,0	»	0,4350	0,1506	1 : 0,3462	
30. »	1607	44,0	»				
31. »	1545	41,0	»	0,2901	0,0620	1 : 0,2137	
1. Juni 96	1501	30,0	»				
2. »	1470	8,5	»	0,0875	0,0283	1 : 0,3234	
3. »	—	1,0	»				
	Summe . .	567,0		2,3266	1,0323		

3. Versuch.

Den 12. November 1896, um 9 Uhr Vormittags, wurde einem 2404 gr. schweren Kaninchen die Nahrung entzogen: der Hungertod trat erst am 10. December ein. Die Versuchsergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 3.

Datum.	Körpergewicht in gr.	Harnmenge in cem.	React.	K ₂ O in gr.	Na ₂ O in gr.	K ₂ O: Na ₂ O.	Bemerkungen.
11. Nov. 96	2404						Letzter Fütterungstag.
12. »	2288	58,0	Neutral	0,2561	0,0025	1 : 0,0097	
13. »	2210	38,0	Sauer	0,2065	0,0450	1 : 0,2179	
14. »	2156	32,0	»	0,1807	0,0765	1 : 0,4233	
15. »	2100	30,0	»	0,1832	0,0800	1 : 0,4366	
16. »	2053	23,0	»	0,1497	0,1129	1 : 0,7541	
17. »	2009	23,0	»	0,1396	0,0479	1 : 0,3430	
18. »	1967	20,0	»	0,1457	0,0463	1 : 0,3177	
19. »	1929	22,0	»	0,1256	0,0556	1 : 0,4426	
20. »	1890	20,0	»	0,1359	0,0513	1 : 0,3774	
21. »	1852	18,0	»	0,1125	0,0379	1 : 0,3368	
22. »	1820	18,5	»	0,1211	0,0284	1 : 0,2345	
23. »	1781	21,0	»	0,1632	0,0266	1 : 0,1629	
24. »	1735	16,0	»	0,1397	0,0038	1 : 0,0272	
25. »	1709	15,0	»	0,1225	0,0030	1 : 0,0244	
26. »	1677	18,0	»	—	—	—	
27. »	1639	18,0	»	0,1302	0,0165	1 : 0,1267	
28. »	1604	18,0	»	0,1216	0,0417	1 : 0,3429	
29. »	1567	23,0	»	0,1585	0,0150	1 : 0,0945	
30. »	1539	10,0	»	0,0934	0,0059	1 : 0,0631	
1. Dec. 96	1505	17,0	»	0,1290	0,0066	1 : 0,0511	
2. »	1465	21,0	»	0,1299	0,0178	1 : 0,1370	
3. »	1432	19,0	»	0,1373	0,0019	1 : 0,0138	
4. »	1403	11,0	»	0,0695	0,0024	1 : 0,0345	
5. »	1367	22,0	»	0,1534	0,0111	1 : 0,1723	
6. »	1337	19,0	»	0,1531	0,0104	1 : 0,0679	
7. »	1305	19,0	»	0,1249	0,0131	1 : 0,1048	
8. »	1269	24,0	»	0,1760	0,0141	1 : 0,0801	
9. »	1225	24,0	»	—	—	—	
10. »	1162	26,0	»	—	—	—	} Die Bestimmungen sind misslungen
Summe . .		643,5		3,7588	0,7742		

Wie aus vorliegenden Tabellen ersichtlich ist, beträgt die Quantität der Alkalien, die das Kaninchen vom Beginn des Hungers bis zum Tode verlor:

im 1. Versuche	2,626 gr. K_2O ,	0,9603 gr. Na_2O ,
2.	2,3266 » K_2O ,	1,0323 » Na_2O ,
3.	3,7588 » K_2O ,	0,7742 » Na_2O .

Hinsichtlich der Veränderungen, die das relative Verhältniss des Natrons zum Kali bei der Carenz erfährt, stimmen unsere Beobachtungen nicht ganz mit den Angaben von Munk¹⁾ überein. Nach den Untersuchungen, welche Munk¹⁾ an hungernden Menschen angestellt hat, sollte beim Hungern der Harn nach und nach reicher an Kali als an Natron werden, da die Kochsalzzufuhr aufhört und die kalireichen Gewebe zerfallen. Dagegen kommt beim hungernden Kaninchen niemals eine Zunahme des Kalis gleich nach der Entziehung der Nahrung zum Vorschein, sondern es findet sogar vom 1. oder 2. Hungertage bis zum 7. oder 8. eine allmähliche Abnahme der Kaliauscheidung statt, während in dieser Zeit die Natriumauscheidung mehr oder weniger vermehrt ist. Das Verhältniss der Ausscheidung an Kali und Natron, welches vom 7. oder 8. Hungertage bis zum Tode zur Beobachtung kommt, steht aber im Einklang mit dem, was Munk bei hungernden Menschen gefunden hat: es gehen die Zunahme des Kalis und die Abnahme des Natrons ziemlich regelmässig Hand in Hand.

Die geschilderte Abweichung unserer Versuchsergebnisse von den Angaben Munk's kann vielleicht durch die Verschiedenheit der Ernährungsverhältnisse erklärt werden. Dass bei der gemischten Kost der menschliche Urin fast doppelt so viel Natron als Kali enthält, ist wohl darauf zurückzuführen, dass der Mensch gewöhnlich das Kochsalz mit seiner Nahrung aufnimmt. Mit Recht sagt Munk:²⁾ «Nun überwiegen zwar sowohl in manchen animalischen (Fleisch, Milch) als in den meisten pflanzlichen Nahrungsmitteln (Cerealien, Hülsenfrüchte, Kartoffeln, Gemüse) die Kalisalze über die Natronsalze, allein da wir den Speisen bei der küchengeässen Zubereitung Kochsalz, je nach der Geschmacksrichtung in mehr oder minder

1) Munk, Virchow's Archiv. Suppl. z. Bd. 131, S. 150.

2) Munk, a. a. O.

reichlicher Menge, zumeist als Würzstoff, hinzusetzen, resultirt im Grossen und Ganzen ein Ueberschuss in der Einfuhr von Natronsalzen über die Kalisalze. Daher scheidet auch der Mensch bei gewöhnlicher Nahrung durch den Harn reichlicher Natron als Kali aus. Da nun das Futter für unsere Kaninchen, wie bereits angegeben ist, mehr die Kalisalze als die Natronsalze enthält, und demgemäss die ersten in reichlicherer Menge als die letzteren im Harn ausgeschieden werden, so muss die Veränderung des relativen Verhältnisses der Na- zur K-Ausscheidung, die sich vom 1. oder 2. bis zum 7. oder 8. Hungertage geltend macht, so gedeutet werden, dass in diesem Zeitraum irgend ein Gewebe, welches ärmer an Kali und reicher an Natron ist, als das Futter selbst, dem Zerfall anheimfällt. Nun fand J. Katz¹⁾ in 1000 Theilen des frischen Kaninchenfleisches 4,7949 K_2O und 0,6663 Na_2O . Nach Oidtmann²⁾ soll die Leber Kalisalze dreimal mehr als Natron enthalten, während in der Milz 3 Theile Natron auf 1 Theil Kali treffen.

Vergleicht man die oben angeführten Zahlen der Alkalien in verschiedenen Organen mit denjenigen der Alkalien in Tofukara, so findet man, dass die Leber und die Milz ärmer an Kali und reicher an Natron sind als Tofukara, während das Muskelfleisch das umgekehrte Verhältniss zeigt. Die Erfahrungen an hungernden Menschen und Thieren lehren uns, dass beim Hunger ausser Fett und Muskel vorwiegend die Leber und die Milz zerfallen. Im Anfangsstadium des Hungers setzt sich die Summe der durch die Nieren ausgeschiedenen Alkalien aus folgenden Grössen zusammen: erstens den beim Zerfall des Leber- und Milzgewebes frei gewordenen Kali- und Natronsalzen, zweitens den aus der eingeschmolzenen Muskelsubstanz herstammenden Alkalien, drittens dem aus dem Darm resorbirten Theil. Im Darm befindet sich zunächst noch ein Alkalivorrath, der aus der vorausgegangenen Ernährungsperiode stammt. Zieht man dies Alles in Betracht, so lässt sich wohl denken, dass im erwähnten Stadium der Harn kaliärmer und natronreicher sein muss, als in der Zeit, wo das Thier aus-

1) Katz, Pflüger's Archiv, Bd. 63, S. 42.

2) Oidtmann, bei Munk citirt: A. a. O.

schliesslich mit Tofukara ernährt war und nur die mit dem letzteren zugeführten Alkalien zur Ausscheidung kamen. Daher ist kaum daran zu zweifeln, dass der Unterschied, der in Bezug auf das relative Verhältniss der Kali- zur Natronausscheidung zwischen unseren Versuchsergebnissen und den Beobachtungen von Munk besteht, durch die Verschiedenheit des Versuchsobjects und des Ernährungsverhältnisses bedingt ist.

Die Veränderung, die das relative Verhältniss der Kali- zur Natronausscheidung vom 7. oder 8. Hungertage bis zum Tode zeigt, hält mit dem Umsatz der kalireichen Gewebe gleichen Schritt.

II. Die Ausscheidung von Kalk und Magnesia im Harn.

Von den mit der Nahrung in den Körper eingeführten Kalksalzen wird nur ein kleiner Bruchtheil durch die Nieren ausgeschieden. Der bei Weitem grössere Theil der resorbirten Kalksalze kommt nach dem Uebertritt ins Blut durch die Darmschleimhaut wieder zur Ausscheidung. Dass aber beim Hungern der im Harn ausgeschiedene Kalk seinen Ursprung dem zerfallenen Gewebe verdankt, dafür spricht schon der Umstand, dass die Ausscheidung dieses Erdalkalis mit der Dauer der Inanition mehr und mehr zunimmt.

Was die Ausscheidung der Magnesia anbetrifft, so enthält bei der gemischten Kost der menschliche Harn stets mehr Magnesia als Kalk. Dies kann offenbar nur dadurch erklärt werden, dass die meisten unserer Nahrungsmittel reicher an Magnesia sind als an Kalk, und dass die von der Darmschleimhaut resorbirte Magnesia viel leichter durch die Nieren eliminirt werden kann, als der Kalk. Dass aber im Hungerzustande sich das normale Verhältniss zwischen Magnesia und Kalk umkehrt, konnte schon Munk¹⁾ nachweisen: er fand nämlich, dass bei einem Hungerkünstler, Cetti, am 9. Hungertage etwa doppelt so viel Kalk im Harn ausgeschieden wurde als Magnesia.

Ob beim hungernden Pflanzenfresser auch die alkalischen Erden bis zum Tode durch die Nieren ausgeschieden werden, ferner wie das Verhältniss des Kalks zu Magnesia steht, endlich

¹⁾ Munk, l. c.

ob das normale Verhältniss zwischen den beiden alkalischen Erden sich im Lauf des Hungers verändert, ist völlig ins Dunkel gehüllt. Zur Entscheidung dieser Fragen haben wir folgende Versuche angestellt.

Da wir zu Versuchen nur die mit Tofukara gefütterten Kaninchen benutzten, schien es zweckmässig zu sein, zuerst den Gehalt des Tofukara an Kalk und Magnesia zu ermitteln.

1. Analyse.

20 gr. Tofukara enthalten:

H ₂ O	16,232	gr.
Trockensubstanz	3,768	
Asche	0,1685	
CaO	0,0325	
MgO	0,0130	

2. Analyse.

20 gr. Tofukara enthalten:

H ₂ O	16,7183	gr.
Trockensubstanz	3,2817	
Asche	0,1312	
CaO	0,0244	
MgO	0,01142	

3. Analyse.

20 gr. Tofukara enthalten:

H ₂ O	15,8435	gr.
Trockensubstanz	4,1565	
Asche	0,1645	
CaO	0,0260	
MgO	0,01387	

Wie aus den Analysen hervorgeht, enthält das Tofukara stets mehr Kalk als Magnesia. Wenn bei magnesiareicherer Kost die absolute und relative Mehrausscheidung von Magnesia erfolgt, so lässt sich wohl annehmen, dass bei dem mit Tofukara gefütterten Kaninchen der Kalk reichlicher im Harn ausgeschieden wird als die Magnesia. Dies ist durch nachstehende Versuche völlig bestätigt worden.

Zur Bestimmung des Kalkgehalts im Harn versetzt man den zuerst mit Ammoniak¹⁾ alkalisch gemachten und dann mit Essigsäure angesäuerten Harn mit oxalsaurem Ammoniak, lässt 12 Stunden stehen, filtrirt, wäscht den Niederschlag mit

¹⁾ Der Harn des Hungerkaninchens reagirt bekanntlich sauer.

heissem Wasser erst durch Decantiren, dann auf dem Filter aus, trocknet ihn und führt ihn durch starkes Glühen in Calciumoxyd über. Zur Bestimmung der Magnesia wird die vom oxalsauren Kalk abfiltrirte Flüssigkeit mit Ammoniak im Ueberschuss versetzt und 12 Stunden stehen gelassen. Die gut abgesetzte phosphorsaure Ammoniakmagnesia sammelt man auf einem Filter von bekanntem Aschengehalt, wäscht mit ammoniakhaltigem Wasser gut aus, trocknet, glüht und wiegt als $Mg_2P_2O_7$.

4. Versuch.

Ein 2626 gr. schweres Kaninchen, dem vom 14. October ab die Nahrung entzogen wurde, starb am 31. October. Die Versuchsergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 4.

Datum.	Körpergewicht in gr.	Harnmenge in cem.	Reaction.	CaO in gr.	MgO in gr.	Bemerkungen
13. Dec. 96	2626	120	alkalisch	0,1365	0,1110	Letzter Fütterungstag.
14. "	2495	85	schwach alkalisch	0,1905	0,1582	
15. "	2397	55	sauer.			
16. "	2311	51		0,1209	0,0871	Von dem am 19. October aufgefangenen Harn ist bei der Untersuchung ein wenig verloren gegangen.
17. "	2238	44				
18. "	2175	40		0,0642	0,0361	
19. "	2129	12				
20. "	2053	48		0,0756	0,0502	
21. "	2000	29				
22. "	1935	32		0,1334	0,0610	
23. "	1875	42				
24. "	1810	40		0,1872	0,0603	
25. "	1745	54				
26. "	1673	43		0,2078	0,0677	
27. "	1599	43				
28. "	1512	52		0,2415	0,0858	
29. "	1426	59				
30. "	1350	53		0,1115	0,0374	
31. "	1325	21				
	Summe.	923		1,4691	0,7578	

5. Versuch.

Ein Kaninchen von 1186 gr. Körpergewicht wurde den 26. November 1896 auf die absolute Carenz gesetzt und starb den 11. December. Die in dieser Periode gewonnenen Versuchsergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 5.

Datum.	Körpergewicht in gr.	Harnmenge in cem.	React.	CaO in gr.	MgO in gr.	Bemerkungen.
25. Nov. 96	2187	148	alkalisch	0,2036	0,0778	Letzter Fütterungstag.
26. »	2095	52	schwach sauer	} 0,1225	} 0,0995	
27. »	2027	39	sauer			
28. »	1972	37	»	} 0,0300	} 0,0550	
29. »	1922	34	»			
30. »	1880	33	»	} 0,0500	} 0,0477	
1. Dec. 96	1833	30	»			
2. »	1780	33	»	} 0,0705	} 0,0473	
3. »	1745	28	»			
4. »	1704	31	»	} 0,1125	} 0,0491	
5. »	1659	30	»			
6. »	1617	39	»	} 0,1130	} —	
7. »	1564	30	»			
8. »	1510	33	»	} 0,1100	} 0,0550	
9. »	1462	30	»			
10. »	1425	28	»	} 0,0810	} —	
11. »	1390	24	»			
	Summe..	679		0,8931	0,4314	

6. Versuch.

Ein 3825 gr. schweres Kaninchen erhielt seit 11. März 1897 keine Nahrung und starb am 28. desselben Monats. Die Versuchsergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 6.

Datum.	Körpergewicht in gr.	Harnmenge in ccm.	React.	CaO in gr.	MgO in gr.	Bemerkungen.	
10. März 97	3825	280	alkalisch	0,2800	0,1530	Letzter Fütterungstag.	
11. »	3510	186	neutral	0,1290	0,1319		
12. »	3388	60	sauer	0,0124	0,1171		
13. »	3287	55	»	0,0126	0,0978		
14. »	3212	32	»	0,0267	0,0760		
15. »	3140	43	»	0,0426	0,0759		
16. »	3070	38	»	0,0432	0,0748		
17. »	3002	38	»	0,0550	0,0635		
18. »	2928	35	»	0,0553	0,0610		
19. »	2862	39	»	0,0792	0,0609		
20. »	2798	39	»	0,1042	0,0601		
21. »	2723	37	»	0,1128	0,0593		
22. »	2644	42	»	0,1366	0,0553		
23. »	2566	52	»	0,1661	0,0556		
24. »	2471	51	»	0,1898	0,0548		
25. »	2372	57	»	0,2477	0,0530		
26. »	2254	92	»	0,2928	0,0507		
27. »	2107	102	»	0,3018	0,0522		
28. »	1960	112	»	0,2673	0,0458		
	Summe	1391		2,5551	1,3990		

Aus den Tabellen sieht man, dass der Harn für den Fütterungstag stets mehr Ca enthält als Mg, was wohl durch den Gehalt der aufgenommenen Nahrung an Ca und Mg erklärbar ist. Sehr auffallend ist die Beobachtung von Bunge,¹⁾ nach welcher selbst bei der Ernährung mit dem magnesia-reicheren und kalkärmeren Nahrungsmittel mehr Kalk im Harn ausgeschieden wird als Magnesia: er fand nämlich 0,328 gr. CaO und 0,294 gr. MgO im Harn, der bei zweitägiger ausschliesslicher Ernährung mit Rindfleisch am zweiten

¹⁾ Bunge, Lehrbuch d. physiol. Chem., 2. Auflage, 1889, S. 314.

Tage gesammelt worden war. Wodurch diese Mehrausscheidung des Kalks bedingt ist, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

Die Quantität der alkalischen Erden, die vom 1. Hungertage bis zum Tode im Harn entleert ist, hängt im Wesentlichen vom Ernährungszustande des Thieres ab. So ersehen wir aus den vorstehenden Tabellen, dass das vierte Kaninchen an den 18 Hungertagen 1,4691 gr. CaO und 0,7578 gr. MgO entleerte, während das sechste Kaninchen im gleichen Zeitraum 2,5281 gr. CaO und 1,399 gr. MgO ausschied. Es lässt sich jedoch durchaus nicht leugnen, dass die Zeitdauer der Inanition einen Einfluss auf die Ausscheidung von Ca und Mg ausübt.

Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, zeigen alle Versuche übereinstimmend, dass die Ausscheidung des Kalks einige Tage nach der Entziehung der Nahrung absinkt und vom 4. Hungertage bis zum Tode wieder langsam ansteigt.

Die Ausscheidung der Magnesia, die vom 1. Hungertage bis zum Tode erfolgt, scheint auch vom Ernährungszustande und der Dauer der Inanition abhängig zu sein. Beim 4. Kaninchen wurden vom 1. Hungertage bis zum Tode, also an 18 Hungertagen, 0,7578 gr. MgO entleert; das 5. Kaninchen gab an 16 Hungertagen 0,4314 gr. MgO durch den Harn ab; das 6. Kaninchen schied am 18. Hungertage 1,399 gr. MgO im Harn aus. Die Veränderungen, die die Mg-Ausscheidung im Verlauf des Hungers erleidet, sind nicht so complicirt wie diejenigen der Ca-Ausscheidung. Die in 3 Tabellen eingetragenen Werthe zeigen ein allmähliches und stetiges Sinken.

Okayama, den 5. December 1898.